



## BANCO DE TUMORES

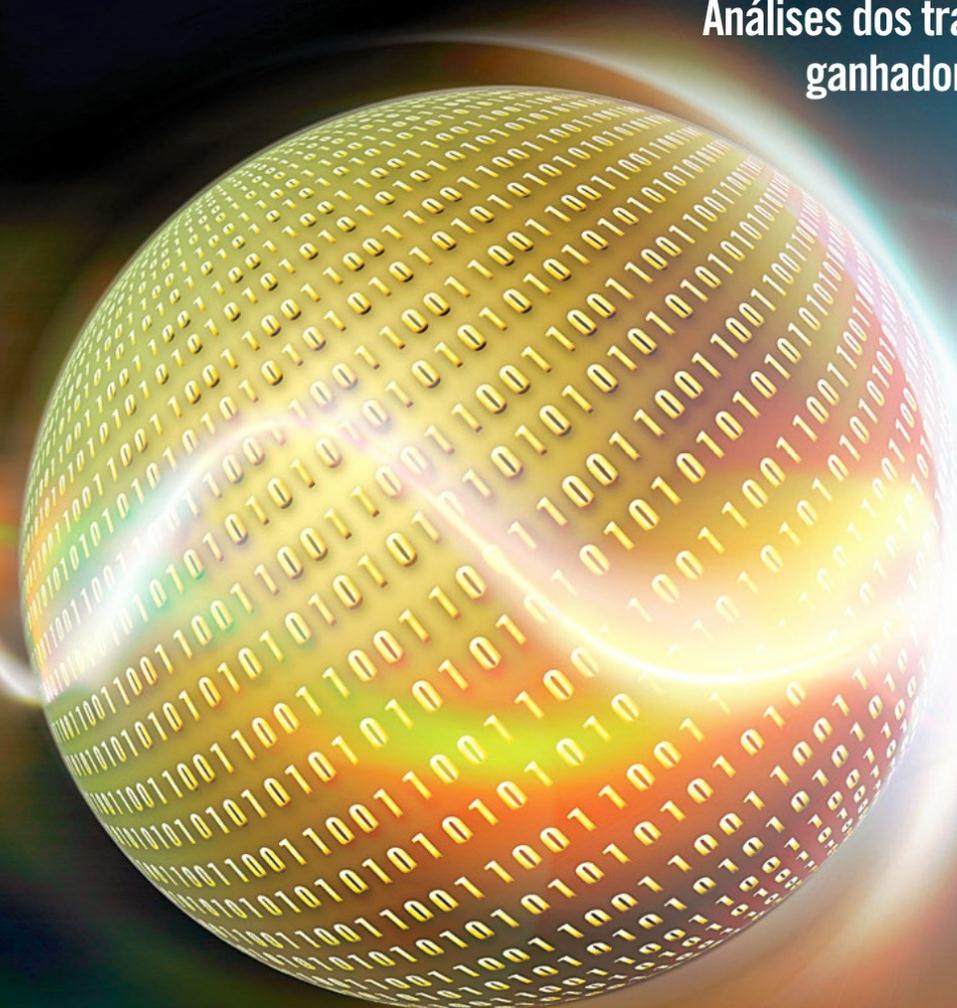
Pacientes brasileiros cedem amostras  
para pesquisa contra o câncer

## AÇÃO AFIRMATIVA

Estudo detalha regras especiais  
de acesso a universidades públicas

## PRÊMIO NOBEL

Análises dos trabalhos dos  
ganhadores de 2010



# CÓDIGOS SECRETOS

A ciência por trás dos sistemas invioláveis



# Adeus aos *hackers*

**Inúmeras transações bancárias**, comerciais e a troca de informações sigilosas são feitas a todo instante pela internet. Essa transmissão de dados é suficientemente confiável para deixar os internautas tranquilos, uma vez que a prevenção dos ataques surpresas de espões se baseia na dificuldade de os computadores fatorarem (decomporem) números muito grandes. Até o mais veloz deles poderia levar anos e anos para decodificar essas informações confidenciais. Mas, no momento em que um computador quântico de grande capacidade de processamento entrar em operação, a segurança estará ameaçada, pois tais máquinas poderão fazer esses cálculos matemáticos em minutos ou até segundos.

Essa velocidade estonteante vem de um fato relativamente simples. Enquanto os *bits* dos computadores clássicos – esses que existem hoje em dia – só podem assumir um estado de cada vez – ou seja, 0 ou 1 –, os *bits* dos computadores quânticos (ou *qbits*) podem adotar simultaneamente os valores 0 e 1. Estranho? Bem, isso é só parte dos vários – e bizarros – fenômenos do diminuto mundo quântico, aquele de entidades como prótons, nêutrons, elétrons, fótons etc. Nesse universo, corpos podem estar em dois locais ao mesmo tempo e podem se comportar ora como onda, ora como corpúsculos.

Para a infelicidade dos *hackers* do futuro, a reboque do computador quântico, virá um modo de codificar dados que é inviolável e tem por base essas estranhas propriedades do mundo das entidades atômicas e subatômicas. Esse é o reinado da chamada criptografia quântica, que já está sendo testada com sucesso.

*A redação*

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



**DIRETORIA**

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

**CIÊNCIA HOJE • SBPC**

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

**REDAÇÃO**

**Editora Executiva** • Alicia Ivanishevich; **Editora Assistente** • Sheila Kaplan; **Editor de Forma e Linguagem** • Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** • Ricardo Menandro; **Setor Internacional** • Cássio Leite Vieira; **Repórteres** • Fred Furtado, Isabela Fraga e Ana Paula Monte; **Colaboraram neste número:** Bruno Baggio, Caroline Eidt, Luan Galani e Pedro de Figueiredo; **Revisoras** • Débora de Castro Barros, Elisa Sankuevitz e Maria Zílma Barbosa; **Secretária** • Theresa Coelho

**ARTE** • Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.

**Diretora de Arte** • Cláudia Fleury; **Programação Visual** • Carlos Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** • Luiz Baltar; (ampersand@ampersanddesign.com.br); **Diagramação** • João Gabriel Magalhães

**SUCURSAIS**

**NORTE** • Manaus • Coordenador científico • Ennio Candotti • Correspondente • Mariana Ferraz (mariana@museudaamazonia.org.br). End.: Museu da Amazônia – MUSA – Av. Constelação, 16, Conjunto Morada do Sol, Aleixo. CEP 69060-081 Manaus, AM. Tel.: (0xx92) 3236-5326.

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

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

**PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL** • Superintendente • Ricardo Madeira; • **Publicidade** • Sandra Soares; **Projetos educacionais** • Clarissa Akemi. End.: Rua Dr. Fabrício Vampré, nº 59 – Vila Mariana São Paulo – SP – CEP: 04014-020. Telefax: (0xx11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura** • Gerente • Fernanda L. Fabres. Telefax: (0xx21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br)

**REPRESENTANTES COMERCIAIS**

**BRASÍLIA** • Joaquim Barroncas – Tels.: (0xx61) 3328-8046/9972-0741.

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

**RECURSOS HUMANOS** • Luiz Tito de Santana

**EXPEDIÇÃO** • Gerente • Adalgisa Bahri

**IMPRESSÃO** • Ediouro Gráfica e Editora Ltda.

**DISTRIBUIÇÃO** • Fernando Chinaglia Distribuidora S/A

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



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

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

APOIO:



ATENDIMENTO AO ASSINANTE E NÚMEROS AVULSOS

**0800 727 8999**

NO RIO DE JANEIRO 21 2109-8999

**CH On-line** [www.ciencia.org.br](http://www.ciencia.org.br)  
[chonline@cienciahoje.org.br](mailto:chonline@cienciahoje.org.br)

**PARA ANUNCIAR** TELFAX.: 11 3539-2000  
[cienciasp@cienciahoje.org.br](mailto:cienciasp@cienciahoje.org.br)

## 26 Criptografia quântica: os desafios de gerar códigos invioláveis

A computação quântica, ainda em desenvolvimento, poderá decifrar os complexos códigos que protegem hoje as compras e transações bancárias na internet. Mas já vem sendo testada uma forma inviolável de codificar dados, baseada em propriedades atômicas. É a chamada criptografia quântica.

Por Paulo Henrique Souto Ribeiro

## 32 Redes mutualistas: pequenos mundos de interações entre animais e plantas

São muitos os exemplos de interações mutuamente benéficas entre animais e plantas, e desvendar como funcionam redes de parcerias é essencial para entender importantes processos ecológicos. A teoria de redes, surgida na matemática e na física, ajuda nessa tarefa.

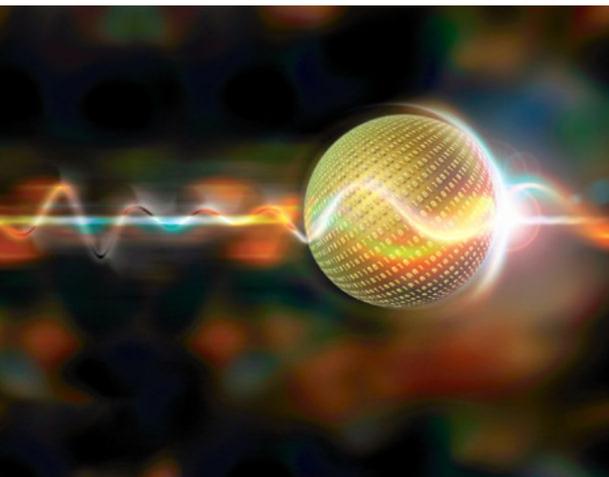
Por Marco Aurelio Ribeiro Mello

## 38 Ação afirmativa nas universidades públicas

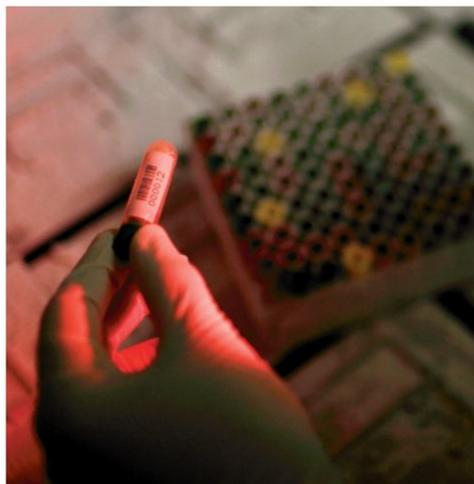
Políticas de ação afirmativa, como as cotas de acesso, já são adotadas na maioria das universidades públicas brasileiras. Estudo investiga como são essas medidas, a quem elas beneficiam e o que pensam do assunto os estudantes e os dirigentes das instituições.

Por Angela Randolpho Paiva





Capa: © Mike Agliolo/Corbis/Latinstock



## 44 Preservando para o futuro: a importância de um banco de tumores para a pesquisa sobre o câncer

O câncer é objeto de estudos científicos em todo o mundo, em busca de tratamentos mais eficazes. Um banco de amostras de tumores criado no Brasil fornece material para pesquisas e contribui para o esforço mundial de combate a essa doença.

Por Antônio Hugo J. F. Marques Campos,  
Dirce Maria Carraro e Emmanuel Dias-Neto

### O LEITOR PERGUNTA

- 6 As condições meteorológicas têm influência sobre a saúde humana?
- 6 O que são lençóis freáticos? Qual a importância deles?
- 7 Quando e como foi feito o primeiro mapa-múndi?
- 7 As ondas eletromagnéticas emitidas por telefones celulares podem afetar o desempenho de equipamentos elétricos em hospitais?

### ENTREVISTA

- 8 **Peter Grünberg**  
Física e música  
Cientista alemão fala do surgimento e das aplicações da spintrônica

### A PROPÓSITO

- 12 **Até as marmotas...**  
Desconfiança na ciência não se justifica diante de sua rica história

### MUNDO DE CIÊNCIA

- 13 **Prêmio Nobel 2010**
- 14 **FÍSICA O admirável mundo novo do carbono plano**  
Grafeno, uma descoberta recente, tem ampla gama de aplicações
- 16 **MEDICINA/FISIOLOGIA As duas faces de um avanço**  
Fertilização em laboratório aumentou as chances de gravidez
- 18 **ECONOMIA As ambiguidades de uma escolha**  
Teorias sobre mercado de trabalho são válidas para países ricos
- 20 **PAZ As nuances de um prêmio**  
Escolha de Liu Xiaobo, preso político na China, não foi casual
- 22 **QUÍMICA Os valores de uma descoberta**  
Catalisador permite quebra de ligações químicas mais difíceis
- 24 **LITERATURA O escritor como intelectual público**  
Chega a vez de Vargas Llosa, nome forte da ficção sul-americana

### EXATAMENTE

- 49 **Grafeno: o fundamental e o aplicado**  
Material é rico exemplo do encontro entre pesquisa básica e aplicada

### EM DIA

- 50 **A vez do plâncton**  
Expedição internacional investiga a vida microscópica marinha
- 52 **Mais barato e eficaz**  
Invento pode aumentar produtividade das usinas de biodiesel
- 54 **Uma praga com os dias contados**  
Técnica genética combate vírus que ataca criações de camarão
- 56 **Cuidado sob medida**  
Cofilina presente em tumores de pulmão indica tratamento ideal
- 58 **Estimulação magnética**  
Novo método pode ajudar recuperação de vítimas de derrames
- 60 **Festa da ciência em Caxambu**  
Política brasileira, drogas e outros temas em reunião da Anpocs
- 64 **Promessas da fronteira**  
Encontro debate possibilidades em áreas tecnológicas de ponta

### ENSAIO

- 66 **Criuli: fonte valiosa de pólen e óleo floral**  
Árvore importante para abelhas sem ferrão corre risco no Maranhão

### LINHA DO TEMPO

- 69 **Esclarecimento, reforma e religião**  
Reis europeus católicos defendiam política separada da religião

### FUTURO CIENTISTA

### MEMÓRIA

- 72 **A ciência vai ao campo**  
Cursos de veterinária foram iniciados no Brasil há 100 anos

### RESENHA

- 76 **Uma questão que diz respeito a todos**  
Resenha do livro *Raça como questão: história, ciência e identidades no Brasil*

### CARTAS

### QUAL O PROBLEMA?

- 79 **Um conto de Natal**  
Mentiras, verdades e uma charada para estimular o raciocínio

### SOBRE HUMANOS

- 80 **Limpeza literária**  
Condenação de livro de Monteiro Lobato abre precedente perigoso



ILUSTRAÇÃO LUIZ BALTAR

## ? O que são lençóis freáticos? Qual a importância deles?

PRISCILA KAUFFMAN, POR CORREIO ELETRÔNICO

Lençol freático é o nome usado popularmente para designar a superfície a partir da qual ocorre a água subterrânea ou a camada do subsolo saturada de água. O subsolo é composto por fragmentos materiais minerais ou orgânicos de diferentes tamanhos, e entre eles existem poros, ou 'vazios'. Na camada mais próxima da superfície do solo (onde ficam as raízes das plantas e animais, como formigas e minhocas), esses espaços são ocupados por água e ar – é a chamada zona não saturada. Abaixo desse nível, está a zona saturada, na qual os poros são totalmente preenchidos por água. A superfície freática é justamente o limite entre essas duas áreas, a zona não saturada e o aquífero freático.

Os aquíferos freáticos ocorrem em praticamente toda a área emersa do planeta e normalmente são alimentados pela água que escorre na superfície (chuvas, neve ou gelo derretidos) e se infiltra no solo. Eles têm grande importância ecológica: além de integrar o ciclo hidrológico, pois são responsáveis pela recarga de rios, determinam a dinâmica da vida no subsolo e influenciam a vida na superfície, por meio de seus afloramentos (como as nascentes). Os aquíferos são utilizados há milênios como fonte de água para consumo humano e para a agricultura, e sua proteção (contra a exploração excessiva ou o risco de contaminação por substâncias tóxicas) é uma das preocupações atuais de cientistas, autoridades sérias e organizações ambientais.

**Gerson Cardoso da Silva Júnior**

*Instituto de Geociências,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro*

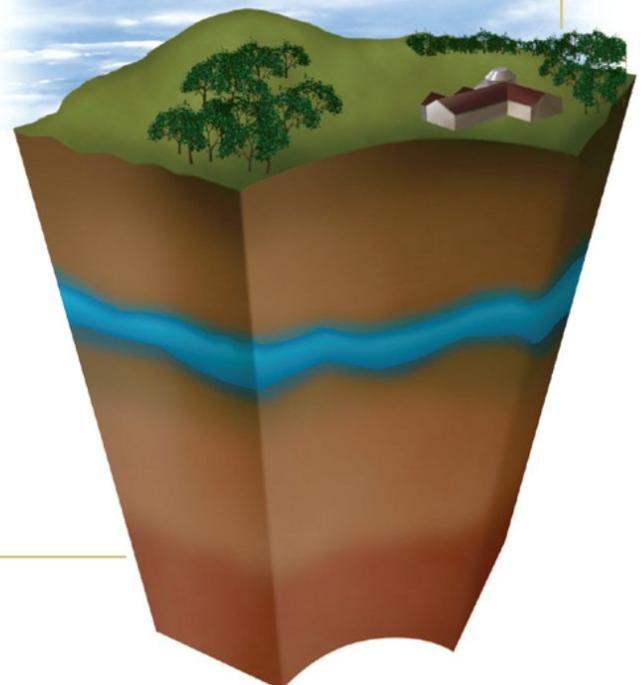


ILUSTRAÇÃO LUIZ BALTAR

## ? As condições meteorológicas têm influência sobre a saúde humana?

SAMIRA CASTRO, POR CORREIO ELETRÔNICO

As condições meteorológicas podem ter influência sobre a saúde humana, podendo inclusive ajudar na cura de algumas enfermidades, do mesmo modo que podem levar à morte. Pesquisadores têm registrado que a aplicação de apenas três milésimos de graus centígrados de temperatura sobre a pele humana é capaz de modificar a estrutura bioquímica do organismo humano (hormônios, sangue, balanço eletrolítico e funções do fígado).

O aumento da temperatura do ar é nocivo aos pacientes hipertensos (com pressão alta), porém pode favorecer aqueles que têm problemas de circulação sanguínea, como hemorroidas. Um indivíduo com essa enfermidade, que vive em clima quente, deve ser orientado pelo proctologista caso viaje para países com temperaturas muito baixas.

A oscilação da luz natural em dias de intensa insolação pode provocar crises em pessoas que sofrem de epilepsia. Indivíduos com tuberculose são completamente curados apenas com mudança de clima para altitudes acima de 1.500 metros, pois o bacilo da tuberculose não resiste a pequenas pressões parciais de oxigênio. Contudo, esse mesmo clima de altitudes elevadas pode matar pacientes com problemas cardíacos.

Variações de temperatura também produzem efeitos psicológicos. As baixas produzem estados depressivos e as altas, agitação e desconcentração de memória. Já a umidade baixa associada ao aquecimento do ar pode causar alucinações e, em casos extremos, até levar ao suicídio.

**José Clênio Ferreira de Oliveira**

*Instituto de Ciências Atmosféricas,  
Universidade Federal de Alagoas*



## Quando e como foi feito o primeiro mapa-múndi?

TAÍS SINTRA, POR CORREIO ELETRÔNICO

O primeiro mapa-múndi de que se tem notícia foi feito na Babilônia entre os séculos 7 e 6 a.C. Inscrito em argila cozida, esse mapa associava conhecimentos adquiridos por meio da prática cotidiana dos babilônios, representando parte da baixa Babilônia (atual região do Iraque), com concepções filosóficas acerca do mundo, como as apresentadas por Homero. Nesse período, a Terra era entendida como um disco plano rodeado por um rio de água salgada que ficava em constante movimento, chamado *Oceanus*.

Atualmente, o conceito de mapa-múndi é o de um mapa que representa a superfície terrestre em seu conjunto, apresentando os dois hemisférios (ocidental e oriental) lado a lado. O primeiro mapa-múndi feito de acordo com esse conceito é conhecido como Planisfério de Cantino (no alto). Elaborado em 1502



a mando de um espião italiano chamado Alberto Cantino, esse mapa foi o primeiro a representar o mundo conhecido de então, após a descoberta do continente americano. Foram usadas as informações fornecidas pelos navegadores sobre o contorno dos continentes, coletadas com a ajuda de instrumentos como o astrolábio, que servia para determinar a latitude em alto-mar. Além disso, o cartógrafo incluiu partes da Europa, Ásia e África, que já eram do conhecimento dos europeus na época.

**Amanda Estela Guerra**

Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística



## As ondas eletromagnéticas emitidas por telefones celulares podem afetar o desempenho de equipamentos elétricos em hospitais?

LUIZ HENRIQUE B. DOS SANTOS, FEIRA DE SANTANA/BA

O risco de interferências eletromagnéticas em equipamentos médico-hospitalares ainda não está totalmente eliminado; está apenas sob controle. Enquanto estiverem em operação gerações mais antigas desses equipamentos – cujos projetos não levavam em conta a possibilidade de aparelhos de comunicação móveis causarem interferências eletromagnéticas –, sempre haverá risco de essas interferências ocasionarem problemas no ambiente hospitalar.

No entanto, a situação está evoluindo para um quadro de maior imunidade dos equipamentos médico-hospitalares e de menores níveis de emissão por telefones celulares. Assim, à medida que os celulares vão sendo substituídos por aparelhos mais compatíveis com os equipamentos usados por médicos em hospitais, o risco de interferência eletromagnética vai se reduzindo. Mas enquanto a substituição não for completa, deve-se consi-

derar o risco de ocorrência do problema, que põe em perigo a segurança do paciente que depende do funcionamento adequado daqueles equipamentos.

É preciso considerar ainda que o ambiente hospitalar está se modificando com a invasão de novas fontes de emissão de radiações, como as redes *wi-fi*, entre outras. Embora essas tecnologias já tenham nascido em um contexto de preocupação com as interferências eletromagnéticas em equipamentos médico-hospitalares, ainda não há soluções totalmente seguras de redes sem fio que possam operar sem risco em hospitais.

**Sérgio Santos Mühlen**

Departamento de Engenharia Biomédica, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas

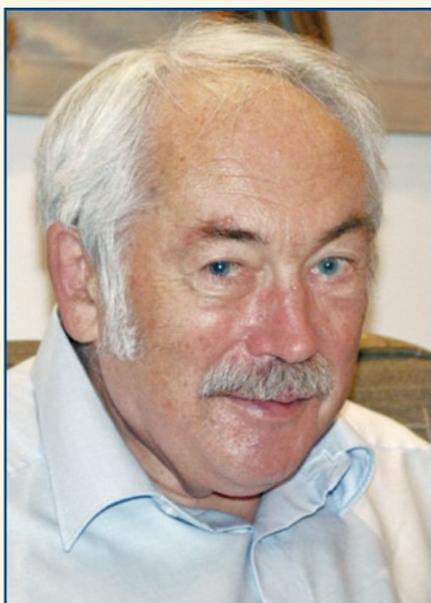


FOTO: SXC.HU

CARTAS PAR: AV. VENCESLAU BRÁS, 71 FUNDOS • CASA 27 • CEP 22290-140 RIO DE JANEIRO • RJ

CORREIO ELETRÔNICO: cienciahoje@cienciahoje.org.br

# FÍSICA E MÚSICA



FRED FURTADO

Você tem um *laptop*? E um tocador de mp3? Então você pode agradecer ao físico alemão Peter Grünberg, um dos descobridores do efeito de magnetorresistência gigante. Esse fenômeno levou à criação de cabeçotes de leitura mais sensíveis, permitindo a produção de discos rígidos menores e com maior capacidade de armazenamento de informações. A descoberta, que contou com a participação de um brasileiro, o físico Mario Baibich, rendeu o prêmio Nobel de Física de 2007 para Grünberg (dividido com o físico francês Albert Fert, que descobriu o efeito ao mesmo tempo) e deu origem a um novo campo de estudo, a spintrônica (ver ‘O que é spintrônica?’ e ‘Promessas da fronteira’, nesta edição). O físico alemão esteve recentemente no Brasil, para participar da 1ª Escola de Ciência Avançada de Spintrônica e Computação Quântica, realizada na primeira semana de novembro em São Carlos (SP). Grünberg, que voltou a assumir um posto de pesquisador no Centro de Pesquisa de Jülich (Alemanha) após ganhar o Nobel, concedeu esta entrevista à *Ciência Hoje* durante o evento. Ele falou da sua descoberta, de seu interesse por música e da importância de se passarem conceitos complexos de maneira simples. “Tenho satisfação quando consigo fazer isso”, afirma.

## Peter Grünberg

**Fred Furtado**  
*Ciência Hoje/RJ*

### O que o levou a estudar o efeito da magnetorresistência gigante?

Durante minha estada nos Estados Unidos e Canadá, aprendi a trabalhar com espectroscopia de Raman, experimentos de espalhamento da luz, para determinar os níveis energéticos de certos íons no mineral granada. Gostei bastante dessa técnica e, quando voltei para a Alemanha, a usei para estudar semicondutores magnéticos, como o óxido de európio. Na mesma época, outra técnica foi desenvolvida, a espectroscopia de Brillouin, que trabalhava com o espalhamento da luz para frequências muito pequenas. Decidi então que queria trabalhar com esse novo método, pois, por causa da minha experiência com Raman, poderia comparar as duas técnicas.

Nos dois anos seguintes, investiguei os semicondutores magnéticos e consegui publicar alguns artigos. Mas queria ampliar meu conhecimento sobre diferentes materiais, por isso usei a espectroscopia de Brillouin para estudar outros sistemas, como o ferro e outras substâncias ferromagnéticas. Após algum tempo, achei que havíamos aprendido o suficiente sobre esses materiais em camada única e decidimos ampliar as possibilidades empregando mais camadas: duas ferromagnéticas separadas por uma camada feita de um metal não magnético, como ferro-cromo-ferro ou cobalto-cobre-cobalto. Ganhamos experiência o suficiente para investigar o alinhamento dos campos magnéticos das duas camadas. Tentamos por dois anos obter esse efeito e, durante um sabático nos Estados Unidos, obtive sucesso. Mas claro que havia a expectativa de se ter alguma aplicação. Acharmos interessante verificar a variação de resistência elétrica do material quando se alterava a magnetização de paralela para antiparalela. Se aplicássemos um campo magnético forte, poderíamos mudar essa orientação e, conseqüentemente, a resistência.

A IBM começou a trabalhar em sensores para explorar esse efeito. Ao mesmo tempo, Albert Fert, que sabia dos nossos experimentos, fez o mesmo, só que usou 30 camadas e achou um efeito ainda maior. A física era a mesma, mas as aplicações subsequentes só usaram três camadas, como em nossos experimentos, pois o aumento da intensidade do efeito não melhorava a razão sinal-ruído, além de ser mais difícil criar 30 camadas.

### O senhor esperava que sua descoberta desse origem a um novo campo na física, o da spintrônica?

Não posso dizer que pensei nisso na época, mas de vez em quando eu pensava que, antes dessas pesquisas, o foco era em materiais ferromagnéticos de camada única, nos quais não há o fenômeno de transferência – os elétrons permanecem na mes-

ma camada. Uma das características importantes da spintrônica é essa passagem dos elétrons por uma camada intermediária. Isso é verdade para todos os fenômenos estudados sob o nome da spintrônica. Nesse sentido, esse tipo de pesquisa é um campo novo. Mas não fomos os primeiros a trabalhar nisso. [O físico norte-americano] Ivan Schuller, do Laboratório Nacional Argonne, em Chicago [Estados Unidos], também pesquisou essas estruturas, assim como outras pessoas. Sempre pensávamos que estávamos desenvolvendo novas técnicas para identificar novos efeitos, o que acabou acontecendo. Esses fenômenos de acoplamento foram encontrados por nós porque tínhamos essa técnica de espalhamento da luz, que era nova e pouco usada na época, além de muito elaborada e pouco convencional. Às vezes, precisa-se de métodos não convencionais para achar fenômenos igualmente não convencionais.

**Às vezes, precisa-se de métodos não convencionais para achar fenômenos igualmente não convencionais**

### O efeito de magnetorresistência gigante permitiu a criação de discos rígidos capazes de armazenar gigabytes de informação. Qual o futuro da memória de computadores?

A memória de acesso aleatório magnética [MRAM, na sigla em inglês] ainda está bem viva e muitos pesquisadores estão trabalhando nisso. Esse é um conceito que já existe há muito tempo na forma da memória com núcleo de ferrita. Mas esses núcleos são relativamente volumosos, embora tenham apenas 1 milímetro de diâmetro, e requerem muita energia para serem remagnetizados, gerando efeitos térmicos e outros problemas. Essa questão da eficiência energética é importante, pois as estimativas dizem que toda a energia gasta em computadores no mundo equivale àquela gasta no controle do tráfego aéreo mundial. É por isso que muita gente passou a investigar a memória de acesso aleatório dinâmica [DRAM, na sigla em inglês], mas que tem a desvantagem de ser volátil – a informação se perde quando se desliga o computador.

### Na sua autobiografia da página do Nobel, o senhor diz que sempre tenta descrever novos fenômenos com imagens simples. Por quê?

Tenho satisfação quando consigo fazer isso. Não gosto de dizer que uma coisa é tão simples que bas-

**Essa questão da eficiência energética é importante, pois as estimativas dizem que toda a energia gasta em computadores no mundo equivale àquela gasta no controle do tráfego aéreo mundial**

ta prestar atenção mais detalhadamente. Muitos sistemas não são tão simples assim – é preciso se esforçar para aprender várias leis físicas. Não é à toa que se precisa estudar por cerca de 10 anos para se atuar como físico. Por isso não posso simplesmente dizer que algum fenômeno ou sistema seja fácil. Mas também não posso pedir que outras pessoas estudem 10 anos de física para lhes explicar algo, por isso procuro encontrar modelos simples, porém verdadeiros, para transmitir conhecimento. Entender como mundo e matéria funcionam dá muita satisfação. Por exemplo, ver um macarrão no almoço e saber que ele é um polímero e se comporta de maneira distinta de uma estrutura cristalina. Gosto disso e de passar essa sensação para outras pessoas.

**O QUE É SPINTRÔNICA?**

O nome spintrônica vem de ‘eletrônica baseada em spin’. O *spin* é uma característica do elétron – como se fosse uma agulha de bússola – e, na presença de um fraco campo magnético, pode estar em dois estados: ‘para cima’ ou ‘para baixo’. Essa diferença de estados pode ser usada em várias aplicações, como memórias de computador e sensores magnéticos. A spintrônica nasceu com a descoberta do efeito de magnetorresistência gigante.

Duas camadas de um material ferromagnético, como o próprio ferro, separadas por outra camada de um metal não magnético, podem ter seus campos magnéticos com a mesma orientação (paralelos) ou não (antiparalelos). Se uma corrente elétrica for passada por esse dispositivo, a condutividade será maior se os campos forem paralelos, pois os elétrons que tiverem um *spin* na mesma orientação que os campos passarão sem problemas. Elétrons com *spin* diferente terão mais dificuldade. Se os campos forem antiparalelos, então a passagem de todos os elétrons será dificultada. Nesse caso, a resistência elétrica do dispositivo é maior.

**O senhor acha que eventos como a Escola de Spintrônica e Computação Quântica são importantes?**

Sim. Essa é uma escola muito boa. Não estou tão familiarizado com a computação quântica, mas é muito interessante. Se será um sucesso no futuro, não sei, mas

há muitas questões físicas interessantes sobre mecânica quântica. Há coisas muito peculiares na mecânica quântica, pois há muitos fenômenos na natureza que não se comportam como esperaríamos.

**Além da física, o senhor se interessa por música, não?**

Sim, toco um violão-harpa. De fato, estou tentando combinar esses dois interesses. Estou investigando a razão pela qual achamos determinadas músicas harmoniosas, enquanto outros acordes são desconfortáveis e ‘duros’. Um físico famoso na Alemanha, Hermann von Helmholtz [1821-1894], também estudou o caráter melodioso da música. Ele atribuiu esse fenômeno aos harmônicos superiores. Quando um som é produzido, como o de uma corda de violão, o tom fundamental tem vários outros tons sobrepostos a ele, mas que não percebemos. Um violão será diferente de uma flauta, e isso se deve aos harmônicos superiores. Helmholtz descobriu que um som considerado ‘ruim’ tem poucos harmônicos superiores e por isso parece desconfortável. Atualmente, no *jazz*, só se tem esses tons ‘duros’, mas antigamente os músicos os evitavam. Bach começou a introduzir esses elementos para tornar sua música mais interessante. É como na culinária, em que se adicionam temperos, como pimenta, para alterar o sabor da comida e torná-lo diferente.

**Por que o senhor se define como um ‘magnetista reentrante’?**

Inventei esse termo há algum tempo. Magnetismo reentrante é quando o magnetismo desaparece em determinado valor de algum fator, como pressão e temperatura, mas depois retorna. No meu caso, o fator relevante foi a idade, pois quando ganhei o Nobel, três anos após minha aposentadoria, meu instituto me ofereceu um novo cargo. Estou muito feliz com esse posto, mas tudo tem seu limite e não sei quanto tempo poderei continuar – tenho doença de Parkinson. Curiosamente, apesar do tremor nas mãos causado pela doença, não tenho dificuldade em tocar meu violão-harpa, e isso me deixa muito feliz. ■



# Até as marmotas...

**Franklin Rumjanek**



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

No olhar da sociedade, a ciência ora é respeitada e louvada, ora é encarada com extrema suspeita e hostilidade. Os debates que envolvem (ainda) evolução e religião, células-tronco e o aquecimento global são exemplos típicos de temas que provocam essa perturbadora oscilação. Esse é um fenômeno curioso porque, com sua rica e longa história, a ciência já teve inúmeras oportunidades de demonstrar sua robustez, o que deveria ter garantido a ela credibilidade incontestante.

Pensemos nas leis da gravitação universal e da expansão do universo, elaboradas por dois cientistas, respectivamente Isaac Newton (1643-1727) e Edwin Hubble (1889-1953). Eles habitam um desprezível planeta (em tamanho relativo), mas essas leis valem para todo o inimaginavelmente grande universo. Só esse feito já deveria induzir reverência eterna pela ciência. No entanto, assim não é. Por ironia, toma vulto agora no Primeiro Mundo, mais especificamente nos Estados Unidos, uma onda de anticiência que aparentemente ganha cada vez mais adeptos.

O movimento tem se alimentado principalmente da questão do aquecimento global. O recente vazamento ilegal de mensagens eletrônicas trocadas ao final de 2009 entre cientistas ligados à climatologia pôs mais lenha na fogueira. O conteúdo das mensagens foi filtrado,

para sugerir que os pesquisadores estariam manipulando os dados e suprimindo a publicação de resultados conflitantes, que iriam contra a ideia de que o

aquecimento global está de fato acontecendo. Com base no viés introduzido, políticos norte-americanos de extrema direita passaram a defender a noção de que a ciência e os cientistas, independentemente da área de atuação, deveriam ser colocados no mesmo escaninho que as tradicionais ameaças à sociedade.

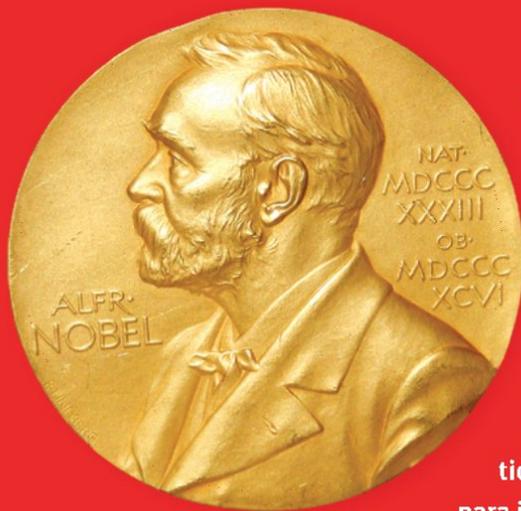
Um inquérito apurou que os pesquisadores, na verdade, comentavam entre si dados de difícil interpretação que não se encaixavam prontamente no panorama geral, e, para resolver os problemas, eles

até recomendaram a realização de mais análises. Enfim, uma situação normal em ciência. Ao final do inquérito, os cientistas foram inocentados da acusação de conduta antiética e mantiveram suas reputações intactas. No entanto, para a sociedade norte-americana, tem sido mais confortável engajar-se nessa onda anticientífica do que examinar criticamente os fatos que a cercam.

Parece que não bastam os frequentes e reais relatos sobre o derretimento das calotas polares e dos glaciares na Noruega e na Groenlândia, as novas epidemias, a iminente crise de falta de água potável e as extinções que pipocam ao nosso redor. Além desses efeitos mais visíveis da mudança do clima, chamam a atenção algumas observações mais discretas, mas não menos devastadoras em suas implicações. Artigo publicado em julho último na revista científica *Nature* (nº 466, p. 482) relata que, ao longo dos últimos 32 anos, o período de hibernação das marmotas da espécie *Marmota flaviventris* vem encurtando. Longe de ser apenas uma curiosidade isolada, o estudo de Ozgul e colaboradores mostra que as marmotas passam mais tempo ativas e, por isso, comem e se reproduzem mais do que antes. Em outras palavras, o aquecimento – regional ou global – também colabora indiretamente para aumentar a população de certas espécies e, é claro, diminuir a de outras, no caso as espécies de plantas que servem de alimento para as marmotas.

Qual a saída para tal dilema, que provoca amnésia temporária nas sociedades e leva à rejeição da estreita e milenar parceria entre civilização e ciência? Como sempre, a educação. Uma sugestão é copiar o modelo adotado pelos Alcoólicos Anônimos. Quem estiver em estado de negação deve se apresentar: “Meu nome é fulano e no momento não consigo acreditar na ciência”. Após essa purgação inicial, seria iniciado o tratamento, que consistiria apenas em abrir os olhos. Para apressar a cura, seria aconselhável entoar ‘mantras’ variados. Um deles, inspirado em Thomas H. Huxley (1825-1895), chamado em sua época de ‘bulldog de Darwin’, por sua defesa ferrenha da teoria da evolução, poderia ser: “Em ciência, a última instância de recurso deve ser sempre a observação e o experimento, e jamais a autoridade”.

Com sua rica e longa história, a ciência já teve inúmeras oportunidades de demonstrar sua robustez



Um dos alicerces do bom jornalismo – por sinal, lição também válida para as tramas do cotidiano – é que toda história tem duas ou mais versões. Popularmente, diz-se que é dever escutar ‘o outro lado’. Engalfinhadas nesse código de conduta estão as raízes da suposta imparcialidade da profissão.

As versões de um fato não são necessariamente contraditórias. Por vezes, ressaltam facetas – humanas e/ou materiais – surpreendentes de algo tido como anódino, inosso. Mas também servem para iluminar o lado obscuro de uma personagem ou de um acontecimento tidos como imaculados, sem nódoas.

Um dos méritos da coleção de comentários que *CH* reúne este ano sobre o mais famoso dos prêmios – haveria outro que despertaria tanta atenção da mídia e conferiria tamanho prestígio a seus ganhadores? – é o de expor o verso (ou avesso) – bom ou ruim – dos autores e dos temas premiados.

As categorias Física e Química, dadas pela Real Academia Sueca de Ciências (RASC), reforçam algo que já deveria ser lugar-comum: parte significativa do bem-estar da humanidade veio da ciência básica, ou seja, do estudo dos fenômenos da natureza. Sobre uma recém-descoberta forma de carbono – bidimensional – repousa a esperança de uma nova revolução, como foi a microeletrônica, cujos impactos sociais foram (e são) impressionantes. A inserção de um simples elemento químico (paládio) em reações químicas tem hoje boa dose do mérito pelo fato de a idade média dos humanos ter ido bem além dos 40 anos.

A escolha deste ano do Nobel de Economia, outra tarefa da RASC, mostra que a mídia – no Brasil, pelo menos – aceitou a indicação dos três premiados sem a devida crítica e contextualização.

O que poderia haver de injusto em uma técnica que transformou em pais milhões de casais inférteis no mundo? O Nobel de Fisiologia ou Medicina, a cargo do Instituto Karolinska, foi para a fertilização *in vitro*, descoberta com currículo invejável, sim; no entanto, aqui será dada ao leitor outra visão desse grande avanço médico.

Até que ponto o lado público – político – de Vargas Llosa atrasou seu reconhecimento pela Academia Sueca? Afinal, deve contar a obra ou a pessoa? Em tempo: parece persistir certa antipatia dessa academia pelos escritores norte-americanos. John Updike (1932-2009) foi-se; Philip Roth permanece.

Seguindo longa – e esperada – tendência, o prêmio da Paz teve nitidamente viés político. Com a premiação deste ano – um dissidente preso com posições econômicas liberais –, acirra-se, mais uma vez, no campo dos direitos humanos, o atrito entre a Fundação Nobel e o governo chinês.

Todos os anos, esta é a parte mais fácil desta abertura: a certeza do bom nível dos comentários e da alta qualidade de pesquisadores reunidos pela *CH*. Boa leitura.

**Cássio Leite Vieira**  
*Ciência Hoje/RJ*

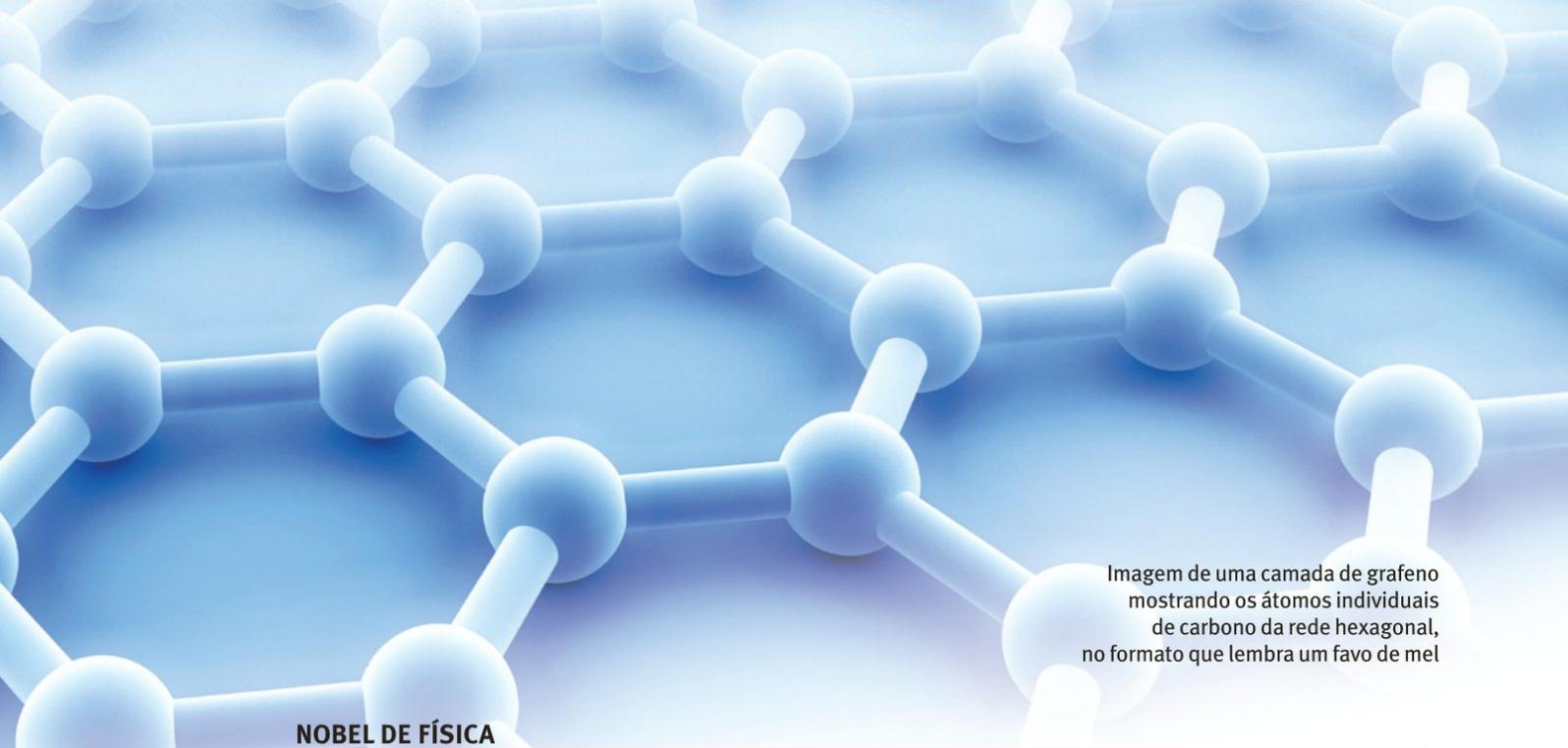


Imagem de uma camada de grafeno mostrando os átomos individuais de carbono da rede hexagonal, no formato que lembra um favo de mel

**NOBEL DE FÍSICA**

## O admirável mundo novo do carbono plano

**V**ivemos em um mundo tridimensional e nos custa pensar como seriam diferentes os fenômenos se essas dimensões fossem menores. Como seria viver em um plano? Ou ao longo de uma reta? Como vivenciar uma experiência do tipo Alice no país das maravilhas e se encontrar em um mundo achatado?

O elemento carbono parece se adequar perfeitamente a essas mudanças de dimensionalidade. As bem conhecidas versões tridimensionais (3D), a grafite e o diamante, já surpreendem por apresentarem propriedades físicas tão diferentes. Enquanto a grafite é maleável e preta, a pedra preciosa é transparente e um dos materiais mais duros da natureza. A primeira é boa condutora de eletricidade; a segunda, isolante.

Em 1984, foi descoberta uma versão molecular do carbono, o fulereno, que tem a forma de uma superminiatura de bola de

futebol, composta por 60 átomos de carbono. Sete anos depois, foi a vez da manifestação unidimensional do carbono, os chamados nanotubos de carbono, que também causariam uma revolução na física do estado sólido.

Porém, outra façanha estaria por vir. Em 2004, André Geim e Kostya Novoselov – este último com apenas 36 anos de idade – apresentaram a versão plenamente bidimensional (2D) do carbono. A dupla conseguiu isolar um único plano de carbono, a partir de uma técnica simples e barata. Esfoliando a grafite com um tipo de fita adesiva, eles conseguiram formar flocos constituídos de algumas camadas de grafite, que foram depositados sobre um substrato de silício. Usando um microscópio óptico, alguns desses flocos foram identificados como planos isolados de carbono que apresentavam as propriedades físicas

esperadas para um material em 2D. Esse material de carbono formado por uma única camada atômica bidimensional foi chamado grafeno.

Geim comenta que, na verdade, qualquer pessoa escrevendo com um lápis comum pode já ter obtido grafeno, pois é possível que apenas uma camada de grafite tenha ficado depositada sobre o papel. O difícil não seria fazer a camada única, mas sim identificá-la. Além dos processos de esfoliação mecânica – e, principalmente, pensando em possíveis aplicações na indústria –, outras técnicas já têm sido exploradas para fabricar grafeno, uma delas baseadas na decomposição a vapor de hidrocarbonetos.

E por que isso chamou tanto a atenção e vem sendo a coqueluche dos últimos anos da comunidade mundial de físicos?

Na verdade, os físicos já estudam há muitos anos proprieda-

des eletrônicas de outros sistemas quase bidimensionais, e seus resultados têm sido aplicados, por exemplo, no funcionamento de *chips* de computadores modernos. Uma diferença básica é a espessura considerada nesses sistemas, que varia entre 10 e 1 mil angström (1 angström equivale à 0,1 bilionésimo de metro). No caso dos grafenos, essa espessura é de fato do tamanho de um átomo, ou seja, 1 angström.

No grafeno, os átomos de carbono formam uma estrutura hexagonal – que lembra um favo de mel, como mostra a figura –, cheia de simetrias marcantes que levam a propriedades eletrônicas e mecânicas ainda mais fascinantes. Esse ordenamento, que aparenta não exibir qualquer tipo de distorção ou defeito em sua estrutura, é responsável por ligações interatômicas altamente flexíveis que transformam o grafeno em um material mais duro do que o diamante e ainda capaz de se distorcer quando forças mecânicas são aplicadas a ele.

É ainda a qualidade do ordenamento atômico do grafeno que permite a esse material ser um excelente condutor de eletricidade. No caso, os elétrons viajam na estrutura de forma balística: deslocam-se sem sofrer colisões (espalhamentos) locais, pois não há a presença de ‘obstáculos’ (defeitos). Além disso, viajam com uma velocidade muito alta, como se suas massas fossem menores do que a de elétrons em metais e materiais semicondutores.

Cabe salientar que, em 1947, as propriedades eletrônicas do grafeno – um sistema idealizado e ainda não sintetizado na época – já haviam sido estudadas e publicadas pelo físico canadense Philip Richard Wallace (1915-2006).

Após 2004, o grafeno se tornou, em pouco tempo, um campeão nas apostas em possíveis aplicações tecnológicas. Isso graças à alta



qualidade de suas propriedades mecânicas, às relacionadas ao transporte elétrico, à condução de calor, entre outras. Além disso, esse material ainda apresenta várias manifestações de aspectos quânticos, ou seja, aqueles que são observáveis em entidades atômicas e subatômicas.

O Brasil vai muito bem na pesquisa científica com materiais à base de carbono – incluindo a musa do momento, o grafeno. Desde o ano passado, funciona o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Nanomateriais de Carbono, reunindo cerca de 50 pesquisadores doutores de várias instituições nacionais. Essa equipe já produz amostras de grafeno por esfoliação mecânica e iniciou o processo de produção de grafenos por deposição a vapor. O grupo vem também caracterizando as propriedades eletrônicas, ópticas e de transporte elétrico do grafeno, com grande destaque no cenário internacional.

De fato, existe uma expectativa da comunidade científica de que o grafeno venha tomar o lugar do silício, seu vizinho na tabela periódica. Essa substituição permitiria a elaboração de *chips* ainda me-

**Andre Geim.** Nasceu em Sochi (Rússia) em 1958. Doutor em física (1987) pelo Instituto de Física do Estado Sólido de Chernogolovka (Rússia). Diretor do Centro Manchester para Mesociência e Nanotecnologia e pesquisador da Universidade de Manchester (Inglaterra).

**Kostantin Novoselov.** Nasceu em Nizhny Tagil (Rússia) em 1974. Doutor em física (2004) pela Universidade de Nijmegen (Holanda). Pesquisador da Universidade de Manchester (Inglaterra).

nores e mais rápidos, muito sonhados pela indústria da microeletrônica. Há muito ainda a ser investigado, analisado e testado antes que várias das previsões sejam confirmadas, o que torna o jogo das descobertas científicas ainda mais interessante e desafiador.

Em tempo: em 2000, Geim e o físico britânico Michael Berry ganharam o prêmio Ig Nobel de Física, paródia norte-americana do Nobel. Motivo: eles foram autores de um experimento no qual obtiveram, por meio da ação de um campo magnético, a levitação de um... sapo!

**Andrea Latgé**  
Instituto de Física,  
Universidade Federal Fluminense

# As duas faces de um avanço

O prêmio Nobel em Fisiologia ou Medicina deste ano foi dado a Robert G. Edwards, renomado pesquisador inglês na área de reprodução humana pelo brilhante aporte ao conhecimento da fisiologia reprodutiva em humanos que culminou com o primeiro caso bem-sucedido no mundo de fertilização *in vitro* (FIV). É quase certo que o prêmio seria compartilhado com o parceiro de Edwards nesses trabalhos, o ginecologista Patrick Steptoe (1913-1988), caso ele estivesse vivo.

Na verdade, o trabalho que deu o Nobel a Edwards começou muitos anos antes, com outros pesquisadores que conseguiram realizar o sonho da fertilização *in vitro*, porém em animais (coelhos). Entretanto, o mérito de

Edwards foi conseguir pela primeira vez esse feito em humanos. Essa técnica possibilitou até agora que mais de 4 milhões de mulheres/casais alcançassem o desejo de ter um filho biológico, em situações em que antes era impossível, como no caso de mulheres em que as trompas estão entupidas ou de homens que não produzem espermatozoides.

Porém, o mais importante do prêmio – a meu ver – não foi a técnica ter permitido milhões de gravidezes no mundo, mas, sim, o fato de a FIV ter possibilitado médicos, embriologistas, fisiologistas e demais profissionais envolvidos nesse tema entender em profundidade o mecanismo fisiológico da interação entre os dois gametas, o feminino (oócito)

e o masculino (espermatozoide). Esse conhecimento é de fundamental importância não apenas para compreender os processos reprodutivos de gerar uma criança *in vitro* – popularmente denominada bebê de proveta –, mas também entender os casos menos frequentes, como o de mulheres que engravidam e abortam em repetição, patologia muito pouco estudada e entendida.

Os experimentos que levaram à FIV começaram observando a fecundação nos peixes. Nela, a fêmea coloca os ovos na água, e estes são fertilizados pelo macho, cujos espermatozoides ‘nadam’ em busca dos ovócitos. No fundo, a FIV, como hoje a conhecemos, é uma modificação da reprodução aquática dos peixes e só tem sido possível mediante o

FOTO CC STUDIO/SCIENCE PHOTO LIBRARY/SPN/DC/LATINSTOCK

Injeção de espermatozoides diretamente no ovócito, que depois será implantado no útero da paciente



uso de alta tecnologia, assim como o desenvolvimento de meios de cultura modernos e estáveis de células.

Esse aprendizado e aprimoramento técnico levaram ao desenvolvimento de uma nova técnica, variante da FIV, a ICSI (sigla, em inglês, para injeção intracitoplasmática de espermatozoides), com a qual é possível, caso o número de espermatozoides seja muito baixo, obter um desses gametas masculinos e, mediante o uso de um microscópio especial, injetá-lo em um óvulo.

Entretanto, além do avanço da ciência em relação ao conhecimento reprodutivo na espécie humana, a FIV e a ICSI trouxeram distorções e iniquidades. A primeira veio para resolver o problema de milhões de mulheres/casais que não poderiam engravidar pelo meio natural. Mas a vontade de ganho econômico fácil por parte de muitos profissionais de saúde e a possibilidade de gerar uma criança 'mais rapidamente' têm levado a distorções. A principal delas é que

muitos casais que poderiam engravidar espontaneamente são colocados em programas de FIV de forma prematura. Além disso, não há limites éticos nessa área no Brasil, e isso tem levado a que mais e mais casais tenham gravidezes duplas, triplas ou maiores, apenas pelo fato de que médicos inescrupulosos colocam mais de um embrião no útero, oferecendo maior garantia de êxito, quando, na verdade, a transferência de um único embrião obtém taxas de gravidez similares.

Além disso, no Brasil, os programas de reprodução assistida são de uma grande iniquidade. Por um lado, clínicas privadas, que são a maioria no país, cobram preços altíssimos por um ciclo de tratamento, mas oferecem resultados aquém do esperado, quando comparados àqueles obtidos nos Estados Unidos ou na Europa. Por outro lado, há a agravante de que o número de gravidezes de gêmeos, trigêmeos ou de mais fetos chega quase a 50%, quando, também nos Estados Unidos ou na Europa, não

ultrapassa os 22%. Isso mostra que, irresponsavelmente, está sendo transferido maior número de embriões do que o necessário. É importante que se diga que as gravidezes múltiplas trazem sérios problemas para a saúde da mãe e dos fetos, assim como consequências sociais para essas famílias após o nascimento.

Além disso, no Brasil, os procedimentos de reprodução assistida estão restritos – quase que em sua ampla maioria – a casais abastados da sociedade. O setor público da medicina praticamente não oferece esse tipo de serviço e, quando o faz, cobra parte do tratamento dos pacientes, violando o espírito do Sistema Único de Saúde. São os casais mais pobres os que, majoritariamente, precisam desses procedimentos, pois, entre eles, é maior o número de pessoas com doenças sexualmente transmissíveis, o que leva à obstrução, nas mulheres, das trompas, e, nos homens, dos condutos deferentes – problemas com solução só pela via dos procedimentos de reprodução assistida.

Considero que o Nobel dado a Robert Edwards foi merecido, porque ajudou a ciência a compreender os fenômenos reprodutivos como nunca antes havíamos visto. Isso, como foi dito, possibilitou que milhões de casais tivessem filhos, mas, além disso, abriu as portas para o futuro desenvolvimento de novos métodos contraceptivos que não desregulem o equilíbrio hormonal da mulher, mas que – espera-se – sejam capazes de interferir no processo de fecundação em si.

#### **Luis Bahamondes**

*Departamento de Tocoginecologia, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (SP)*



**Robert G. Edwards.** Nasceu em Batley (Inglaterra) em 1925. Doutor em medicina (1955) pela Universidade de Edimburgo (Escócia). Professor emérito da Universidade de Cambridge (Inglaterra).



## NOBEL DE ECONOMIA

## As ambiguidades de uma escolha

**I**mpressiona o fato de a mídia brasileira anunciar o prêmio Nobel de Ciências Econômicas deste ano a três economistas da temática do trabalho sem a devida referência crítica a seus estudos e suas proposições teóricas. Mesmo que os contemplados, Peter Diamond, Dale Mortensen e Christopher Pissarides, tenham algum destaque na literatura especializada que trata do mercado de trabalho, eles estão longe de serem unanimidades mesmo nas economias ricas, cuja natureza da problemática do desemprego não é necessariamente a mesma que aquela nos demais países.

Como se sabe, o desemprego representa um problema permanente nas economias capitalistas, uma vez que a plena ocupação da força de trabalho somente tem ocorrido em poucos países – geralmente, de forma pontual e

localizada no tempo. Não obstante o consenso a esse respeito, prevalece inegável controvérsia sobre as causas do desemprego e, por consequência, as receitas necessárias a seu contínuo enfrentamento. Duas importantes linhas teóricas dividem o debate acerca do desemprego no capitalismo, sendo a primeira insulada exclusivamente no interior do funcionamento do mercado de trabalho (oferta e demanda de mão de obra). A restrição a variáveis endógenas do mercado de trabalho favorece a proliferação de estudos e pesquisas a respeito das decisões de busca de emprego e do perfil educacional e de treinamento dos ofertantes de força de trabalho.

A segunda linha teórica parte do pressuposto de que o desemprego não é determinado fundamentalmente pelo funcionamento do mercado de trabalho, mas

pela dinâmica mais geral da economia. Dessa forma, os estudos e as pesquisas que tratam das estruturas do funcionamento da economia (mudanças tecnológicas; capacidade de os estados nacionais realizarem políticas autônomas de defesa da produção e do emprego; políticas de distribuição de renda; grau de internacionalização da produção e de inserção econômica mundial etc.) assumem maior relevância na explicação do desemprego e de seu tratamento.

Se se considerarem os últimos 10 anos, observa-se que o prêmio Sveriges Riksbank (ou, mais popularmente, prêmio Nobel de Economia) – criado em 1968, na celebração dos 300 anos de aniversário do Banco Central da Suécia, em memória de Alfred Nobel – foi concedido três vezes a estudiosos do tema do trabalho, identificados teoricamente com

a primeira linha explicativa do desemprego. Em 2000, por exemplo, James Heckman, juntamente com Daniel McFadden, recebeu o Nobel de Economia por suas pesquisas em educação e escolhas individuais no mercado de trabalho, seguido, em 2006, pela premiação de Edmund Phelps, em função de suas investigações sobre a relação entre o desemprego e a inflação. Este ano, a temática do desemprego – mais precisamente, a defesa da flexibilização no funcionamento do mercado de trabalho – voltou a ser objeto do Nobel de Economia, por meio dos estudos de Diamond, Mortensen e Pissarides.

Em síntese, os três economistas laureados este ano partem do pressuposto de que a existência do desemprego não indica necessariamente a ausência de empresas interessadas em contratar mão de obra, o que recoloca em xeque a hipótese teórica de encontro automático da oferta com a demanda de mão de obra. O possível desemprego friccional resultante dos ruídos no interior do mercado de trabalho não seria suficiente para explicar o preço da mão de obra (salário/custo), pois haveria situações de escassez de mão de obra para empresas em meio à existência de pessoas sem emprego e que procuram trabalho.

Assim, as propostas que derivam dessa percepção teórica, valorizada pela Academia Real de Ciências da Suécia, colocam mais água no moinho do receituário neoliberal predominante nas duas últimas décadas, por meio da defesa da flexibilização do mercado de trabalho e dos cortes nos benefícios sociais, bem como da redução dos custos de demissão. Os aspectos referentes à regulação pública do mercado de trabalho (legislação social e trabalhista, valor do salário mínimo, previdência social,

### Christopher Pissarides.

De nacionalidade britânica, nasceu em Nicósia (Grécia) em 1948. Doutor em economia (1973) pela London School of Economics, onde é professor desde 1976.

**Dale Mortensen.** Nasceu em Enterprise (Estados Unidos) em 1939. Doutor em economia pela Universidade Carnegie Mellon (Estados Unidos). Professor da Universidade Northwestern desde 1965 e da Escola de Administração Kellogg desde 1980.

**Peter Diamond.** Nasceu em Nova York (Estados Unidos) em 1940. Doutor em economia (1963) pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), Estados Unidos. Professor do MIT.

Pissarides



FOTO STEFAN WERNICHT/REUTERS

Diamond

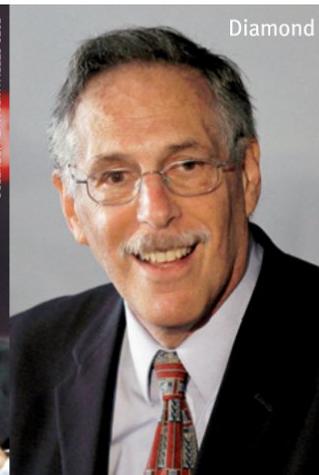


FOTO BRIAN SNIJDER/REUTERS



Mortensen

© MARTIN DAM KRISTENSEN/EPA/CORBIS/LATINSTOCK

entre outros) terminam sendo tratados como possíveis barreiras microeconômicas ao estabelecimento do salário como ponto de equilíbrio entre os ofertantes e os contratantes de mão de obra. Ou seja, quanto menor a intervenção pública no mercado de trabalho (flexibilidade plena), maiores tendem a ser as chances do melhor enfrentamento do desemprego dos trabalhadores.

Pela crise internacional de 2008, tornou-se possível perceber que nas economias ricas – especialmente naquelas com o funcionamento do mercado de trabalho mais flexível, como no caso dos Estados Unidos – houve maior e mais grave desemprego que a menos flexível relação de trabalho vigente na União Europeia. Já para as economias não desenvolvidas – inclusive nas menos afetadas pela recessão

global e que agora respondem pela maior parte da recuperação mundial –, os problemas do mercado de trabalho são de outra natureza, com a crescente escassez de mão de obra qualificada em face do forte crescimento da produção. Para isso, contudo, os estudos dos três economistas premiados pelo Nobel de Economia deste ano parecem pouco contribuir.

### Marcio Pochmann

*Instituto de Economia e Centro de Estudos Sindicais e de Economia do Trabalho, Universidade Estadual de Campinas (SP) e Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)*

# As nuances de um prêmio

A escolha de Liu Xiaobo, ativista e preso político chinês, para o Nobel da Paz deste ano, guarda uma série de nuances ainda pouco ventiladas no debate público do lado de cá do hemisfério. Formalmente, Liu foi escolhido pelo Comitê Norueguês por ser um “porta-voz de direitos humanos fundamentais na China”. Na prática, sua escolha é parte de uma mobilização de longa data levada a cabo dentro e fora da China pelo aumento das liberdades individuais e po-

líticas no país, e, por isso, foi recebida com muita esperança por observadores.

No entanto, também guarda um aspecto político e ideológico em geral pouco mencionado: Liu é, entre todos os ativistas chineses presos, o mais alinhado ao pensamento econômico liberal e às instituições políticas majoritárias no Ocidente. E, por isso, sua indicação tem sido recebida com ceticismo entre outros ativistas e intelectuais críticos na China.

Escritor e professor de literatura da Universidade Normal de Beijing, Liu foi condenado a 11 anos de prisão no final do ano passado por ser o principal responsável pelo *Charter 08*, um manifesto pró-liberdades políticas, individuais e de mercado. O documento circulou brevemente na internet até ser bloqueado pelos censores chineses quando havia coletado cerca de 10 mil assinaturas. Os 19 pontos apresentados misturam um pacote variado de

Manifestação em Hong Kong, em outubro deste ano, pede a libertação de Liu Xiaobo



FOTO BOBBY VIB/REUTERS

direitos políticos vinculados a uma democracia representativa até demandas particulares de um modelo neoliberal, incluindo desde eleições diretas e independência dos três poderes, passando por liberdades de expressão e religiosa, até liberalização financeira, proteção à propriedade privada e transferência de ativos do Estado para a iniciativa privada.

Alguns dos pontos defendidos pelo *Charter 08* são parte do debate público chinês, mas outros cruzaram a linha invisível imposta pelo governo central e que separa o que pode e o que não pode ser criticado dentro de um país onde as liberdades individuais permanecem sob intensa vigilância.

Nas últimas décadas, a China tem passado por um processo de aumento gradual das liberdades civis, com abertura das discussões políticas nas universidades e uso da mídia oficial para dar eco aos problemas e às insatisfações sociais. Mas o questionamento do monopólio político do Partido Comunista chinês é o principal tema proibido se tratado por uma perspectiva de organização das massas. Por isso, a condenação de Liu foi especialmente pesada e distinta da trajetória recente.

Fazia uma década que as condenações de dissidentes políticos vinham sendo reduzidas – uma forma de não pressionar demais, a ponto de levar à mobilização política em reação – e, em alguns casos, têm sido substituídas pelos obscuros ‘convites para tomar um chá’ com a polícia.

A reação interna de Pequim ao prêmio Nobel dado a Liu seguiu o roteiro dos velhos Estados autoritários: censura interna dos meios de comunicação e da internet para tentar diminuir a repercussão, bem como prisão domiciliar da mulher de Liu. Di-

versos editoriais e comentários foram publicados nas semanas seguintes nas versões em inglês dos jornais oficiais, nos quais o governo argumenta que o objetivo do Ocidente, com o desmonte político da China, é levar a uma derrocada similar à da União Soviética. E que os modelos políticos de democracia representativa – até por conta das inúmeras imperfeições que apresentam entre os países em desenvolvimento – não podem ser replicados na China.

O elemento novo foi o debate interno que evoluiu entre os intelectuais chineses, defensores da libertação de Liu, mas críticos de suas posições. O governo chinês mantém centenas de pessoas presas por motivos políticos, especialmente vinculados ao movimento trabalhista, às disputas por terra, às questões ambientais e religiosas e ao combate à Aids. E a escolha de Liu para receber o prêmio não é casual.

Além da defesa pública à invasão do Iraque pelo governo George W. Bush, Liu tem posições controversas em relação à aproximação com o Ocidente e à colonização. Em uma entrevista em 1988, ele atribuiu o desenvolvimento de Hong Kong aos 100 anos de colonização e argumentou que a China continental precisaria, por sua vez, de 300 anos de colonização para se parecer mais com Hong Kong. Em 2007, quando questionado se ainda sustentava a mesma posição, reforçou que, quanto mais ocidentalizada fosse a sociedade chinesa, mais progresso haveria.

Não há nenhuma novidade no caráter político do Nobel da Paz, concedido a Franklin Roosevelt (1881-1945), Al Gore e Barack Obama, mas nunca ao líder político e pacifista indiano Mahatma Gandhi (1869-1948), por exemplo. É evidente que, comparti-

FOTO HO NEW/REUTERS



**Liu Xiaobo.** Nasceu em Changchun (China) em 1955. Intelectual e ativista pelos direitos humanos e por reformas na República Popular da China. Desde 2003, é presidente da seção chinesa do Pen Clube, entidade internacional de escritores.

lhemos ou não das preferências de Liu pelo que ele chama de um “brilhante novo capítulo para a civilização chinesa”, a construção de sociedades livres e autônomas se dá necessariamente pela possibilidade de expressão de uma miríade de posições. Mas é a própria defesa da liberdade e de direitos humanos básicos que sai enfraquecida quando misturada com uma agenda política que faz uso do discurso universalista para tentar passar despercebida.

#### **Isabela Nogueira de Moraes**

*Instituto de Relações Internacionais,  
Pontifícia Universidade Católica  
do Rio de Janeiro*

# Os valores de uma descoberta

**N**ão é raro que uma descoberta premiada pelo Nobel de Química tenha não só grande valor científico – porque nos ajudou a entender fenômenos até então misteriosos –, mas também imensa importância comercial, por ser a base de aplicações médicas ou industriais com amplo mercado mundial.

Vejamos alguns casos interessantes nesse sentido.

Para a produção de fertilizantes na agricultura, por exemplo, a matéria-prima básica é a amônia, uma molécula simples,  $\text{NH}_3$ , que, para se formar, precisa usar simplesmente hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) e nitrogênio ( $\text{N}_2$ ). Mas a reação dessa síntese não acontece simplesmente pegando o  $\text{N}_2$ , que existe no ar (79%), e o  $\text{H}_2$ . Ela precisa de um

catalisador, um material simples – no caso, óxido de ferro – que permite, sob determinadas condições, formar a amônia. Esta, a seguir, produz uma série de outros compostos, até gerar fertilizantes.

Essa ideia foi desenvolvida pelo químico alemão Fritz Haber (1868-1934), em 1904, e deu a ele o Nobel de Química de 1918. Cerca de 15 anos depois, a indústria passou a aplicar o processo em grande escala, que é praticamente o mesmo até hoje, usado no mundo todo. Mais tarde, outros catalisadores mais ativos melhoraram essa síntese. Seria quase impossível estimar os ganhos desse setor industrial desde então.

Outro exemplo é a produção de polímeros, que nasceu em 1950. O Nobel de Química de 1963, da-

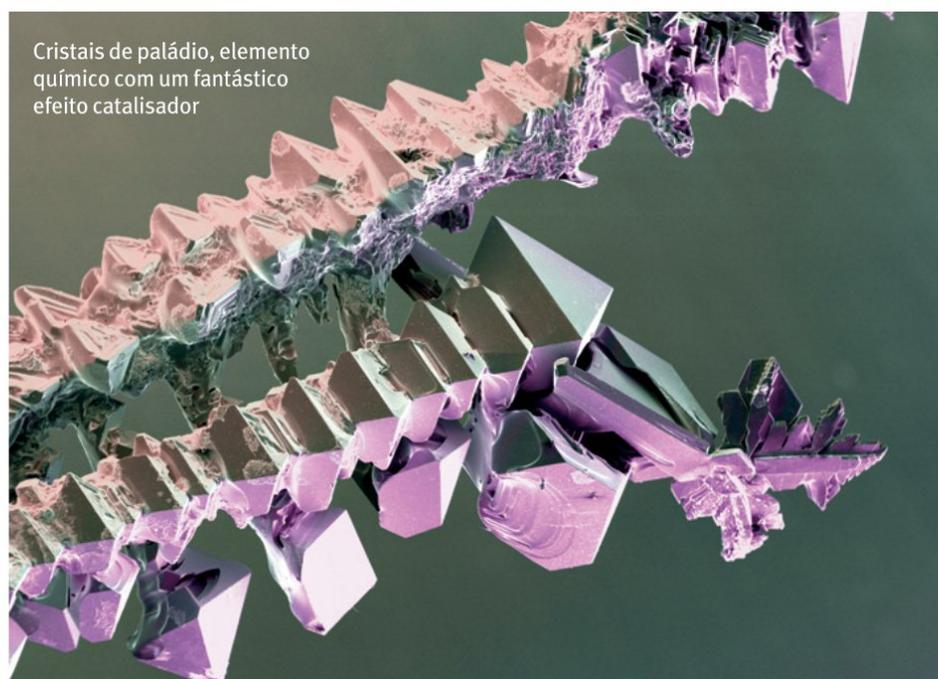
do ao alemão Karl Ziegler (1898-1973) e ao italiano Giulio Natta (1903-1979), foi um dos mais significativos para o mundo atual. Em 60 anos, houve uma evolução fantástica de materiais poliméricos, que passaram a substituir, por exemplo, chapas metálicas dos automóveis, tubos de perfuração de petróleo, material de mergulho etc. A lista de aplicações dos plásticos em nossa sociedade é longa.

Como nasceu a ideia de Ziegler e Natta?

Ambos fizeram uma experiência simples, usando uma olefina (tipo de hidrocarboneto) e um catalisador. Nela, observaram que, sob determinadas condições, formava-se um líquido amarelo, devido ao crescimento da cadeia carbônica, promovido por um catalisador (no caso, óxido de titânio ou apenas titânia). Exemplos semelhantes existem na produção de alimentos em que enzimas funcionam como catalisadores. Por exemplo, partindo-se do leite, chega-se a derivados, como iogurte; partindo-se de outras substâncias naturais, são produzidos os mais diversos remédios – para se ter uma ideia, sem os medicamentos produzidos por esses processos, a vida média dos humanos ainda estaria na faixa dos 40 anos.

Graças a essas estupendas reações químicas é que nós vivemos tanto tempo.

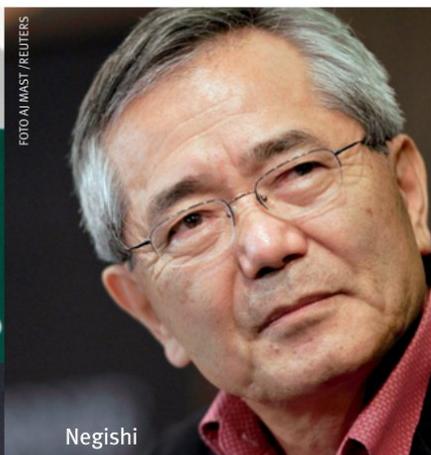
Este ano, o Nobel de Química foi para um norte-americano, Richard F. Heck, e dois japoneses, Ei-ichi Negishi e Akira Suzuki, que descobriram um efeito fantás-



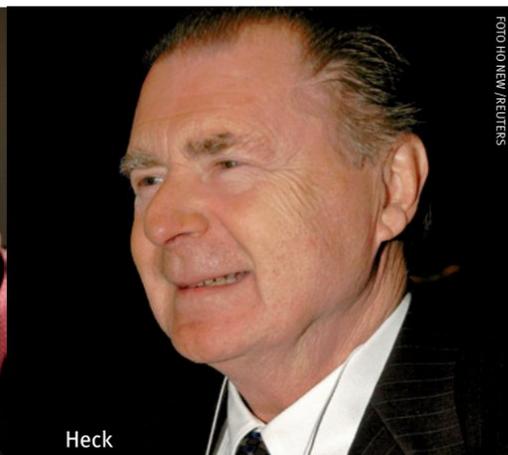
Cristais de paládio, elemento químico com um fantástico efeito catalisador



Suzuki



Negishi



Heck

tico de um catalisador, o elemento químico paládio, com o qual conseguiram sintetizar pela primeira vez uma molécula grande que existe na natureza – mais especificamente, no fundo do mar –, a partir de compostos menores. O produto dessa reação, um composto oligomérico, é hoje muito usado na medicina – no tratamento do câncer, por exemplo.

Mas o que faz esse catalisador?

Imagine que você tenha, por exemplo, uma molécula de monóxido de carbono (CO) e outra de oxigênio (O<sub>2</sub>). Elas ficam ‘coladas’ (adsorvidas, como preferem os químicos) ao átomo de paládio, uma ao lado da outra. Se estivessem soltas, não reagiriam, mas, perto uma da outra, acabam formando um composto diferente ao qual vão se juntando outras moléculas maiores. Ao final desse processo, forma-se uma molécula orgânica, complexa e estável, o tal composto oligomérico.

Heck, Negishi e Suzuki descobriram de forma independente essa novidade, ou seja, como produzir moléculas orgânicas complexas, a partir de moléculas simples que, adsorvidas ao catalisador, formam esses compostos complexos estáveis. O papel do catalisador é permitir o rompimento de ligações químicas mais difíceis nas moléculas envolvidas nas reações, ajudando a formar novos compostos.

Processos envolvendo catalisadores são de grande aplicação na indústria e na medicina.

O entendimento desses fenômenos não é simples. Atualmente, porém, já existem instrumentos – a microscopia eletrônica de alta resolução, para citar apenas um entre muitos exemplos – que permitem estudar e visualizar estruturas moleculares em nível atômico e assim calcular ou determinar grandezas que provam a existência dessas moléculas e desses fenômenos. Além disso, a teoria quântica (que lida com os fenômenos atômicos e subatômicos) permite, por meio de cálculos, prever propriedades dessas reações com catalisadores.

Um país rico é aquele que conhece e desenvolve a tecnologia. No Brasil, temos, por exemplo, muito caju, de onde se extrai o óleo, que contém muitos compostos químicos naturais. A venda desse óleo custa US\$ 10 (cerca de R\$ 17) por tonelada. O país que tem tecnologia apropriada produz, a partir do óleo de caju, produtos químicos de alto valor agregado, como antioxidantes, remédios, entre outros, cujo custo é, para nós, da ordem de US\$ 50 a US\$ 100 o... grama!

Esse exemplo dá um pouco da medida do valor tanto científico quanto comercial da descoberta feita pelos três pesquisadores que levaram – merecidamente – o Nobel de Química deste ano. A partir do estudo de um fenômeno natural – ciência básica –, eles chegaram a um processo que permite agregar valor aos produtos e

**Akira Suzuki.** Nasceu em Mukawa (Japão) em 1930. Doutor em química pela Universidade de Hokkaido (Japão), onde se aposentou em 1994. Desde então, trabalhou em diversas universidades.

**Ei-ichi Negishi.** De nacionalidade japonesa, nasceu em Changchun (China) em 1935. Doutor em química (1963) pela Universidade da Pensilvânia (Estados Unidos). Professor desde 1979 na Universidade Purdue (Estados Unidos).

**Richard F. Heck.** Nasceu em Springfield (Estados Unidos) em 1931. Doutor em química (1954) pela Universidade da Califórnia (Estados Unidos). Professor aposentado da Universidade de Delaware (Estados Unidos).

assim gerar riqueza. Uma lição que o Brasil deveria aprender.

Curiosidade: um colega de Delaware (Estados Unidos) me contou que Heck, demitido da indústria, foi para a universidade, onde também não o queriam. Agora, com o Nobel, ganhou – ironicamente – reconhecimento no meio acadêmico e fama mundial. Isso mostra que o caminho para as grandes mentes por vezes é tortuoso. Mas, neste caso, a recompensa chegou a tempo.

#### **Martin Schmal**

*Programa de Engenharia Química, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe), Universidade Federal do Rio de Janeiro*

# O escritor como intelectual público

**P**rêmio Nobel não é para iniciantes. Ele é dado a autores com uma trajetória sólida; portanto, não é um estímulo, é uma recompensa. Assim, sua concessão ao peruano Mario Vargas Llosa não foi exatamente uma surpresa, mas nem por isso deixou de suscitar debates.

Escritor fecundo e fartamente premiado desde sua estreia (*Os chefes*, em 1959), Vargas Llosa ocupa, há muitas décadas, um lugar seguro no panteão dos grandes escritores latino-americanos. Aliás, Vargas Llosa já nasceu, como escritor, dentro

desse panteão. É difícil falar do autor sem remeter ao contexto de seu ingresso na literatura. Na década de 1960 (as datas, como o próprio fenômeno, são escorregadias), ocorreu o que se convencionou chamar de *boom* da literatura latino-americana. Não era um movimento literário e havia pouco em comum entre seus protagonistas. O *boom* foi, sobretudo, um fenômeno editorial, em que diversos escritores da América hispânica alcançaram difusão internacional. Até no Brasil, muitos desses autores só foram traduzidos e divulgados depois

disso. Foi uma onda de interesse do mercado pela ficção escrita no continente, aproveitando um acúmulo de obras ainda não conhecidas e acompanhando um momento particularmente rico na produção literária, uma época de grandes prosadores.

Como o próprio Vargas Llosa já disse, cada um tem sua própria lista do *boom*, e listas são sempre arbitrárias, mas, para se ter uma ideia, vêm daí, também, o colombiano Gabriel García Márquez (outro Nobel, de 1982), o mexicano Carlos Fuentes, o argentino Julio Cortázar (1914-1984) e outros mais velhos, arrastados na corrente, como o argentino Jorge Luis Borges (1899-1986) e o uruguaio Juan Carlos Onetti (1909-1994). Tão intenso quanto breve, o *boom*, como fenômeno de mercado, se esgotou rapidamente, embora os escritores continuassem publicando e novos nomes surgissem todos os dias. Mas deixou marcas. Entre os mais jovens do grupo, Vargas Llosa pôde viver, desde o início de sua carreira literária, o que talvez tenha sido a principal contribuição do *boom*: a profissionalização do escritor.

FOTO REUTERS



**Mario Vargas Llosa.** Nasceu em Arequipa (Peru) em 1936. Doutor em filosofia e letras pela Universidade Complutense de Madri. Tem 17 livros de ficção, cinco de teatro e 13 ensaios publicados.

Para as gerações anteriores, o escritor era, sobretudo, um aficionado. A literatura não era um trabalho, mas uma missão: uma tarefa sagrada; porém, ainda uma ocupação secundária, restrita às noites de insônia ou aos intervalos da labuta. Vargas Llosa, ao contrário, assumiu desde cedo a literatura como profissão, submetendo-a a uma disciplina rigorosa. Tornou-se, como o francês Gustave Flaubert (1821-1880), um artesão da palavra, adquiriu domínio da técnica narrativa e compôs uma obra densa e complexa.

Para ser profissional – Vargas Llosa logo entendeu –, ele não podia se restringir aos mundos imaginários. Os escritores de sua geração se tornaram grandes mediadores entre o público e as questões globais de seu tempo. À sua obra ficcional, somaram-se os ensaios – sua produção mais numerosa na última década – dedicados à crítica de ideias, com temas literários, sociais e políticos, como se vê desde as coletâneas *Contra viento y marea* até *Sabres e utopias*, recém-lançado no Brasil.

Como romancista, Vargas Llosa parece contar com o respeito massivo de público e crítica. São suas ideias políticas as que inspiram maiores desafetos. Daí o incômodo de muitos com o fato de a Academia Sueca justificar o laurel ao peruano por sua “cartografia das estruturas de poder e acertadas imagens da resistência, da rebelião e da derrota do indivíduo”, dando uma conotação claramente política ao prêmio. É tradição do Nobel abençoar autores cuja obra se completa com sua atuação na sociedade, como o sul-africano John Coetzee, o português José Saramago (1922-2010) ou a romena Herta Müller. Contraditoriamente, porém, no caso de Vargas Llosa, suspeita-se ter sido justamente sua atuação

pública o que retardou a premiação pela academia, esperada havia décadas.

Sua trajetória intelectual é marcada por uma cisão. Na década de 1960, ele compartilhou o entusiasmo pela revolução cubana, mas se divorciou das ideias que a sustentavam a partir do chamado ‘caso Padilla’, em que se fez notória a perseguição a artistas dissidentes pelo regime castrista. Desde então, Vargas Llosa desviou o curso de seu pensamento e se tornou uma voz eloquente em favor do liberalismo e contra o autoritarismo e os fanatismos. Seu envolvimento direto na militância liberal culminou em sua candidatura à presidência do Peru em 1990, quando perdeu para Alberto Fujimori. A experiência é relatada em detalhes no livro de memórias *Peixe na água*.

Seus romances acompanham esse abandono das utopias. A crítica social e a realidade aniquiladora das primeiras histórias – de *A cidade e os cachorros* até *Conversa na catedral* – dão lugar

a obras farsescas e politicamente ambíguas, como *Pantaleão e as visitantes* e *Tia Julia e o escrevinhador*. Mesmo os romances históricos adquirem um tom cômico, como se vê na caricatura de Antonio Conselheiro, em sua recriação do episódio de Canudos, em *A guerra do fim do mundo*. A crítica ao fanatismo religioso parece sobressair-se ao massacre.

Entre ataques e defesas apaixonados, a polêmica em torno de Vargas Llosa ajuda a refletir sobre o papel do intelectual na sociedade e reanima o interesse pela literatura como coisa viva, como uma expressão cultural organicamente ligada ao mundo que a produz e a consome.

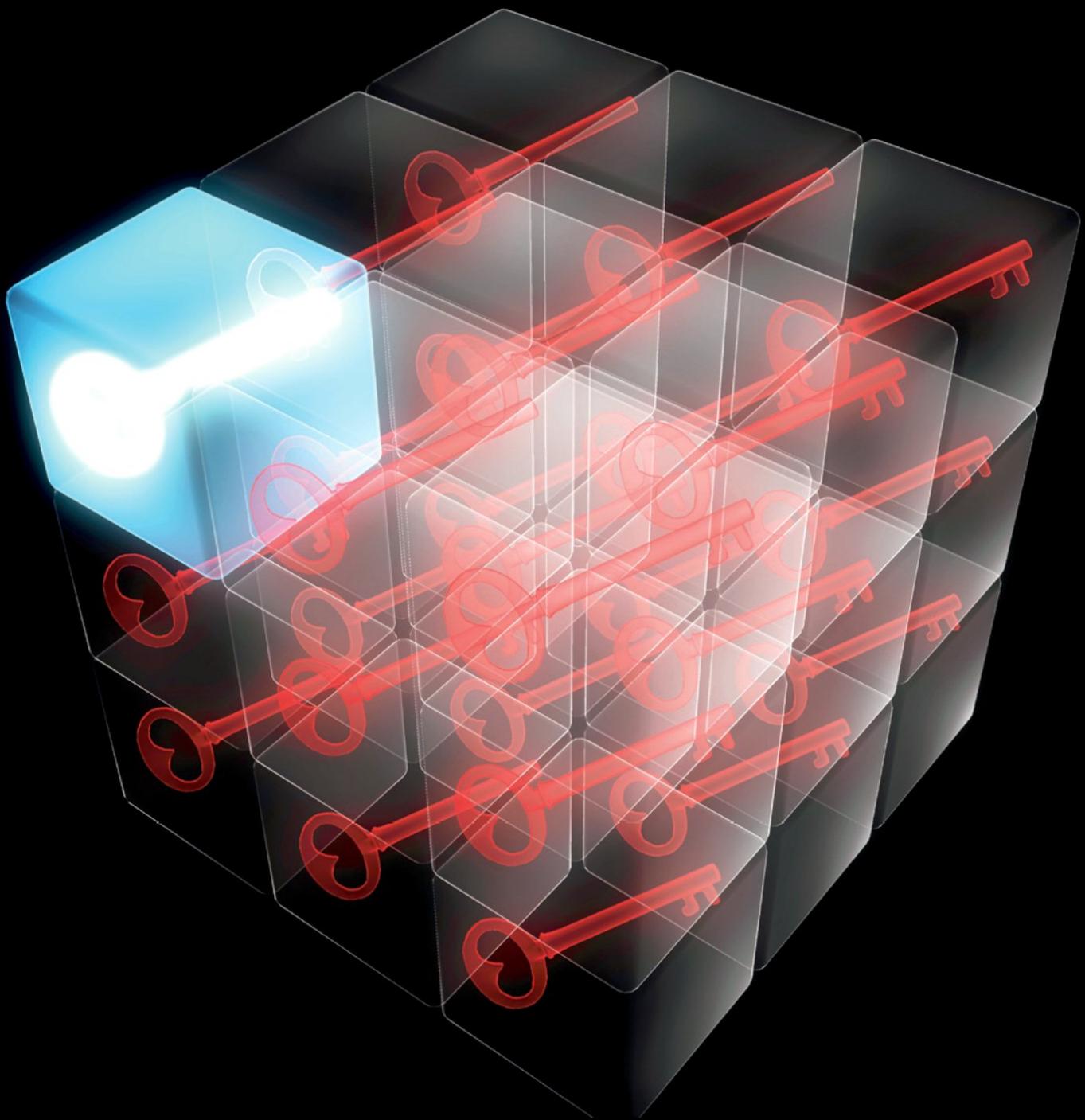
#### **Ariadne Costa da Mata**

*Centro de Ciências Humanas e Exatas, Universidade Estadual da Paraíba – Campus VI*

FOTO ENRIQUE CASTRO-MENDIVIL/REUTERS



# CRIPTOGRAFIA QUÂNTICA



# Os desafios de gerar códigos invioláveis

*Hoje, toda a segurança de compras e transações bancárias feitas pela internet baseia-se na dificuldade de os computadores fatorarem números muito grandes. Até o mais veloz deles poderia levar anos e anos para decodificar essas informações confidenciais. Porém, assim que um computador quântico de grande capacidade de processamento entrar em funcionamento, a transmissão de dados sigilosos, como é feita hoje, estará ameaçada, pois essas máquinas poderiam fazer esses cálculos matemáticos em minutos ou até segundos.*

*Para a infelicidade dos hackers do futuro, há um modo de codificar dados que é inviolável e tem por base as estranhas propriedades do mundo das entidades atômicas e subatômicas. Esse é o reinado da chamada criptografia quântica, que já está sendo testada com sucesso.*

**Paulo Henrique Souto Ribeiro**

*Instituto de Física,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro*

**A** transmissão segura de dados sigilosos é um velho e importante problema. Seja por uma questão de segurança militar ou institucional, seja pela transmissão de informações comerciais e bancárias, a comunicação segura continua sendo um problema estratégico para qualquer sociedade moderna.

Para começar a abordar o problema, vejamos de forma simplificada como as transmissões de dados são feitas de forma segura atualmente. Suponha que o leitor deseja fazer uma compra por meio da internet e pagar com o cartão de crédito. Nesse caso, é necessário enviar os dados pessoais do comprador e o

número do cartão de crédito para a loja. O problema é que, na transmissão, pode haver um espião conectado à rede, desejando bisbilhotar a comunicação e obter os dados pessoais e principalmente o número do cartão de crédito do comprador. Para evitar a espionagem, as lojas virtuais utilizam a criptografia por meio de um método conhecido como protocolo de chave pública (figura 1).

Nesse sistema, o computador da loja virtual produz uma chave criptográfica e envia para o comprador. Essa chave é uma sequência de *bits* lógicos, do tipo 01100111001010101. É chamada pública porque todos podem ter acesso a ela, inclusive algum eventual espião.

O computador do internauta comprador irá utilizar essa chave para codificar – ou encriptar, como se diz no jargão da informática – as informações pessoais e o número do cartão de crédito. Na prática, isso significa que esses dados secretos são digitalizados – ou seja, codificados em termos de sequências binárias – e, em seguida, é realizada uma operação lógica envolvendo a chave e os dados secretos. Essa operação lógica é equivalente a um cálculo, uma operação matemática realizada na base binária.

Em geral, estamos habituados a trabalhar na base decimal, mas os computadores digitais sempre trabalham na base binária, na qual todos os números são representados por sequências que contêm apenas os algarismos 0 e 1. Por exemplo, a sequência binária 1001 representa o número 9, que é obtido ao se fazer a seguinte operação:  $(1 \times 2^3) + (0 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0)$ , que é igual a  $8 + 0 + 0 + 1$ .

## CODIFICAR E DECODIFICAR

A segurança de se usar a chave pública – também chamada protocolo de chave pública – reside no fato de que qualquer pessoa pode utilizar essa sequência de *bits* para encriptar (codificar) os dados, mas apenas a loja virtual que a gerou poderá decodificar (‘desencriptar’) os dados.

Para realizar a decodificação, é necessário ter uma segunda sequência de *bits* lógicos – a chamada chave privada – e fazer uma nova operação binária, envolvendo os dados encriptados e a chave privada.

Esta última é chamada privada porque só aquele que gerou a chave pública consegue produzir também a chave privada.

Se um espião tentasse decifrar os dados encriptados utilizando um computador moderno, ele levaria muitos anos, mesmo com o computador mais rápido que existe atualmente. Portanto, esse é o sistema mais utilizado na atualidade por lojas virtuais de internet, bancos etc.

A segurança da criptografia utilizando o protocolo de chave pública reside na dificuldade computacional para se fatorarem grandes números. Isso significa que o segredo para produzir uma chave privada – aquela que serve para decodificar – a partir da chave pública – aquela a que todos têm acesso – está na realização da fatoração de um grande número em seus fatores primos. Por exemplo, o número 407 pode ser fatorado no produto  $11 \times 37$ . Os números 11 e 37 são primos, porque são divisíveis apenas por eles próprios e por um.

Quanto maior for um número, mais difícil é sua fatoração. É por isso que um computador moderno levaria anos para produzir uma chave privada a partir de uma chave pública, ou seja, levaria um tempo muito grande para decodificar a mensagem criptografada.

Figura 1. Diagrama esquemático do protocolo de criptografia com chave pública



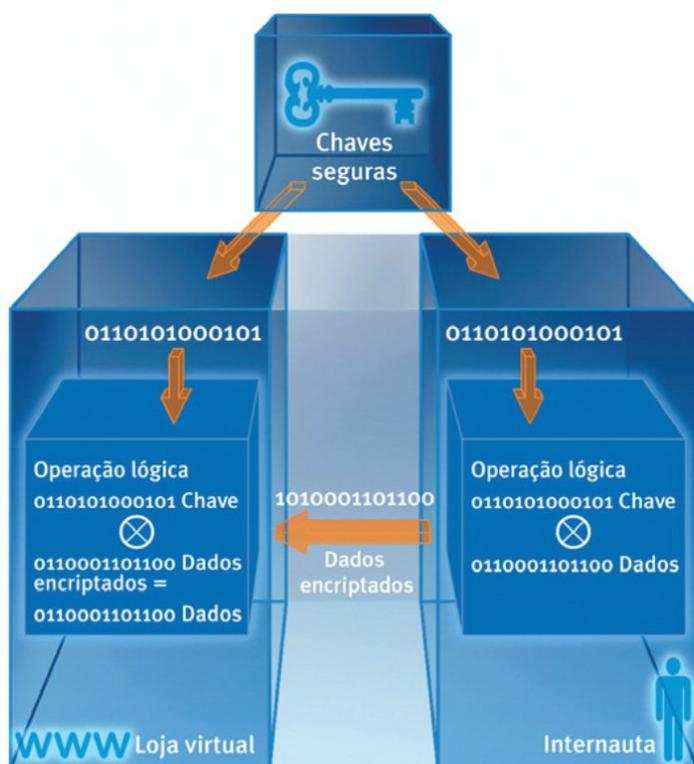


Figura 2. Diagrama esquemático do esquema de criptografia com chave de utilização única

## UTILIZAÇÃO ÚNICA

Entre os protocolos de criptografia existentes, há o chamado protocolo de chave de utilização única (do inglês, *one time pad*), esquematizado na figura 2. Lembrando de nosso exemplo, em que um internauta deseja enviar os dados do cartão de crédito de forma segura para a loja virtual, suponha que o computador da loja produza uma chave aleatória, ou seja, uma sequência contendo apenas os dígitos 0 e 1 em que cada termo da sequência é sorteado. Portanto, não há nenhuma informação contida nessa sequência.

Agora, suponha que essa chave aleatória é enviada com segurança – livre de espionagem – para o internauta. O computador deste último irá realizar uma operação binária entre os *bits* da chave e os *bits* que codificam os dados do cartão de crédito. O resultado será uma nova sequência de *bits* em que os dados dele estão encriptados. Para decodificá-los, a loja utilizará a mesma chave aleatória que foi utilizada na codificação.

Note que há duas diferenças importantes entre esse protocolo e o protocolo de chave pública. A primeira é que só há uma chave, e ela serve tanto para codificar quanto para decodificar. A segunda é que a chave não pode ser pública: ela tem que ser secreta, pois ela serve para as duas operações.

Comparando esses dois protocolos, veremos que o de chave com utilização única é mais seguro que o de chave pública. Na verdade, ele é comprovadamente inviolável. Entretanto, para garantir a inviolabilidade, cada chave secreta deve ser realmente aleatória e só poderá ser utilizada uma vez. Daí, o nome utilização única.

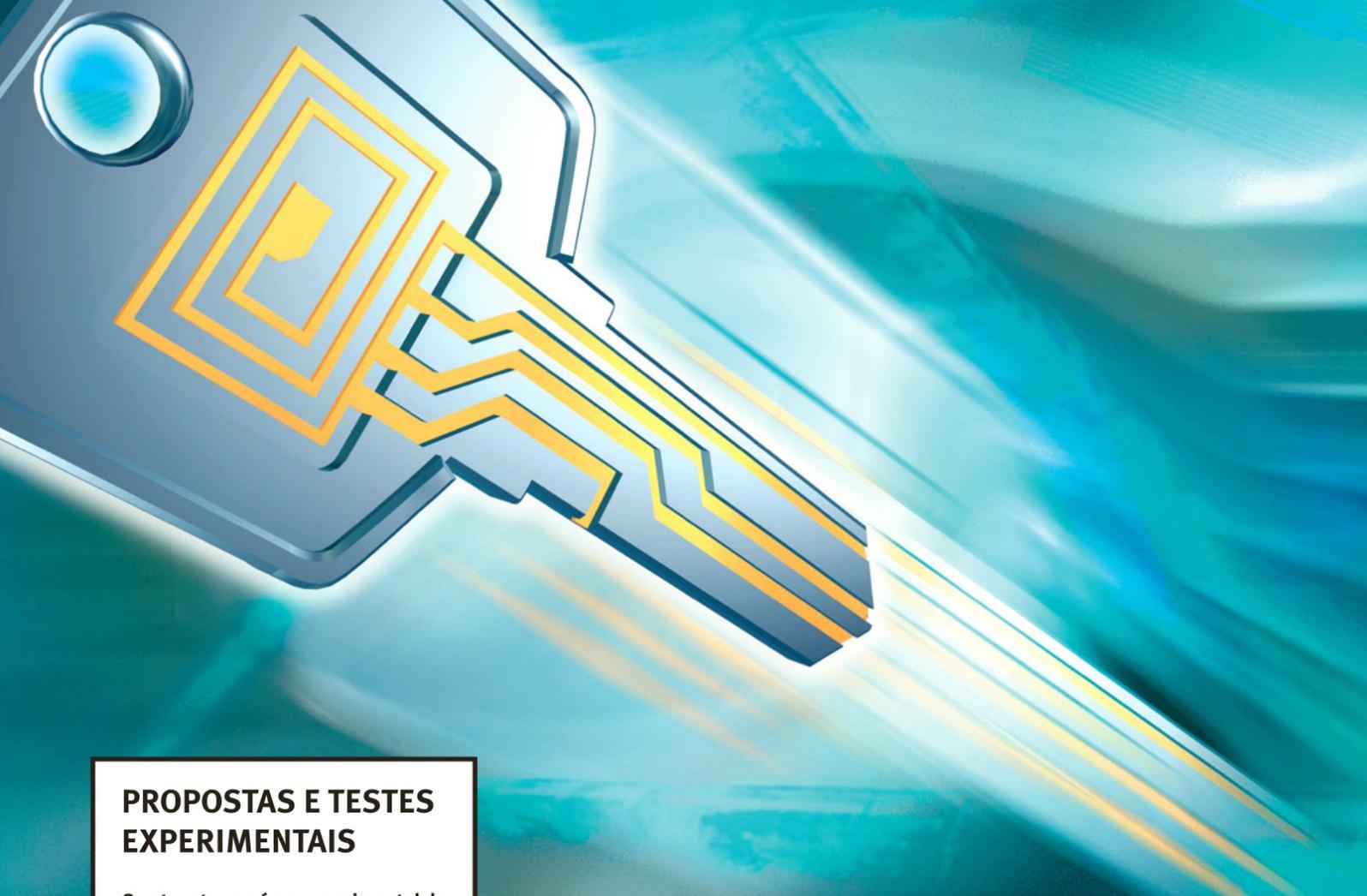
Por outro lado, o protocolo de utilização única tem um grande problema: alguém tem que fazer com que a chave secreta saia da loja virtual e chegue até o internauta em segurança. Na prática, isso é difícil. Imagine que um internauta brasileiro deseja fazer uma compra nos Estados Unidos. Como é que ele e a loja irão compartilhar uma chave secreta com segurança? Assim, o protocolo de chave pública é mais prático e por isso é o mais utilizado atualmente, embora não tão seguro como o protocolo com chave de utilização única.

## BITS E COMPUTADORES QUÂNTICOS

O cientista norte-americano Peter Shor propôs um algoritmo de fatoração utilizando *bits* quânticos que seriam processados em um computador quântico. A diferença entre um *bit* clássico (ou seja, de um computador convencional) e um *bit* quântico é que o primeiro só assume um valor por vez – ele é zero ou um –, enquanto o segundo pode assumir os dois valores ao mesmo tempo – ele é zero e um ao mesmo tempo. É basicamente nessa propriedade estranha – característica do mundo das entidades quânticas (elétrons, prótons, fótons etc.) – que se baseia a ultravelocidade dos chamados computadores quânticos. Voltaremos ao assunto.

O algoritmo de Shor seria capaz de fatorar grandes números em um tempo muito menor do que os computadores convencionais, colocando em risco a segurança nas comunicações que utilizam o protocolo de chave pública. Esses tempos, em uma estimativa grosseira, passariam de anos para segundos, por exemplo.

Mas, para que essa proposta se torne realidade, ainda é necessário construir um computador quântico com grande capacidade de processamento. A computação quântica é objeto de pesquisa no mundo inteiro, e grandes avanços vêm sendo feitos nessa área. Apesar disso, somente computadores quânticos de pequena capacidade de processamento foram feitos na prática até o presente. Isso significa que eles só conseguem fatorar pequenos números e, portanto, ainda não colocam em risco as comunicações seguras e compras pela internet.



## PROPOSTAS E TESTES EXPERIMENTAIS

O autor atua na área experimental de óptica e informação quânticas. Suas principais contribuições na área de criptografia quântica incluem propostas e testes experimentais para o uso de certas propriedades (variáveis transversais) dos fótons para codificar informação. Seus resultados têm aparecido em periódicos como *Physical Review A*, *Physical Review Letters*, *American Journal of Physics*, *Science* e *Nature*.

## PROTOCOLO INVIOLÁVEL

Se alguém encontrar uma forma de distribuir chaves secretas entre duas partes – o internauta e a loja, por exemplo – com segurança, praticidade e velocidade, então o problema da comunicação secreta estará resolvido. Uma grande contribuição nesse sentido foi dada, em 1984, pelos pesquisadores Charles Bennet, norte-americano, e Gilles Brassard, canadense. Eles inventaram um protocolo inviolável de distribuição de chaves secretas. Esse protocolo ficou conhecido como protocolo BB84 em homenagem a seus autores, Bennet e Brassard.

No BB84, é necessário utilizar *bits* quânticos. A polarização de um fóton pode ser usada como *bit* quântico – o fóton é a menor quantidade de energia que se consegue extrair da luz.

A polarização é a direção em que o fóton – mais especificamente, o campo elétrico que o compõe – oscila à medida que ele se desloca. Essa direção pode ser, por exemplo, vertical ou horizontal. É como se a luz fosse gerada por pequenas antenas, e se a antena estiver alinhada ao longo da direção vertical, a polarização do fóton fica vertical; se estiver alinhada ao longo da direção horizontal ou outra direção qualquer, a polarização do fóton será dada por essa orientação.

O que nos interessa nisso é que informação pode ser codificada atribuindo o *bit* 1 à polarização vertical e o *bit* 0 à polarização horizontal, por exemplo.

Voltemos ao nosso exemplo de comunicação entre a loja virtual e o internauta. O protocolo BB84 funciona com o envio de fótons da loja virtual para o internauta. Os *bits* codificados nos fótons carregam a informação sobre a chave secreta. Eles são recebidos pelo internauta, que mede a polarização dos fótons com aparelhos apropriados e obtém, assim, o valor dos *bits*.

Agora, nossa história ganha algum suspense. Se algum espião tentar interceptar os fótons, para roubar o segredo da chave criptográfica, o protocolo BB84 garante que o internauta e a loja virtual ficarão sabendo e poderão suspender a operação.

Por quê?

Devido às leis da física quântica, pode-se provar – e isso foi feito por meio de um teorema – que é impossível interceptar os fótons sem causar erros na comunicação. A verificação de erros pode ser feita facilmente com a utilização de uma fração dos *bits* enviados pela loja ao internauta em uma conferência pública. Assim, se a taxa de erros for superior a certo limite, o envio das informações secretas é cancelado – note que as informações secretas somente são enviadas após a verificação de que as condições de segurança são satisfeitas.

Portanto, como dissemos, o protocolo BB84 é inviolável.

## FIBRA, AR E SATÉLITE

Na prática, sistemas de distribuição quântica de chaves foram realizados com fótons codificando os *bits* na polarização. Mas esses sistemas encontraram sérias limitações. Uma delas é a distância máxima de operação do sistema. É desejável que se possam distribuir chaves entre duas partes separadas por grandes distâncias, como milhares de quilômetros, em escala global. Porém, ainda estamos longe de atingir esse objetivo.

Para a transmissão dos fótons codificados na polarização, temos duas opções. Podemos enviá-los através de fibras ópticas ou pelo ar livre. No primeiro caso, a informação codificada na polarização se degrada rapidamente à medida que o fóton se propaga pela fibra. Portanto, a transmissão pelo ar livre é a mais recomendada. Mesmo assim, a maior distância alcançada até o presente é pouco menor do que 150 km.

Há, na transmissão pelo ar, vários problemas. Os feixes de luz utilizados sofrem divergência ao se propagarem, e é necessário usar instrumentos apropriados – no caso, telescópios com grandes lentes – para corrigir parcialmente essa divergência. Mesmo assim, após grandes distâncias, os feixes sofrem deformações que prejudicam a qualidade da transmissão.

Há também os problemas ligados à absorção da luz pela atmosfera. Nesta última, as partículas dos gases presentes na atmosfera podem absorver fótons. Portanto, após grandes distâncias, não há mais fótons para transportar a informação.

Há uma proposta de distribuição de chaves via satélite, e vários grupos de pesquisa no mundo estão trabalhando nisso. Sabe-se que a travessia da atmosfera pela luz é o principal

obstáculo para a implementação desse esquema. Mas os problemas são menores se os feixes se originam no espaço e, no final de seus percursos, atravessam a atmosfera. Por essa razão, os grupos de pesquisa que atuam nessa linha se associam a agências espaciais. De qualquer modo, esse sistema ainda não foi realizado na prática.

## FUTURO PRÓXIMO

Além do desafio de colocar em prática sistemas de distribuição de chaves que alcancem distâncias cada vez maiores, há outro desafio ainda maior. Para que a criptografia quântica substitua a criptografia clássica utilizada atualmente, é necessário que a velocidade de distribuição das chaves criptográficas seja bastante elevada. Para se ter uma ideia, a criptografia convencional hoje pode transmitir cerca de 1 bilhão de *bits* por segundo (1 gigahertz (GHz)). Já a criptografia quântica obteve seu melhor resultado recentemente, atingindo 1 milhão de *bits* por segundo (1 megahertz (MHz)). Embora esse resultado represente grande avanço, a criptografia quântica ainda é pelo menos mil vezes mais lenta que a convencional.

Conclusão: podemos dizer que os principais sistemas já testados e em operação atualmente utilizam fótons como portadores dos *bits* quânticos, porém as maiores distâncias de cobertura ainda não ultrapassam os 150 km, e a maior taxa de distribuição alcançada até o presente é cerca de mil vezes mais lenta que a convencional. A velocidade de detecção dos fótons portadores foi aumentada recentemente, mas há outros fatores que limitam a velocidade de operação do sistema.

No entanto, as dificuldades atuais são de caráter técnico e não fundamental. Portanto, esperamos ter sistemas de criptografia quântica funcionando a grandes velocidades e distâncias em um futuro próximo. ■

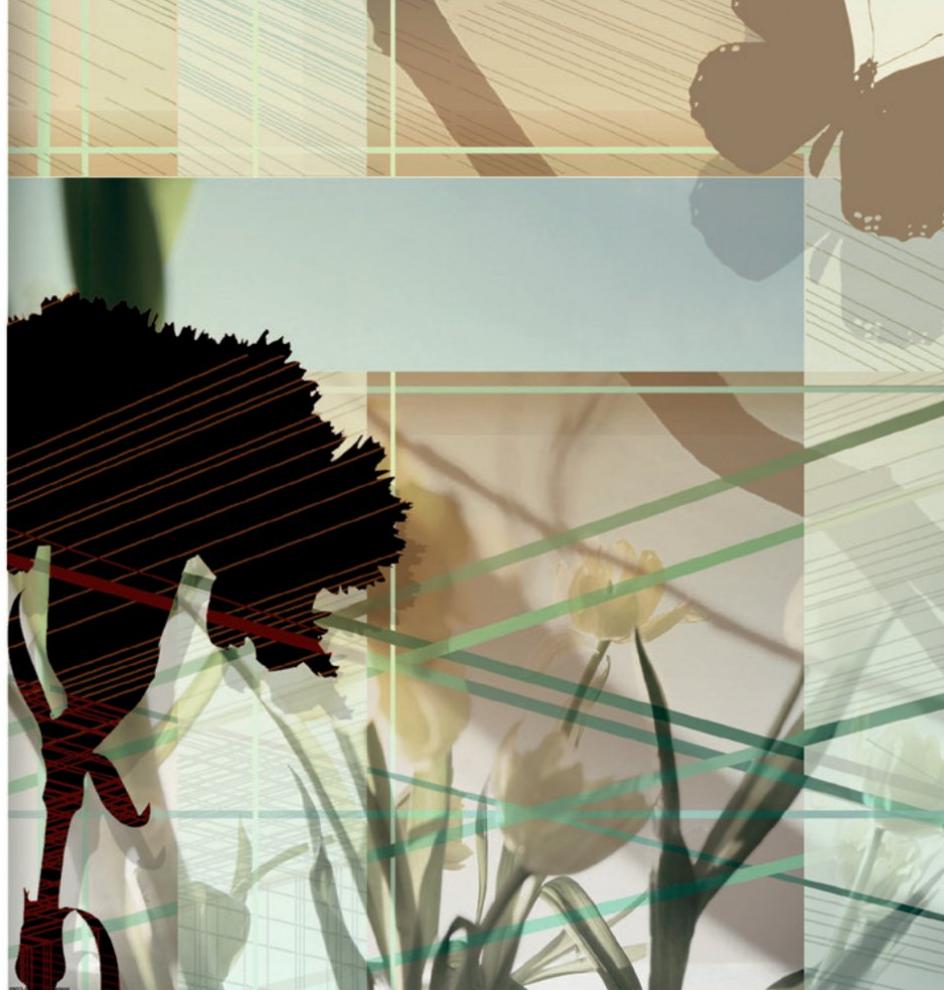
### Sugestões para leitura

- DAVIDOVICH, L. 'Informação quântica: do teletransporte ao computador quântico'. In: *Ciência Hoje*, v. 35, n. 206, p. 24 (2004).
- GALVÃO, Ernesto F. *O que é computação quântica?* Coleção Ciência no Bolso. Rio de Janeiro: Editora Vieira & Lent (2007).
- WALBORN, S. P.; TERRA CUNHA, M. O.; PÁDUA, S.; MONKEN, C. H. 'Quantum Erasure'. In: *American Scientist*, v. 91, pp. 336-343 (2003).

Abelhas buscam néctar em flores e levam pólen de uma para outra, promovendo sua fecundação. Assim, as plantas produzem frutos que alimentam morcegos, aves e outros animais: estes dispersam suas sementes, aumentando as chances de gerarem novas plantas. Formigas defendem vegetais contra ataques e estes fornecem a elas abrigos para viver. São muitos os exemplos de interações mutuamente benéficas entre animais e plantas, e desvendar a estrutura dessas redes de parcerias é fundamental para compreender importantes processos ecológicos – como a polinização e a dispersão de sementes. A teoria de redes (que surgiu entre matemáticos e físicos, mas 'invadiu' outras áreas da ciência) tem ajudado nessa tarefa, permitindo investigar e identificar as semelhanças entre sistemas muito diferentes, dos mutualismos às redes sociais.

**Marco Aurelio Ribeiro Mello**

Instituto de Ecologia Experimental,  
Universidade Ulm (Alemanha)  
marmello@gmail.com  
<http://web.me.com/marmello/marcomello>



# REDES



“C omo o mundo é pequeno!” Certamente você já ouviu essa frase em alguma ocasião. Ela pode ser dita, por exemplo, quando se descobre que o comediante brasileiro Sérgio Mallandro está apenas a três ‘passos’ do ator norte-americano Kevin Bacon: Mallandro contracenou no filme *Menino do Rio* (de 1982) com a atriz brasileira Cláudia Ohana, que atuou em *Desejo de amar* (de 1988) com a norte-americana Diane Lane, que, por sua vez, atuou com Bacon em *Meu cachorro Skip* (de 2000) (encontre outras conexões cinematográficas na página [oracleofbacon.org](http://oracleofbacon.org)). Se essa ideia de mundo pequeno lhe soa familiar, então você conhece pelo menos um pouco sobre a teoria de redes.

A origem da teoria de redes remonta à teoria de grafos, criada em 1735 pelo matemático suíço Leonhard Euler (1707-1783). Um grafo nada mais é que uma figura composta por um conjunto de pontos (vértices ou nós) ligados por linhas (arestas ou

## PEQUENOS MUNDOS DE INTERAÇÕES ENTRE ANIMAIS E PLANTAS



# MUTUALISTAS

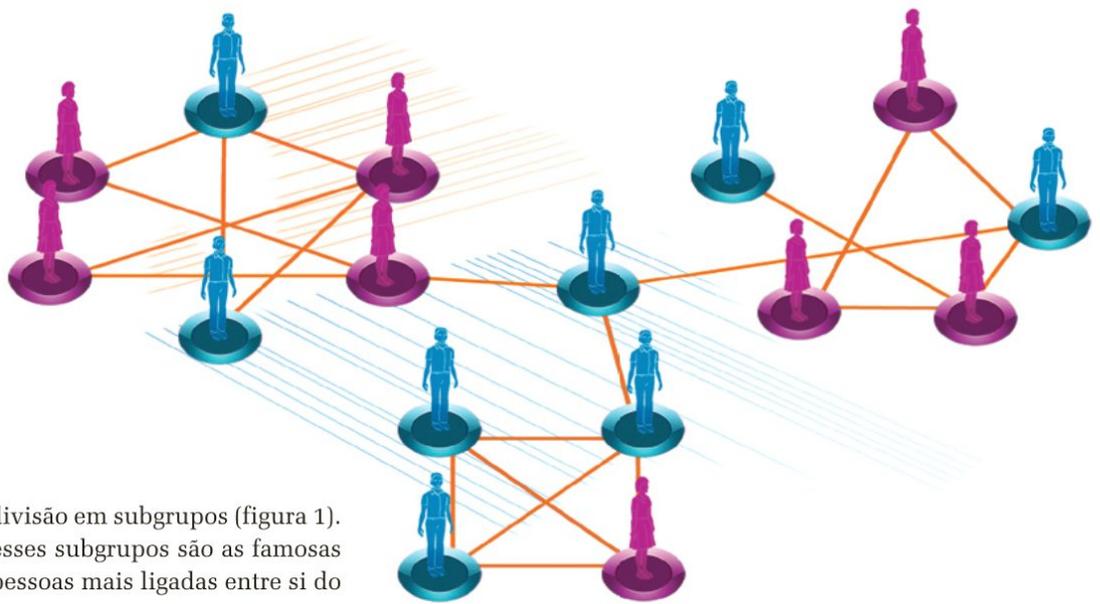
conexões). O primeiro grafo da história representava a cidade de Königsberg, na Prússia (hoje Kaliningrado, na Rússia). Euler queria resolver o problema conhecido como ‘as sete pontes de Königsberg’: seria possível dar uma caminhada pela cidade passando por todas as pontes, mas apenas uma vez por cada uma? Ninguém chegava a uma resposta (ver ‘As pontes de Königsberg’, em *CH* nº 233), e Euler decidiu simplificar a representação do sistema, mantendo apenas as informações essenciais.

O problema das pontes de Königsberg pode parecer apenas uma brincadeira, mas a partir dele surgiram ideias fascinantes, com muitas aplicações (ver ‘Redes complexas: modelagem simples da natureza’, em *CH* nº 213). Essa caminhada por um grafo, por exemplo, ajuda a planejar o transporte público em grandes cidades. A principal ‘moral da história’ das pontes é que uma pergunta difícil pode ser respondida fazendo-se uma representação simples de um sistema complexo.

Então, qual é a diferença entre um grafo e uma rede? As redes – que se tornaram populares a partir da década de 1950 – são grafos aos quais se adicionam informações sobre a natureza dos pontos e das conexões. Um grafo é puramente abstrato; uma rede é real. Voltando de Euler a Mallandro, o que significa, cientificamente, dizer que o mundo é pequeno? Imaginando que as ligações sociais formam uma enorme rede, onde as pessoas são os pontos e as relações sociais (amizade, parentesco, trabalho etc.) são as conexões, dá para ‘caminhar’ de uma pessoa a outra qualquer do mundo passando, em média, por apenas seis conexões. São os famosos ‘seis graus de separação’, tema de uma peça de teatro, de um conto e de muita conversa de botequim.

E tema também de pesquisas científicas. Com base no estudo pioneiro do psicólogo norte-americano Stanley Milgram (1933-1984) e na teoria formalizada depois pelo matemático australiano Duncan Watts, diz-se, em termos científicos, que um mundo pequeno é uma rede que mistura

Figura 1. Grafo representando uma estrutura de 'mundo pequeno' em uma rede social. Note como uma pessoa popular no centro da rede conecta diferentes subgrupos, diminuindo a distância média entre todas as pessoas



grande conectividade com divisão em subgrupos (figura 1). No caso das redes sociais, esses subgrupos são as famosas 'panelinhas': conjuntos de pessoas mais ligadas entre si do que a outras pessoas.

## BENEFÍCIOS MÚTUOS, SERVIÇOS PARA O ECOSISTEMA

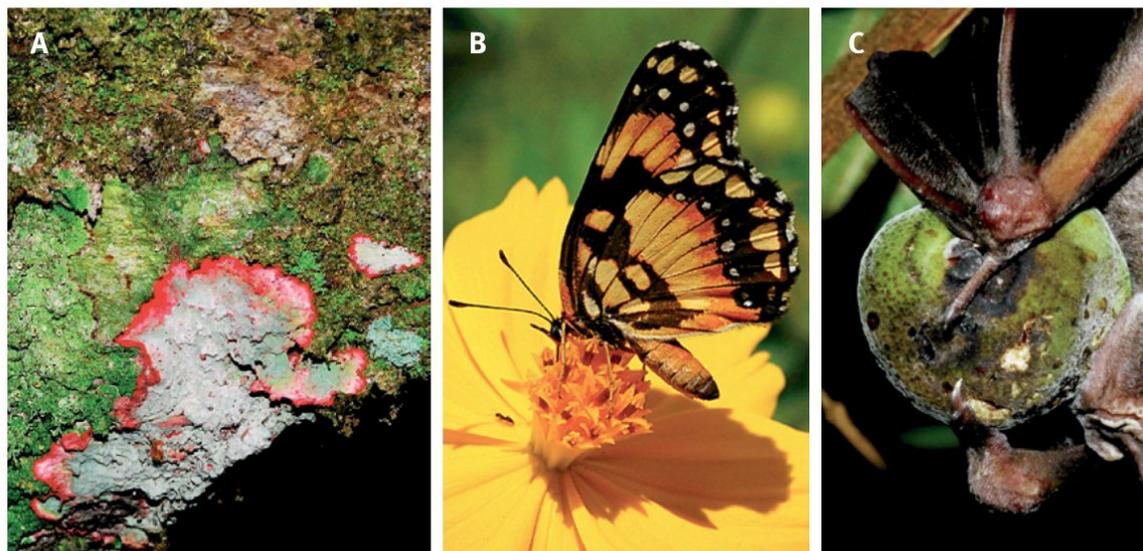
Entre os vários tipos de redes do tipo 'mundo pequeno', um muito interessante é visto nas redes de interações ecológicas. Em muitos casos, dois organismos de espécies diferentes se prejudicam (na predação, por exemplo). Porém, há outros tipos de interação em que ambos saem ganhando, porque aumentam suas chances de sobrevivência e reprodução: são os chamados mutualismos. Há vários tipos de mutualismo, que podem ser classificados como obrigatórios ou facultativos.

Nos obrigatórios, também chamados de simbiose, os organismos ficam em contato por um tempo muito longo, às vezes por toda a vida, e um não vive sem o outro. É o caso dos

líquens (organismos que associam um fungo e uma alga ou cianobactéria) (figura 2A), das micorrizas (associação entre fungos e raízes) e das mitocôndrias (organelas situadas no interior das células, inclusive nas humanas, e consideradas remanescentes de antigos seres unicelulares), por exemplo.

Uma interação mutualista, porém, não precisa ser tão íntima sempre. Nos mutualismos facultativos, organismos de espécies diferentes ficam bem menos tempo em contato um com o outro e sobrevivem mesmo se não estiverem juntos. Quando um inseto visita uma flor para coletar néctar ou pólen, por exemplo, ele acaba promovendo sua polinização (figura 2B). Outro mutualismo facultativo importante é a dispersão de sementes. Nessa interação, por exemplo, um morcego pega um fruto de determinada planta para comer (ver 'Morcegos e frutos: interação que gera florestas', CH nº 241) e depois deixa as sementes caírem em locais distantes da planta-mãe, ajudando assim em sua reprodução (figura 2C).

Figura 2. Líquen (A), mutualismo simbiótico em que fungos e seus parceiros que realizam fotossíntese (algas ou cianobactérias) vivem de forma tão interdependente que formam um organismo complexo. Borboleta da espécie *Chlosyne lacinina* (B) visitando uma flor para beber néctar. Quando essas visitas resultam em transporte de pólen de uma flor a outra, ocorre a polinização. Morcego (C) da espécie *Platyrrhinus lineatus* comendo fruto de caqui-do-cerrado (*Diospyros hispida*). Caso o morcego leve as sementes para longe da planta-mãe, sem danificá-las, pode ser chamado de dispersor de sementes



Como a grande maioria das plantas dos trópicos precisa da ajuda de animais para a polinização e a dispersão de sementes, esses mutualismos são essenciais. Podemos dizer que as interações mutualistas geram serviços ambientais. Ou seja, é como se as abelhas e os morcegos de uma área ‘trabalhassem’ para garantir a reprodução das plantas. Cada um cuidando de uma parte do serviço, dentro de uma ‘panelinha’ (módulo). No caso da polinização, o serviço é prestado até diretamente aos humanos, pois as flores de suas plantações são polinizadas gratuitamente. As plantas, por sua vez, também são ‘prestadoras de serviços’, já que produzem alimento para os animais.

## DE ANTAGONISMOS A MUTUALISMOS

A teoria de redes permitiu descobrir várias coisas interessantes sobre os sistemas mutualistas. A abordagem de redes é usada em ecologia pelo menos desde a década de 1940, quando começaram os trabalhos clássicos sobre antagonismos, cadeias alimentares e fluxos de matéria e energia nos ecossistemas. Entretanto, em especial graças aos trabalhos dos biólogos espanhóis Pedro Jordano e Jordi Bascompte (ambos atualmente na Estação Biológica de Doñana), elas entraram em cena no campo dos mutualismos.

Jordano, Bascompte e colaboradores descobriram que, nas redes mutualistas, assim como em outros tipos de rede complexa, a maioria das espécies tem poucas interações, mas algumas poucas espécies revelam altíssimo número de interações, independentemente do tamanho da rede. Portanto, o padrão nos mutualismos é um pouco diferente do padrão

em outras redes (figura 3). Biologicamente, isso significa que, nas redes mutualistas, há relativamente menos espécies supergeneralistas, como animais que podem comer quase todos os tipos de frutos de uma floresta, por exemplo. Torna-se interessante, então, estudar que fenômenos ecológicos e evolutivos restringem o número de interações de cada espécie.

Além disso, em redes de polinização e dispersão de sementes, as espécies com menos conexões interagem com um subconjunto dos parceiros das espécies que têm mais conexões. Assim, um subconjunto está ligado a um subconjunto maior e este a outros ainda mais amplos, como as *matrioshkas*, bonecas russas que se encaixam umas dentro de outras. Esse fenômeno é denominado aninhamento (figura 4). Mas, por que existe essa estrutura aninhada, se, teoricamente, a natureza



FOTOS MARCO A. R. MEILLO

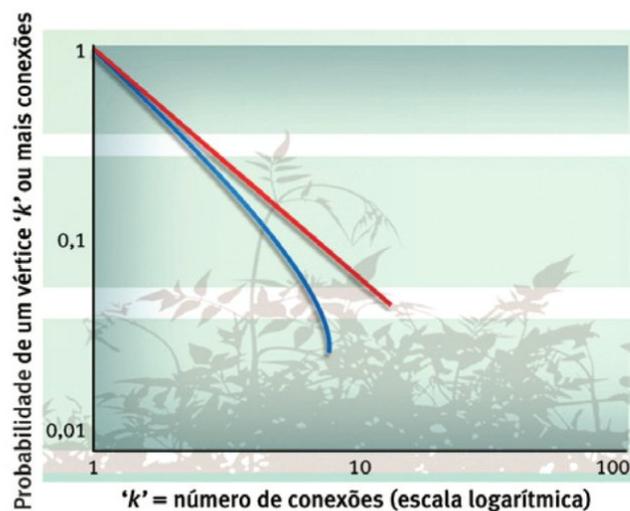


Figura 3. Distribuição de grau (número de conexões) de cada ponto em diferentes tipos de rede complexa. O eixo horizontal representa o número de conexões de cada ponto em uma rede. O eixo vertical representa a probabilidade de um ponto na rede ter um número  $k$  de conexões ou mais. A curva azul representa a distribuição de grau em vários tipos de rede complexa, como metabolismo, transporte aéreo, internet e colaboração entre atores de Hollywood. A curva vermelha representa a distribuição de grau em redes de mutualismo facultativo. É interessante notar que esse tipo de curva é uma espécie de ‘assinatura’ da rede, mostrando sua estrutura básica de forma resumida, e que sistemas aparentemente muito diferentes entre si exibem assinaturas muito similares

poderia ser diferente? Acredita-se que o aninhamento aumenta a resistência do sistema a extinções, já que as espécies com poucas interações, geralmente mais sensíveis, estariam ‘ancoradas’ nas generalistas, que costumam suportar melhor as adversidades.

Outra descoberta interessante foi feita pelo biólogo brasileiro Paulo Guimarães Júnior, da Universidade de São Paulo, e colaboradores. Eles observaram que o grau de intimidade nas interações mutualistas determina a estrutura das redes formadas entre formigas e plantas: interações de muita intimidade, como a mirmecofilia (mutualismo de defesa altamente especializado), geram redes fortemente divididas, formando subgrupos mais isolados, enquanto interações de pouca intimidade, como a dispersão de sementes, geram redes mais coesas, com subconjuntos mais ligados uns aos outros – aquele padrão das bonecas russas.

Então, mutualismos facultativos também são mundos pequenos? Sim, e ainda menores que as redes sociais. Enquanto duas pessoas estão separadas uma da outra, em média, por seis conexões, entre polinizadores a distância média é de apenas duas conexões. Entre as consequências disso está, por exemplo, o fato de que influências evolutivas de animais sobre plantas e vice-versa não ocorrem apenas em ‘panelinhas’: elas se espalham por toda a rede.

Portanto, casos extremos de coevolução em que um animal e uma planta associam-se fortemente um ao outro (no padrão chamado de chave-fechadura), como a mariposa e a orquídea de Darwin, são a exceção, não a regra. No exemplo citado, a orquídea africana *Angraecum sesquipedale* ofe-

Figura 4. Aninhamento em redes de mutualismo facultativo, como a polinização e a dispersão de sementes. No grafo abaixo, espécies de animais estão em cima e espécies de plantas, em baixo. As linhas representam interações de dispersão de sementes

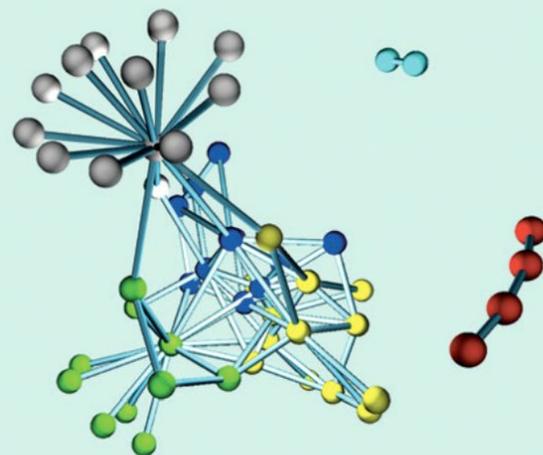
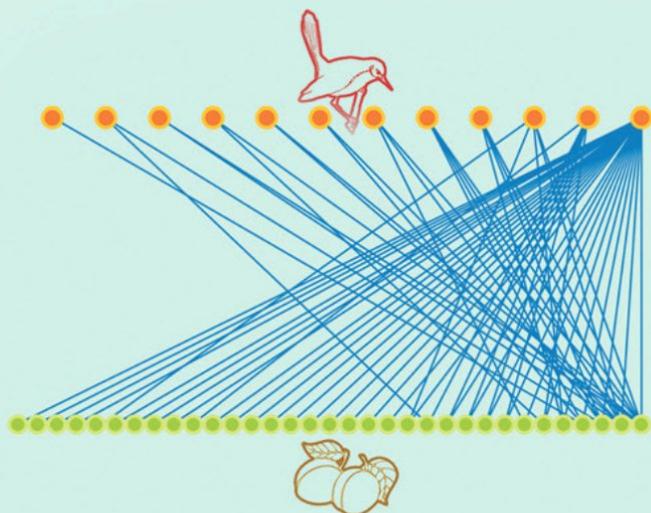


Figura 5. Grafo em três dimensões construído com ferramentas de realidade virtual, em que são representadas as interações entre abelhas coletoras de óleo e plantas malpighiáceas na mata atlântica, juntando-se dados de diferentes localidades. As cores representam módulos (subgrupos) encontrados nas análises estruturais (alguns são módulos isolados, com espécies de animais e plantas que só interagem entre si). Em três dimensões fica mais fácil ver como algumas espécies se localizam mais ao centro da rede e por isso são mais importantes para a manutenção da estrutura como um todo

rece néctar no fundo de um longo tubo, e apenas a mariposa *Xanthopan morgani*, que a poliniza, tem um apêndice bucal suficientemente comprido para sugar esse néctar. Animais e plantas, apesar de pertencerem a reinos diferentes, estão muito próximos uns dos outros nas intrincadas redes mutualistas às quais pertencem.

## ANIMAIS, PLANTAS E PESSOAS EM REDE

O campo das redes complexas está bem desenvolvido no Brasil, graças ao trabalho de vários físicos e matemáticos – em outubro, inclusive, foi realizado, no Rio de Janeiro, o 2º Workshop Internacional de Redes Complexas. As redes mutualistas, mais especificamente, demoraram um pouco mais para receber atenção no país. Desde a década de 1990, porém, Pedro Jordano tem vindo regularmente ao Brasil para dar aulas. Ele nos infectou com o vírus das redes mutualistas. Trocando em miúdos, Jordano ajudou a formar alguns pesquisadores brasileiros bem ativos na área, como Paulo Guimarães Júnior, autor do trabalho sobre formigas comentado anteriormente.

Também não escapei desse vírus após assistir às palestras dos professores Jordano e Guimarães. Desde 2007, mergulhei na teoria de redes e passei a estudar interações entre

morcegos, aves, abelhas e plantas também sob essa perspectiva, associando modelagem matemática a experimentos em campo. Eu, meus alunos e meus colaboradores temos estudado principalmente a modularidade das redes mutualistas e sua variação geográfica. Podemos entender modularidade como aquela estrutura de ‘panelinhas’, que faz com que uma rede se torne um mundo pequeno. É um conceito de redes diretamente relacionado aos conceitos ecológicos de guilda e grupo funcional, os quais, em uma explicação simplificada, são subconjuntos de espécies que desempenham papel similar em um ecossistema. Compreender a modularidade de uma rede mutualista é fundamental, porque cada subgrupo parece funcionar de forma diferente e, em alguns casos, um não substitui outro que seja perdido por conta de extinções naturais ou causadas pelos humanos.

Nossos estudos sobre abelhas coletoras de óleos florais produzidos por plantas da família Malpighiaceae, em áreas de caatinga, no Nordeste, revelaram evidências de que um módulo tem uma estrutura e uma dinâmica diferentes do sistema como um todo, embora todos os mutualismos facultativos sejam semelhantes. Entre outras diferenças, a distância entre espécies (número médio de conexões que leva de uma espécie a qualquer outra) nesses módulos de interações de coleta de óleo é metade da distância observada em redes de polinização completas (aquelas que incluem não só abelhas, mas todos os tipos de animais que polinizam flores, como algumas aves e morcegos), e por isso esses módulos resistem melhor a extinções.

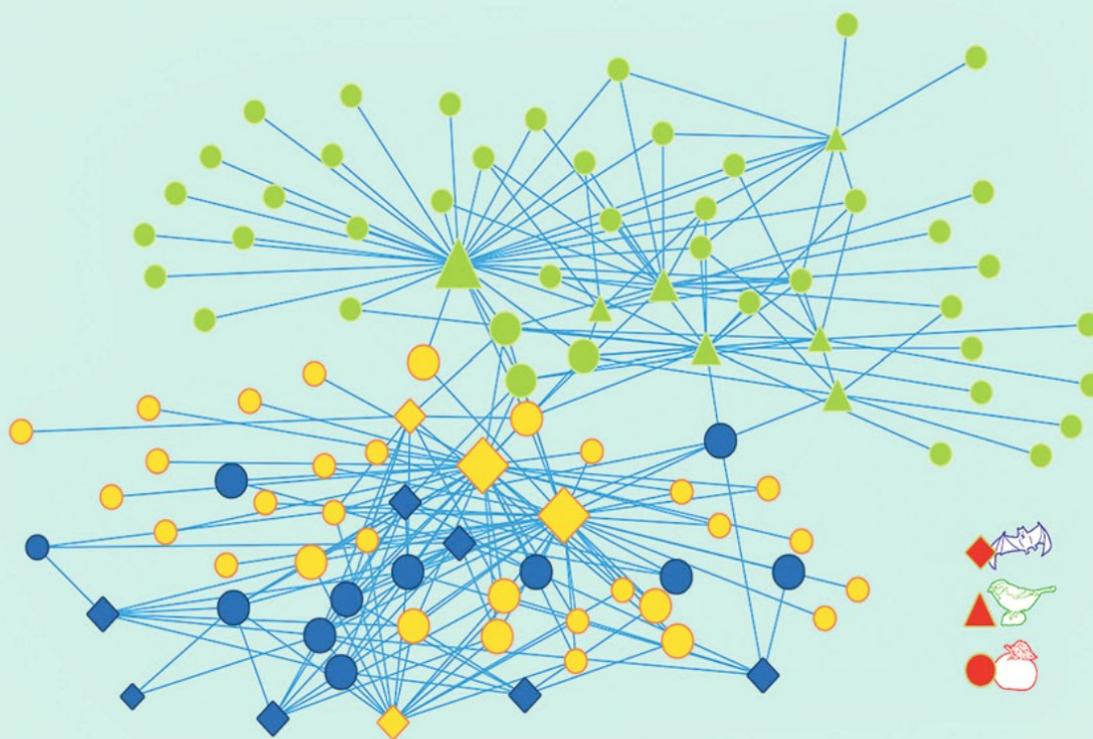


Figura 6. Rede de dispersão de sementes na floresta amazônica em território peruano, incluindo aves (triângulos), morcegos (losangos) e frutos (círculos). As linhas representam interações de dispersão de sementes e as cores indicam os subgrupos de vértices (módulos) detectados. O tamanho de cada vértice é proporcional à sua importância para a estrutura da rede como um todo. A rede foi construída a partir de dados publicados por Gorchov e colaboradores na revista *Oikos* (v. 74, nº 2) em 1995

Ainda trabalhando com essas interações de coleta de óleo, mas agora de modo comparativo com outras regiões, descobrimos que a composição dos módulos da rede e a importância relativa de cada espécie variam entre os biomas brasileiros (veja a rede da mata atlântica na figura 5). Isso corrobora a teoria proposta em 2005 pelo biólogo americano John Thompson, de que cada espécie de animal ou planta é, na verdade, um mosaico de populações, cada uma vivendo em um local e tendo parceiros mutualistas diferentes.

Foi também muito interessante descobrir que esse padrão de subgrupos não é exclusividade das redes de polinização. Ao estudarmos os serviços de dispersão de sementes realizados por aves e morcegos em um fragmento de mata atlântica, no Nordeste, notamos que a atuação desses dois grupos de animais era altamente complementar. Em outras palavras, embora haja alguma sobreposição na dieta, aves dispersam mais determinadas plantas, enquanto morcegos dispersam mais outras. Parece que as perturbações sofridas por esse fragmento, que levaram outros dispersores e também algumas plantas à extinção no local, podem ter aumentado a separação entre módulos de aves e morcegos. Foi o mesmo padrão observado em outra rede de dispersão de sementes com aves e morcegos, esta na Amazônia peruana (figura 6).

Este artigo apresentou algumas das principais descobertas recentes sobre redes mutualistas, incluindo alguns exemplos de estudos sobre o tema realizados no Brasil. O campo é relativamente novo e, portanto, ainda há muito a ser fei-

to. As perspectivas são ótimas, considerando-se que cada vez mais cientistas se interessam por redes mutualistas e dão sua contribuição, combinando teorias ecológicas com teorias como a de redes e outras. A ecologia de redes está emergindo como um campo complementar à ecologia de comunidades, já que ambas estudam conjuntos de espécies em uma dada localidade, mas a primeira foca suas investigações nas interações e a segunda, nos organismos. No futuro, algumas dessas descobertas ajudarão a entender como funciona uma importante parte da natureza e poderão ser úteis na elaboração de programas de conservação biológica, de modo que os serviços ambientais associados às redes, como a polinização e a regeneração florestal, possam ser mantidos em bom funcionamento. ■

#### Sugestões para leitura

- BARABASI, A.-L. *Linked: how everything is connected to everything else and what it means for business, science, and everyday life*. Nova York, Plume, 2003.
- BOUCHER, D. H. *The biology of mutualism: ecology and evolution*. Nova York, Oxford University Press, 1988.
- CHRISTAKIS, N. A. & FOWLER, J. H. *Connected: the surprising power of our social networks and how they shape our lives*. Nova York, Little, Brown & Company, 2009.
- DUNNE, J. & PASCUAL, M. *Ecological networks: linking structure to dynamics in food webs*. Nova York, Oxford University Press, 2006.

#### Na internet

Universidade de São Paulo (recursos sobre redes complexas): <http://cyvission.ifsc.usp.br/networks/>

# Ação afirmativa nas universidades públicas



*Mais de dois terços das universidades públicas brasileiras adotam políticas de ação afirmativa – as chamadas ‘cotas’ para ingresso nos cursos, que vêm gerando polêmica desde o início de sua implantação, em 2002. Mas que tipo de cotas existem no país, que grupos são mais beneficiados e o que pensam do assunto os estudantes e dirigentes dessas instituições de ensino? Obter informações que ajudem a responder a essas perguntas, contribuindo para o debate nacional sobre as ações afirmativas, foi o objetivo de pesquisa realizada recentemente, envolvendo universidades públicas de diferentes regiões do Brasil.*

**Angela Randolpho Paiva**

*Departamento de Sociologia e Política,  
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)*



**A**s universidades públicas brasileiras vêm adotando desde 2002 um variado leque de políticas de ação afirmativa, mais conhecidas como ‘cotas’. As primeiras a adotar cotas para o ingresso em seus cursos foram as duas universidades estaduais do Rio de Janeiro, por ordem do governo do estado, e a partir daí aumentou, nas cinco regiões do país, o número de universidades que estabeleceram algum tipo de ação afirmativa para acesso ao ensino superior. Em meados de 2010, 69% das universidades estaduais e federais tinham alguma política de acesso diferenciado.

O debate em torno das cotas – e das ações afirmativas em geral – é intenso no país, e tem sido prejudicado em parte pelo conhecimento insuficiente sobre o que são essas práticas e quais as suas motivações, e em parte pela carência de avaliações de seus resultados, já

que se trata de uma experiência recente (ver ‘Ações afirmativas no Brasil: e agora, doutor?’, em *CH* nº 195). Este artigo fará uma breve apresentação do conceito de ação afirmativa para depois mostrar os dados de uma pesquisa, realizada desde 2006, sobre as características das normas recentes de acesso a cursos superiores nas universidades públicas e sobre como estudantes e gestores dessas instituições avaliam essa nova situação.

A pesquisa ‘Monitoramento e avaliação das políticas de ação afirmativa nas universidades públicas brasileiras’ é realizada pelo Núcleo Interdisciplinar de Reflexão e Memória Afrodescendente (Nirema), da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), e conta com o apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). O estudo tem diferentes partes: a) acompanhamento e análise dos editais das 65 universidades que já adotaram ação afirmativa; b) análise das sete leis estaduais que criaram ação afirmativa em 14 universidades estaduais; c) pesquisa quantitativa (por questionário) com estudantes dos cinco cursos mais concorridos e dos cinco menos procurados de 10 universidades de todas as regiões do país; e d) en-

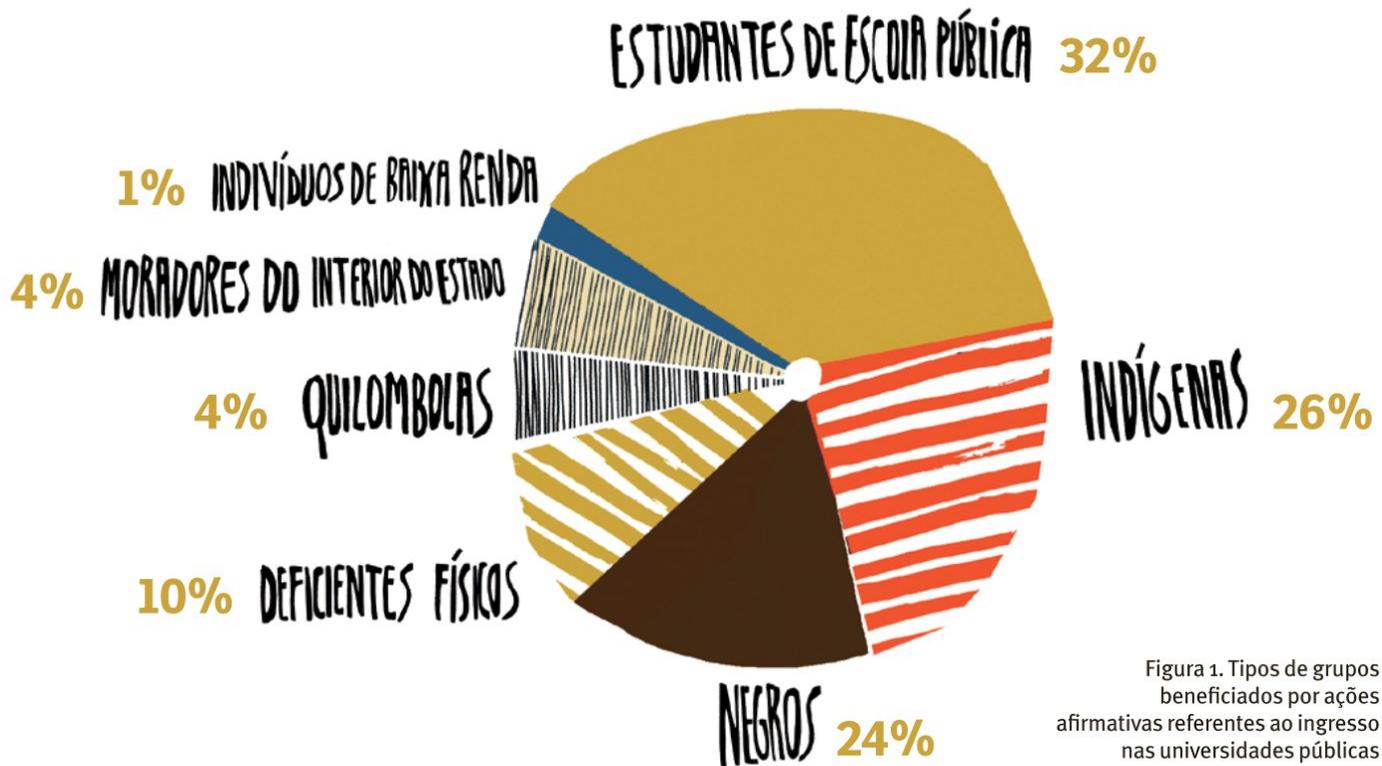


Figura 1. Tipos de grupos beneficiados por ações afirmativas referentes ao ingresso nas universidades públicas

trevistas com os profissionais responsáveis pela implantação das ações afirmativas nessas universidades, ou com professores e coordenadores que começaram a lidar com essa nova realidade.

O estudo – do qual participaram os pesquisadores Elielma Machado (professora da PUC e coordenadora de campo), Lady Christina de Almeida, Fernando Pinheiro e Márcio Flávio Oliveira – foi iniciado em 2006, e os dados coletados até 2008 foram publicados no livro *Entre dados e fatos: ação afirmativa nas universidades públicas brasileiras*, lançado no mês passado. No caso dos estudantes, o estudo reuniu um banco de dados com 2.574 questionários, sendo 1.418 mulheres e 1.154 homens (dois não responderam). Quanto à cor, segundo o critério de classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1.446 se autodeclararam brancos, 748 pardos, 216 pretos, 106 amarelos e 21 indígenas (37 não responderam). No caso dos professores ou gestores, foram realizadas 22 entrevistas nas 10 universidades.

## O que são ações afirmativas

Há pouco conhecimento sobre o significado do conceito de ação afirmativa. O que está em discussão pública, nos órgãos de comunicação e até no meio acadêmico, é a questão da ‘cota’ nas universidades. Mas cota é apenas um tipo de política de ação afirmativa que as universidades estaduais e federais têm adotado, como vai ser mostrado adiante. Ela

suscita polêmica e gera discussão porque, como qualquer política de ação afirmativa, é planejada e implantada, pelos órgãos responsáveis por políticas públicas, como mecanismo para promover maior igualdade, beneficiando grupos que estejam sub-representados na sociedade, em especial na universidade e no mercado de trabalho.

Esses mecanismos começaram a ser adotados nos Estados Unidos na década de 1960, quando o então presidente daquele país, Lyndon Johnson (1908-1973), ao discursar sobre a necessidade de ação afirmativa para os negros americanos no acesso ao trabalho nos órgãos federais, usou a metáfora do corredor para descrever o princípio que embasa a ação afirmativa: em situações históricas de desigualdade, é como pedir a corredores em condições físicas extremamente desiguais que partam do mesmo ponto de largada.

Como afirma o jurista Joaquim Barbosa, do Supremo Tribunal Federal, o objetivo da ação afirmativa é a promoção da efetiva igualdade de oportunidades a que todos os cidadãos devem ter direito. E qual é a desigualdade estrutural presente na discussão de ação afirmativa na universidade pública? São as desigualdades estruturais do ensino público brasileiro, que não consegue dar oportunidades iguais para que os estudantes possam disputar em pé de igualdade o acesso ao ensino superior, ou ainda, a exclusão histórica de grupos que tiveram, por diversos fatores, seu acesso às universidades dificultado.

Assim, é notória a exígua presença, em especial nos cursos mais concorridos das universidades, de alunos egressos das escolas públicas (notadamente as estaduais), de indígenas e de negros. Os deficientes físicos também representam uma pequena parcela (em geral, 5%) e estão incluídos no

mesmo espírito de combate à discriminação de qualquer natureza. É para todos esses grupos que as ações afirmativas são pensadas.

## Políticas afirmativas em universidades públicas

A pesquisa realizada pela PUC-Rio parte da premissa de que ação afirmativa nas universidades públicas é uma realidade social e que é preciso registrar e estudar o processo pelo qual passam essas instituições de ensino. A primeira parte da pesquisa, a análise dos editais, nos mostrou a diversidade das políticas adotadas, que podem ser combinadas entre as seguintes opções: cotas, acréscimo de vagas e acréscimo de pontos. O grupo mais beneficiado com essas políticas, de qualquer tipo, são os alunos egressos das escolas públicas (48 universidades), seguidos por indígenas (40), negros (36),

deficientes físicos (15), quilombolas (seis), moradores no interior do estado (seis) e renda (uma) (figura 1).

Os critérios de comprovação da legitimidade do benefício também variam: a) para os negros, na grande maioria das universidades, basta a autodeclaração, mas algumas poucas instituições têm uma comissão para verificar essa autodeclaração; b) para os egressos das escolas públicas, é pedida documentação que comprove o ensino médio feito em escolas públicas; e c) para os indígenas, também é pedida documentação que comprove sua ascendência étnica (figura 2).

Já a parte qualitativa da pesquisa envolveu a aplicação, de forma aleatória, de questionário contendo 80 perguntas sobre a situação socioeconômica do aluno, sua religiosidade, 'raça', escolaridade familiar e opinião sobre políticas de ação afirmativa. Nesse último tema, dois aspectos são dignos de registro. O primeiro é que a grande maioria dos alunos consultados (63%) desconhece o que significa 'ação afirmativa' (figura 3). Entre os que responderam saber do que se trata, 37,9% disseram ser contra essas políticas e 62,1%



Figura 2. Grupos principais de beneficiados e número de universidades que adotaram ações afirmativas para esses grupos

FONTE: NIREMA (PUC-RIO)/EDITAIS DOS VESTIBULARES DE 2002 E 2003/LEIS ESTADUAIS

Figura 3. Respostas dos estudantes das universidades pesquisadas à pergunta 'Sabe o que são políticas de ação afirmativa?'



manifestaram-se a favor, resultado muito parecido com a pesquisa nacional sobre o tema realizada recentemente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Também foi feita uma pergunta aberta: por que motivo o estudante era contra ou a favor das ações afirmativas? Os principais argumentos listados têm muita semelhança com os expostos nos meios de comunicação, no debate nacional do tema. O segundo dado interessante envolve a sociabilidade, no *campus*, entre 'cotistas' e alunos regulares. Os estudantes percebem a existência de muito maior discriminação racial na sociedade, se comparada à sociabilidade do *campus* (figura 4). Esse é um dado interessante, porque um dos argumentos iniciais que se usavam contra as ações afirmativas era o de que estas iriam incitar conflitos raciais no *campus*.

Na terceira parte da pesquisa, foram entrevistados os profissionais das mesmas universidades (professores, coordenadores, pró-reitores ou até reitores) que lidaram com a implantação das políticas em suas universidades. Quando perguntados sobre como viam suas universidades com essas novas políticas, os argumentos variaram.

Os principais argumentos trazidos pelos gestores são: a) a necessidade de que o *campus* da universidade pública seja representativo da diversidade da população brasileira, pois,

como definiu um dos gestores, a universidade pública brasileira, em especial nos cursos de maior prestígio, era 'muito branca'; b) outro argumento muito mencionado foi a equação perversa entre o percentual de alunos que frequentam o ensino médio nas escolas públicas, em especial as estaduais (que têm problemas de avaliação incomparáveis, em relação às escolas públicas federais), e o percentual desses alunos que passam no exame do vestibular, já que 80% dos alunos que ingressam nas boas universidades públicas vêm das escolas particulares; c) isso nos leva a um terceiro argumento bastante mencionado: o questionamento do próprio vestibular como critério de avaliação para admissão nas universidades; e d) um quarto e último argumento muito lembrado, relacionado com todos os anteriores, envolve a retomada do papel republicano da universidade pública, que hoje reproduz em sua admissão os poderosos filtros de exclusão de grande parte da população brasileira.

Outra pergunta apresentada aos gestores dizia respeito aos 'desafios' colocados aos profissionais que trabalham com políticas de ação afirmativa. Um primeiro grande desafio é a permanência dos alunos beneficiados por essas políticas durante todo o curso de graduação. Em sua grande maioria, eles precisam de bolsas de estudo para permanecer quatro

FONTE: NIREMA (PUC-RIO)/QUESTIONÁRIOS

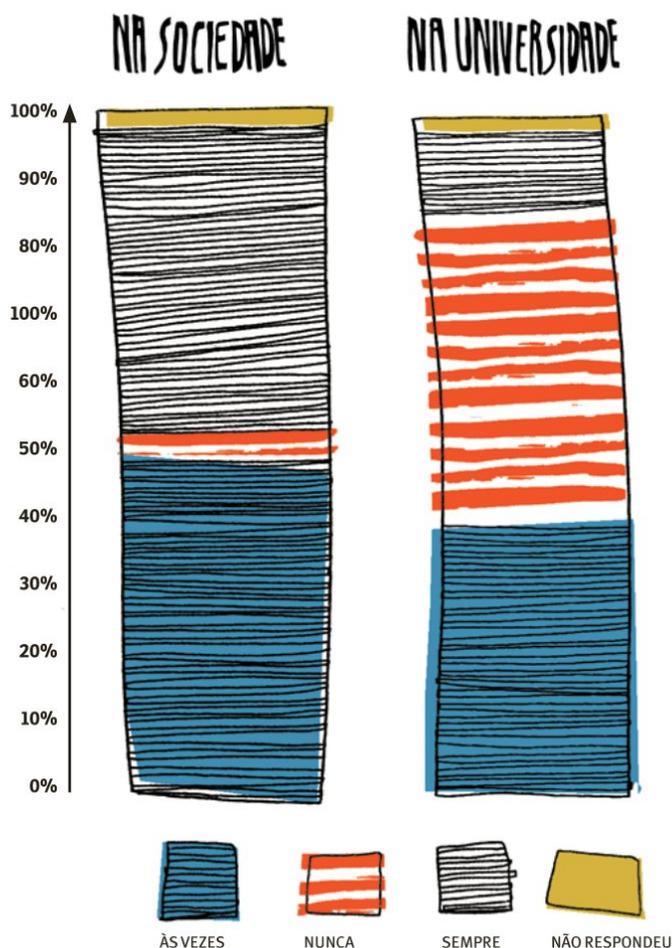


Figura 4. Respostas dos estudantes das universidades pesquisadas sobre a existência de discriminação no *campus* e fora deste

## Função social da universidade

A pesquisa está agora em uma segunda etapa, quando outras 10 universidades das cinco regiões do país serão visitadas, até 2012. A título de conclusão, cabem algumas observações do que foi analisado até aqui.

Em primeiro lugar, está ocorrendo uma grande mudança nas universidades públicas do país, e as políticas implantadas nas 65 universidades (de um universo de 94 universidades estaduais e federais) resultaram de decisões internas das próprias instituições – após o momento em que algumas universidades estaduais as adotaram por ordem dos executivos estaduais. Além disso, a adoção das políticas provocou ampla revisão dos conceitos vigentes sobre a função social das universidades.

Finalmente, existe a tendência de que as universidades adotem ‘cotas sociais’, ou seja, voltadas para alunos das escolas públicas, em vez de ‘cotas raciais’, como reivindicam os movimentos negros. Na maioria delas, a cota racial está acoplada à cota social: apenas três (Universidade de Brasília, Universidade Federal de Santa Maria e Universidade Federal do Paraná) estabeleceram cota apenas para negros, sem estar atrelada à escola pública (ver ‘Quais as vantagens da racialização?’, em *CH* nº 266, e ‘Cotas raciais na UFRJ’, em *CH* nº 274).

É preciso registrar, por último, que há uma ‘pedagogia’ nesse processo de adoção das ações afirmativas, já que algumas questões antes trazidas como argumentos contrários às cotas (por exemplo, a preocupação com a qualidade do ensino superior quando estivesse franqueado para alunos vindos do ensino médio público), já foram absorvidas. A questão que permanece ainda sob muita polêmica é a chamada ‘cota para negros’. Mas, como ficou demonstrado anteriormente, não é sequer a mais adotada – o que, em si, pede alguma reflexão mais detalhada no futuro. ■

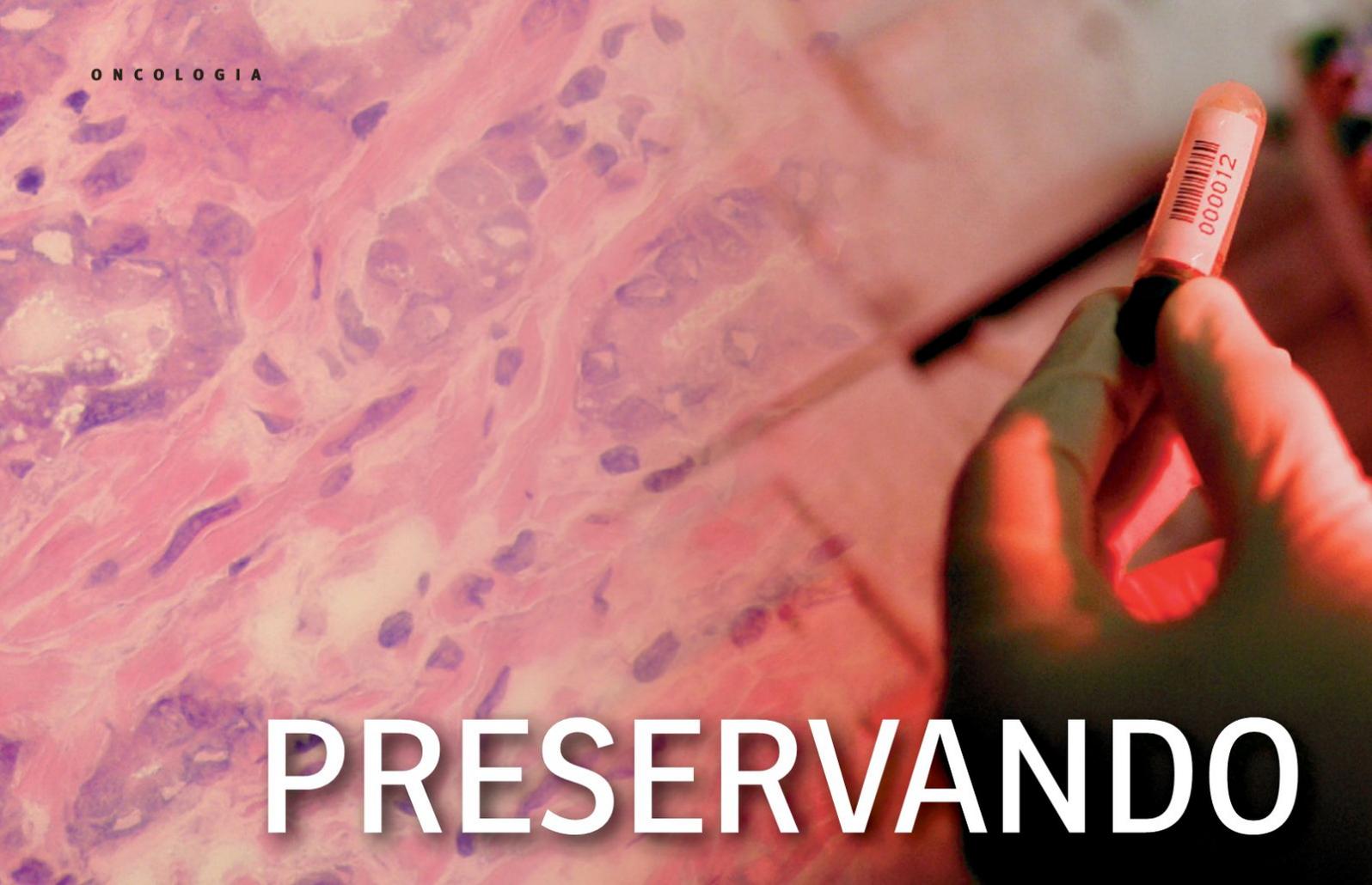
Fonte: NIREMA (PUC-RIO)/QUESTIONÁRIOS

ou cinco anos estudando. Isso tem provocado a necessidade de cada universidade encontrar meios de implantar políticas de permanência para esses alunos. Outro desafio é a ajuda inicial de que esses alunos precisam para superar deficiências trazidas de um ensino médio precário. Uma fala recorrente dos gestores é que eles necessitam de um a dois anos para se equipararem aos alunos regulares, quando então seu desempenho acadêmico se nivela.

Esses desafios nos levam a outra questão incluída nos questionários, a respeito dos ‘impactos’ das políticas de ação afirmativa em cada uma das 10 universidades visitadas. É unânime a constatação de que a universidade pública hoje está mais diversificada, seja no que se refere à classe social, seja no que concerne à raça ou etnia. Tal diversidade, segundo os gestores, deve levar a universidade pública a seu efetivo papel republicano. Um impacto bastante mencionado foi a questão do preconceito e mesmo do racismo explícito, seja por parte do corpo docente, seja por parte dos demais estudantes. Afinal, são alunos que até há bem pouco tempo não frequentavam os cursos mais procurados, o que traz uma sociabilidade nova, na visão dos professores entrevistados. Além disso, lembrou um dos profissionais entrevistados, os professores agora têm maiores desafios pedagógicos.

### Sugestões para leitura

- BARBOSA GOMES, J. *Ação afirmativa e princípio constitucional da igualdade*. Rio de Janeiro, Renovar, 2001.  
 FRY, P. e outros. *Divisões perigosas – políticas raciais no Brasil contemporâneo*. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 2007.  
 GUIMARÃES, A. S. *Racismo e anti-racismo no Brasil*. São Paulo: Editora 34, 1999.  
 PAIVA, A. R. (org.). *Entre dados e fatos: ação afirmativa nas universidades públicas*. Rio de Janeiro, Pallas/PUC-Rio, 2010.



# PRESERVANDO

*Duas pacientes de mesma idade são diagnosticadas com um tumor de mama. Elas são submetidas ao mesmo procedimento cirúrgico e, após análise do tumor retirado (do mesmo tipo nas duas pacientes), recebem tratamentos complementares absolutamente idênticos. No entanto, uma paciente fica curada ao final de cinco anos, enquanto na outra a doença retorna. Onde está a diferença que fez com que apenas uma paciente se curasse? Na busca da resposta para esta e outras perguntas, um banco de amostras de tumores criado no Brasil tem fornecido material para uso em pesquisas científicas, inclusive no exterior, o que coloca o país na vanguarda da luta contra o câncer.*

**Antônio Hugo José Fróes Marques Campos**

*Banco de Tumores, Hospital A. C. Camargo, Fundação Antonio Prudente*

**Dirce Maria Carraro**

*Laboratório de Genômica e Biologia Molecular, Centro Internacional de Pesquisa e Ensino (Cipe), e Banco de Macromoléculas, Hospital A. C. Camargo*

**Emmanuel Dias-Neto**

*Laboratório de Genômica e Bioinformática, Centro Internacional de Pesquisa e Ensino (Cipe), Hospital A. C. Camargo*



# PARA O FUTURO

## A IMPORTÂNCIA DE UM BANCO DE TUMORES PARA A PESQUISA SOBRE O CÂNCER

**T**oda a informação necessária para o funcionamento de uma célula (incluindo a maneira como ela se relaciona com outras, para formar tecidos e órgãos no corpo humano) está contida em seu material genético, ou genoma – uma longa molécula de ácido desoxirribonucleico (DNA) guardada em seu núcleo. Para que ocorra a produção de proteínas e outras moléculas regulatórias, partes do DNA servem de molde, em um processo denominado transcrição, para a síntese de moléculas de ácido ribonucleico (RNA). Uma parte desses RNAs – os conhecidos como RNAs mensageiros – fornecem as instruções para a produção de proteínas e de outras moléculas importantes.

Uma célula normal sintetiza os RNAs e, com base neles, produz as proteínas e outras moléculas de que precisa para seu funcionamento normal e sua multiplicação. Numerosos fatores, porém, podem desregular esse processo e fazer com que as células cres-

çam e se reproduzam de modo desordenado – condição conhecida como câncer. Muitos estudos relacionam alterações ocorridas no material genético e no processo de produção do RNA (ou na leitura deste, na produção de proteínas e moléculas) ao aparecimento e à progressão de diversos tipos de câncer, e sabe-se que essas alterações têm ainda a capacidade de influenciar a conduta terapêutica.

O sequenciamento completo do genoma humano por um consórcio internacional de pesquisa, entre 1980 e 1990, determinou o conjunto das unidades fundamentais do DNA (os nucleotídeos, em termos técnicos) de uma célula humana e identificou os genes de nossa espécie. Isso levou ao desenvolvimento de novas técnicas de biologia molecular, capazes de gerar informações com maior rapidez e qualidade e menor custo. Embora não tenha participado desse projeto pioneiro, o Brasil contribuiu de modo significativo para os estudos dos genes humanos por meio do Projeto Genoma Humano do Câncer.

Esse projeto baseou-se em amostras tumorais e não tumorais, das quais foi extraído RNA de alta qualidade, revertido em DNA complementar (cDNA) por uma enzima específica e então sequenciado (essa reversão permite um enfoque na porção do genoma que é de fato transcrita). Isso possibilitou identificar cerca de 1,2 milhão de sequências derivadas de genes ativos nas amostras estudadas, depositadas em bancos de dados públicos.

Projetos desse tipo são viáveis apenas quando os ácidos nucleicos (DNA e RNA) das amostras de interesse estão muito bem preservados e disponíveis. Assim, quando o Projeto Genoma Humano do Câncer começou, o Hospital A. C. Camargo (também conhecido como Hospital do Câncer) decidiu criar um banco biológico, com amostras de tecidos tumorais e normais armazenadas em condições ideais de preservação, que permitisse obter ácidos nucleicos de alta qualidade (ver 'Iniciativa brasileira').

Quando um paciente com câncer é submetido a uma cirurgia, seu tumor é retirado e analisado por médicos patologistas, o que permite fornecer informações importantes para a definição do tratamento. No entanto, o modo tradicional de confeccionar as lâminas com material do tumor, para análise ao microscópio, não é adequado para a preservação dos ácidos nucleicos, sobretudo no caso do RNA. Para que esses ácidos sejam aproveitados para estudos moleculares, o material excedente do tumor,

que seria descartado, é processado em condições altamente controladas, que mantêm sua qualidade, fundamental para os projetos de pesquisa. As amostras, em condições adequadas, podem ser preservadas indefinidamente.

Para isso, é preciso definir procedimentos para coleta, armazenamento e manipulação dos tecidos, até o momento da extração dos ácidos nucleicos. Uma das etapas cruciais é o congelamento das amostras em nitrogênio líquido (a -196°C). Nos últimos 12 meses, o biobanco aperfeiçoou os processos de coleta e armazenamento de tecidos, permitindo obter DNA e RNA com o mesmo nível de qualidade que teriam se a extração ocorresse no dia em que as amostras foram extraídas dos pacientes.

## CONTROLE DE QUALIDADE E ELEVADO APROVEITAMENTO

Um artigo interessante publicado em junho deste ano na revista norte-americana *Wired Magazine*, voltada para a divulgação de inovações tecnológicas, faz uma revelação surpreendente: muitos biobancos dos Estados Unidos, líder mundial em pesquisas científicas e avanços tecnológicos, têm amostras biológicas humanas com qualidade inferior à necessária para a condução de estudos com técnicas moleculares modernas. Isso evidencia a importância de padronização das etapas do processo, desde a coleta até a purificação das moléculas de interesse.

Diversos fatores podem interferir na qualidade do material, como tamanho das amostras coletadas, exatidão do diagnóstico, tempo para o congelamento (existe um tempo máximo aceitável, chamado de tempo de hipóxia fria, para a preservação de uma amostra de tecido fresco) e temperatura de armazenamento a longo prazo. Essa qualidade depende ainda da manutenção dos equipamentos usados na preservação e do treinamento adequado do pessoal encarregado da manipulação das amostras biológicas.

Para assegurar um padrão exemplar, ficou clara a necessidade de controle minucioso da purificação dos ácidos nucleicos das amostras de tumores. Por isso, em meados de 2004, o Hospital A. C. Camargo criou outro biobanco: o de macromoléculas, incumbido de purificar DNA e RNA das amostras de tumores e do material biológico dos pacientes. Esse novo banco tem como objetivo a recuperação de material genético de alta qualidade e em gran-

**INICIATIVA BRASILEIRA.** O Projeto Genoma Humano do Câncer (HCGP, na sigla em inglês) foi lançado em 1999 pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e pelo Instituto Ludwig de Pesquisas sobre o Câncer, ligado ao Hospital A. C. Camargo. Naquele momento, pesquisadores do estado de São Paulo finalizavam o sequenciamento do genoma da bactéria *Xylella fastidiosa* (que ataca as laranjas), dentro de um programa da Fapesp, e as instituições e os pesquisadores envolvidos decidiram ousar, saltando dos genes de um organismo mais simples (não visado por outros grupos) para os humanos (tarefa de alta complexidade, que envolvia centenas de grupos mundiais). Além disso, enquanto o genoma da *X. fastidiosa* foi sequenciado com métodos já conhecidos, no caso dos genes do câncer foi utilizada uma tecnologia inédita, desenvolvida no Brasil. O resultado foi um projeto de quase US\$ 20 milhões, envolvendo mais de 30 laboratórios de pesquisa do estado de São Paulo. Após cerca de três anos de trabalho, que geraram algumas dezenas de artigos científicos, o Brasil tornou-se o segundo maior contribuidor mundial de sequências derivadas de genes humanos e ativos em tecidos tumorais.

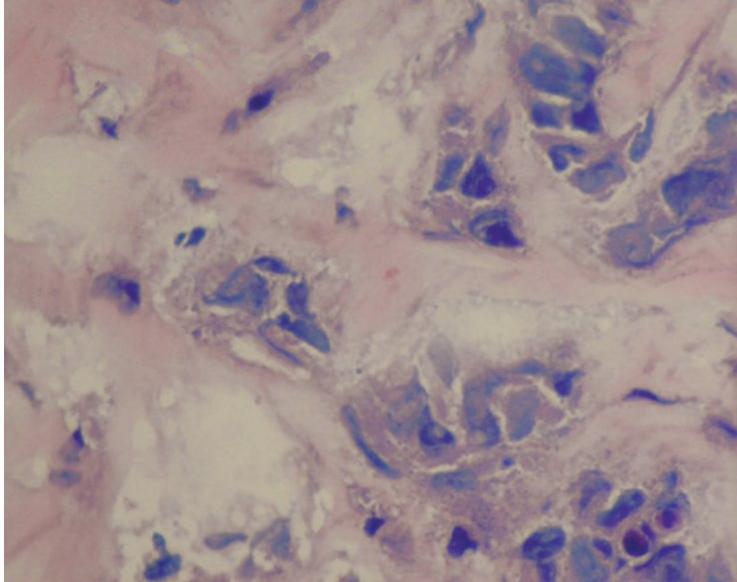


Figura 1. Total de amostras coletadas pelo Banco de Tumores do Hospital A. C. Camargo de 1997 a 2009. Ao fundo, imagem de tumor de mama



FOTO ANTONIO HUGO CAMPOS

de quantidade. Ter um banco de ácidos nucleicos vinculado ao banco de tumores é vantajoso porque possibilita extrair grande quantidade de DNA e RNA da mesma amostra de tecido, para uso em vários estudos. O uso de maior número de amostras aumenta a capacidade de identificar marcadores moleculares – nesse caso, características específicas no DNA ou no RNA que podem ser associadas a determinadas características clínicas do paciente.

O Banco de Tumores e o Banco de Ácidos Nucleicos não só controlam o diagnóstico das amostras coletadas, mas também garantem a qualidade dos ácidos nucleicos purificados desse material. Todas as etapas que podem afetar a qualidade final do material são controladas: o momento da coleta de amostras no centro cirúrgico, o registro em um sistema informatizado, o congelamento e o armazenamento do tecido, a solicitação da amostra, a retirada do material do Banco de Tumores, a purificação do DNA e do RNA, a avaliação de sua integridade, a distribuição da molécula aos pesquisadores e o armazenamento do material excedente para uso posterior por outros projetos.

Essa estrutura possibilitou altos índices de aproveitamento do material biológico. Os dados mostram que, em conjunto, os dois bancos são capazes de preservar, com a qualidade necessária para uso em qualquer tipo de estudo molecular, o RNA de 73% das amostras de tecidos e o DNA de 99% delas. Os biobancos contam hoje com mais de 20 mil amostras de tecidos (figura 1) e 5,5 mil amostras de ácidos nucleicos extraídos desses tecidos (3 mil amostras de RNA e 2,5 mil de DNA). Essas amostras de ácidos nucleicos são utilizadas em projetos de pesquisa desenvolvidos no próprio instituto ou em colaboração com diversos outros projetos, nacionais ou internacionais.

## A ÉTICA EM PESQUISA E OS BANCOS DE TUMORES

A pesquisa com amostras biológicas humanas deve seguir princípios rígidos, regulamentados por normas específicas no Brasil. Todo biobanco precisa ter um regulamento, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição à qual está vinculado, e os responsáveis pela guarda do material e pela autorização de uso devem ser identificados. O material guardado é codificado, para assegurar a privacidade do paciente doador da amostra e tornar confidenciais todos os dados associados.

Além disso, pesquisas que utilizem materiais do banco devem ser aprovadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa, e há situações em que é necessária a aprovação da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa. Para que amostras biológicas sejam coletadas e armazenadas para uso em pesquisas é exigida a assinatura, pelo paciente ou responsável legal, de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que deve explicar, em linguagem clara e de fácil entendimento, o que é um banco de tumores (ou qualquer outro biobanco com finalidade de pesquisa) e qual a sua finalidade.

Um aspecto interessante da regulamentação é a exigência de que os biobancos forneçam, a intervalos predeterminados, informações sobre as atividades de pesquisa realizadas com as amostras armazenadas. Essa talvez seja a finalidade principal de um biobanco: contribuir para o avanço da pesquisa em saúde, para que, no futuro, possam ser obtidos resultados que levem a diagnósticos mais precisos, tratamentos mais adequados, melhores chances de sobrevivência e melhor qualidade de vida. ▶



Figura 2. Evolução do número e do tipo de publicações de artigos científicos produzidos pelos pesquisadores associados ao Hospital A. C. Camargo. Ao fundo, imagem de tumor de próstata

Nesse período ocorreu um aumento de 100% no número de artigos científicos publicados por pesquisadores do Hospital A. C. Camargo (figura 2). Além disso, o tipo de publicação mudou: após o início das atividades do Banco de Tumores, a grande maioria dos artigos científicos produzidos por pesquisadores desse hospital foi publicada em periódicos internacionais. Assim, a existência do banco no Brasil e a qualidade de suas amostras possibilitaram realizar, no país, pesquisa com qualidade comparável à feita em países do primeiro mundo.

## MAIS BENEFÍCIOS PARA AS GERAÇÕES FUTURAS

Um dos principais usos das amostras na pesquisa do câncer é a busca de marcadores moleculares que permitam realizar o diagnóstico precoce dos diferentes tipos de câncer, o que auxilia no tratamento dos pacientes. Conhecendo um marcador (uma alteração de DNA ou RNA) que ocorra apenas em células cancerosas, é possível verificar a presença da doença antes que o paciente apresente sintomas clínicos. Em 2009, o biobanco atendeu a 27 projetos de pesquisa envolvendo tumores de próstata, mama, cólon, rim, tecidos moles (sarcomas) e da região de cabeça e pescoço.

Alguns trabalhos relevantes, que utilizaram amostras de nosso biobanco, foram publicados nos últimos anos, entre eles a descoberta de marcadores potenciais para a detecção de tumores de próstata e de classificadores moleculares que indicam lesões gás-

tricas com potencial de evolução para tumores malignos. Além disso, foram identificados marcadores moleculares ligados à progressão do câncer de mama, que apresentam potencial para diferenciar os tumores com baixa chance de progredir daqueles com maiores chances de crescimento. Outro aspecto interessante é que a maior parte das amostras foi empregada em mais de um projeto de pesquisa: em média, foram quatro projetos por amostra, sendo os tumores de cabeça/pescoço e de mama os mais utilizados, com 18 e 22 projetos por amostra, respectivamente.

Doar uma amostra biológica para a pesquisa do câncer é um ato de altruísmo. É provável que o paciente que concorda com a coleta e o armazenamento de uma pequena amostra do câncer que o acometeu não seja diretamente beneficiado pelas pesquisas que vierem a utilizar essa amostra. É, portanto, um ato em benefício da sociedade, feito com a esperança de que, no futuro, possamos dispor de armas mais eficazes para tratar uma doença que não reconhece fronteiras, idade, gênero ou etnia. ■

### Sugestões para leitura

OOSTERHUIS, J. W.; COEBERGH, J. W. & VAN VEEN, E. B. 'Tumour banks: well-guarded treasures in the interest of patients', em *Nature Reviews Cancer*, v. 3(1), p. 73, 2003.

### Na internet

Banco de Tumores do Hospital A. C. Camargo (disponível em: [www.accamargo.org.br/index.php?page=469](http://www.accamargo.org.br/index.php?page=469)).

SILBERMAN, E. 'Libraries of flesh: the sorry state of human tissue storage', em *Wired Magazine*, junho de 2010 (disponível em: [www.wired.com/magazine/2010/05/ff\\_biobanks/all/1](http://www.wired.com/magazine/2010/05/ff_biobanks/all/1)).

# Grafeno: o fundamental e o aplicado

**Caio Lewenkopf**

*Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense*



Como todos os anos, a divulgação dos premiados com o Nobel despertou grande interesse da mídia e do meio acadêmico. Este ano, o prêmio de física foi dado a Andre Geim e Kostja Novoselov, pela síntese, em 2004, do grafeno, um novo material formado por uma película de grafite de apenas um átomo de espessura (ver 'Prêmio Nobel 2010', nesta edição).

Hoje, independentemente de premiação, já há milhares de físicos, químicos e engenheiros de materiais investigando as propriedades do grafeno. Isso nos convida a refletir sobre os motivos de tanta atenção a esse material. Seria o interesse pela potencialidade de suas aplicações? Ou seria por conta dos desafios para compreender suas propriedades inusitadas? O grafeno é um caso em que todas essas motivações estão presentes, em que a pesquisa fundamental e a aplicada vivem um momento de interdependência e benefício mútuo.

É fácil compreender por que essa situação não é comum. Basta pensar na interseção entre a pesquisa fundamental e a aplicada em termos de escalas de tamanho. A física estuda sistemas que podem ter escalas de tamanho muito variadas. No extremo do 'muito grande', encontramos, por exemplo, a cosmologia, que envolve a descrição de fenômenos que ocorrem a distâncias extremamente longínquas da Terra. No limite do 'muito pequeno', está a investigação de propriedades de partículas com dimensões subatômicas.

A pesquisa aplicada, por sua vez, restringe-se a uma janela bem menor de escalas de comprimento: aquela em que é possível sintetizar, caracterizar e controlar materiais, visando a aplicações práticas. No passado, a pesquisa aplicada lidava quase exclusivamente com escalas macroscópicas. Nas últimas décadas, porém, a demanda por miniaturização de dispositivos eletrônicos, por exemplo, direcionou seu foco para os domínios do micrômetro (um milionésimo de metro) e do nanômetro (um bilionésimo de metro). A necessidade de uma melhor compreensão dos fenômenos emergentes nas escalas micro e nano gerou um belo capítulo de confluência entre pesquisa fundamental e aplicada, impulsionando enormemente nosso conhecimento sobre, por exemplo, os semicondutores, que são a base dos dispositivos eletrônicos e optoeletrônicos.

O grafeno é um excelente condutor de corrente elétrica. Por causa de sua espessura e de sua estrutura, os elétrons portadores de corrente elétrica que nele fluem são muito menos desviados por impurezas em sua superfície do que aqueles em outros materiais, como os tradicionais fios de cobre de nossa rede elétrica. Isso facilita a condução eletrônica. Comportamento similar é encontrado em neutrinos (partículas neutras e fugidias do mundo subatômico que raramente interagem com a matéria), e a pesquisa em grafenos tem se beneficiado muito do que se aprendeu nesse campo.

Assim como a grafite, o grafeno é muito maleável. Uma folha de grafeno exibe tipicamente ondulações semelhantes às de um lençol colocado sem muito capricho sobre uma cama. Essas sinuosidades fazem com que os elétrons do grafeno se movam como se estivessem esquiando sobre montanhas e vales. Surge daí uma analogia surpreendente com a teoria da relatividade geral, na qual um assunto típico é o movimento de uma partícula viajando em um espaço curvo. Assim, com base nessa similaridade, especula-se que a curvatura da superfície do grafeno faça com que os elétrons nele se movendo sejam desviados de uma forma peculiar, não observada em materiais ordinários. A condução eletrônica do grafeno é fortemente influenciada pela competição desses dois efeitos, a curvatura e o espalhamento por impurezas.

Isso ilustra como ideias surgidas em contextos aparentemente desconexos contribuem para a pesquisa em grafeno. Com isso, não se quer dizer que a pesquisa fundamental só tem propósito se encontra uma aplicação, nem que a pesquisa aplicada só avança por meio de subsídios da fundamental. No entanto, quando as duas encontram pontos de contato, um campo de pesquisa evolui de forma rápida e criativa, com resultados quase sempre imprevisíveis. Esse é um belo convite para acompanhar a pesquisa em grafeno e os frutos que ela certamente dará. ■

---

Quando pesquisa fundamental e aplicada encontram pontos de contato, um campo de pesquisa evolui de forma rápida e criativa

# A vez do plâncton

**E**les são responsáveis pela produção de metade do oxigênio que respiramos e pela reciclagem de 50% do gás carbônico do planeta, além de serem a base da cadeia alimentar. Ainda assim, pouco se sabe sobre os ecossistemas planctônicos, que abrigam as formas de vida microscópicas dos oceanos, como microalgas, larvas de peixes e crustáceos, entre outros. Para tentar suprir esse vácuo de informação, a expedição Tara Oceans está percorrendo os oceanos desde setembro de 2009, estudando não só os plânctons como também as características dos ambientes onde eles vivem. A expedição esteve no Rio de Janeiro entre 22 e 31 de outubro último.

Coordenada pelo Fundo Tara e um consórcio científico internacional que reúne mais de 100 pesquisadores, a Tara Oceans é a ponta de uma cadeia de monitoramento cujo objetivo é identificar e quantificar a variedade planctônica usando diferentes metodologias, como técnicas de imagem e genômica, bem como

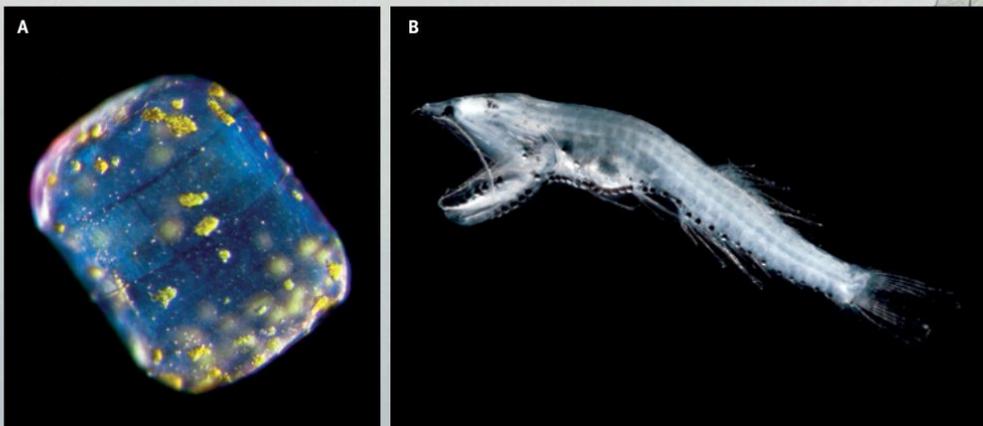
caracterizar seu ambiente em termos de salinidade, temperatura e acidez (pH), entre outros fatores.

“Hoje, não sabemos quão sensíveis são esses ambientes. Por exemplo, qual o efeito sobre o plâncton de uma alteração dos níveis de nutrientes nos oceanos?”, pergunta o francês Eric Karsenti, diretor científico da expedição e biólogo do Laboratório Europeu de Biologia Molecular, em Heidelberg (Alemanha). Segundo ele, a análise e comparação dos dados colhidos pela Tara Oceans, tanto em relação ao plâncton quanto aos oceanos, permitirá criar um perfil desses ecossistemas, revelando os quadros de saúde e diversidade morfológica e genética.

## Resultados positivos

A escuna responsável pela coleta dos dados tem uma tripulação de 13 pessoas, incluindo marinheiros, pesquisadores e jornalistas. Ela saiu de Lorient (França) em 5 de setembro de 2009 e, ao término da expedição, em novem-

A expedição Tara Oceans vai caracterizar os ecossistemas planctônicos, compostos por formas de vida marinhas microscópicas, como algas (A) e larvas de peixe (B)



bro de 2012, terá percorrido 150 mil km e adquirido amostras em 76 pontos distribuídos por todos os oceanos do planeta. Karsenti ressalta que esses locais de amostragem não foram escolhidos aleatoriamente.

“Somos capazes de determinar as concentrações de plâncton na superfície dos mares por fotos de satélite. Com base nessas informações, são feitas simulações de computador que indicam o que devemos encontrar em cada lugar. Quando chegamos lá, nossas amostras validam ou não o modelo”, explica o biólogo, acrescentando que isso ajuda a melhorar esse tipo de previsão.

De acordo com Karsenti, os resultados até agora têm sido muito positivos. Os dados obtidos pela equipe da escuna recebem uma análise preliminar na própria embarcação e depois são enviados para os vários laboratórios associados à expedição. “Os resultados têm sido excelentes. Identificamos, por exemplo, novos vírus e organismos, e descobrimos que existem vírus terrestres que também existem nos oceanos. Além disso, 80% dos novos genes que encontramos não estão em qualquer banco de dados genéticos”, descreve o biólogo.

Além de monitorar o universo planctônico, a Tara Oceans também estuda os ambientes coralinos, conseguindo dados de locais pouco amostrados, como em Djibouti, na África. Todas as informações colhidas pela Tara Oceans estarão no futuro disponíveis em um banco de dados público, o Bio-Bank. “A ideia é liberar os dados à medida que eles forem analisados. Inclusive, alguns já estão disponíveis”, completa Karsenti.

**Fred Furtado**  
Ciência Hoje/RJ

BIOQUÍMICA

## ALERGIA: MELHOR PREVENIR

Um medicamento para prevenir alergias, evitando que os sintomas se manifestem, vem sendo testado por pesquisadores da Universidade Estadual do Norte Fluminense (Uenf). Ele age como bloqueador da ligação de certos tipos de anticorpos com as proteínas causadoras das alergias. Para o desenvolvimento do remédio, foram mapeadas as estruturas das proteínas contidas em sementes utilizadas na produção do biodiesel, como as de mamona (*Ricinus communis*).

O mecanismo da alergia funciona de uma maneira sequencial. Algumas pessoas, quando entram em contato com um corpo estranho ao organismo, chamado alérgeno, podem apresentar um aumento na produção de anticorpos do tipo E (IgE), relacionados à ocorrência de alergias. Quando ocorre um segundo contato com o alérgeno, os IgEs se fixam aos mastócitos e basófilos (tipos de glóbulos brancos), que sofrem uma série de alterações e liberam a histamina presente em grânulos no seu interior. A histamina é um dos causadores das irritações características do processo alérgico. Ao contrário do tratamento tradicional, com drogas anti-histamínicas, que só atuam depois da liberação no organismo das histaminas, o novo medicamento vai atuar antes que tenha início o processo alérgico.

Pesquisadores do Laboratório de Química e Função de Proteínas e Peptídeos (LQFPP) do Centro de Biociências e Biotecnologia da Uenf, coordenados pela bioquímica Olga Machado, isolaram proteínas presentes nas sementes de mamona e identificaram os epitopos, regiões das proteínas que se ligam às imunoglobulinas E (IgE). A substância produzida, proposta como medicamento, se liga ao IgE de maneira semelhante ao alérgeno, ocupando a região que poderia ser ocupada pelos epitopos, evitando assim as reações alérgicas.

Atualmente, a equipe está testando a droga em ratos. O objetivo é descobrir a melhor forma de administração e as doses necessárias para prevenir a resposta alérgica. Quanto aos efeitos no organismo humano, os pesquisadores esclarecem que há um longo caminho a percorrer. “Um fato positivo é que o remédio é composto por aminoácidos livres com os quais o nosso organismo já tem contato e, por isso, não estranharia. Por outro lado, esses aminoácidos podem migrar para outras partes do corpo ou serem degradados, não cumprindo sua função como antialérgicos”, explica Machado.

**EX-REPÓRTER DA CH RECEBE PRÊMIO DE DIVULGAÇÃO** • A jornalista Helen Mendes, que estagiou na redação da Sucursal Sul da CH, em Curitiba, foi a vencedora do 24º Prêmio Paranaense de Ciência e Tecnologia (categoria Jornalismo Científico), concedido pela Secretaria Estadual de C&T e Ensino Superior do Paraná (Seti). Pela publicação da matéria ‘Cirurgia do diabetes’ na edição 273 da CH ela recebeu certificado de premiação e um cheque de R\$ 5 mil. Na justificativa apresentada à Seti, a comissão julgadora destacou que a matéria se sobressaía “não só por sua qualidade técnica e excelência de redação, mas também por divulgar para um público amplo o resultado de um trabalho de pesquisa de grande relevância social”. O Prêmio Paranaense de C&T contempla a cada ano, em sistema de rodízio, pesquisadores de duas grandes áreas do conhecimento, extensionistas, inventores independentes e estudantes de graduação que participam de programas de iniciação científica. A partir de 2009, a Seti passou a premiar também, todos os anos, matérias jornalísticas que divulgam, em veículos regionais ou nacionais, trabalhos de C&T&I realizados por pesquisadores paranaenses ou que trabalhem em instituições de pesquisa do estado.



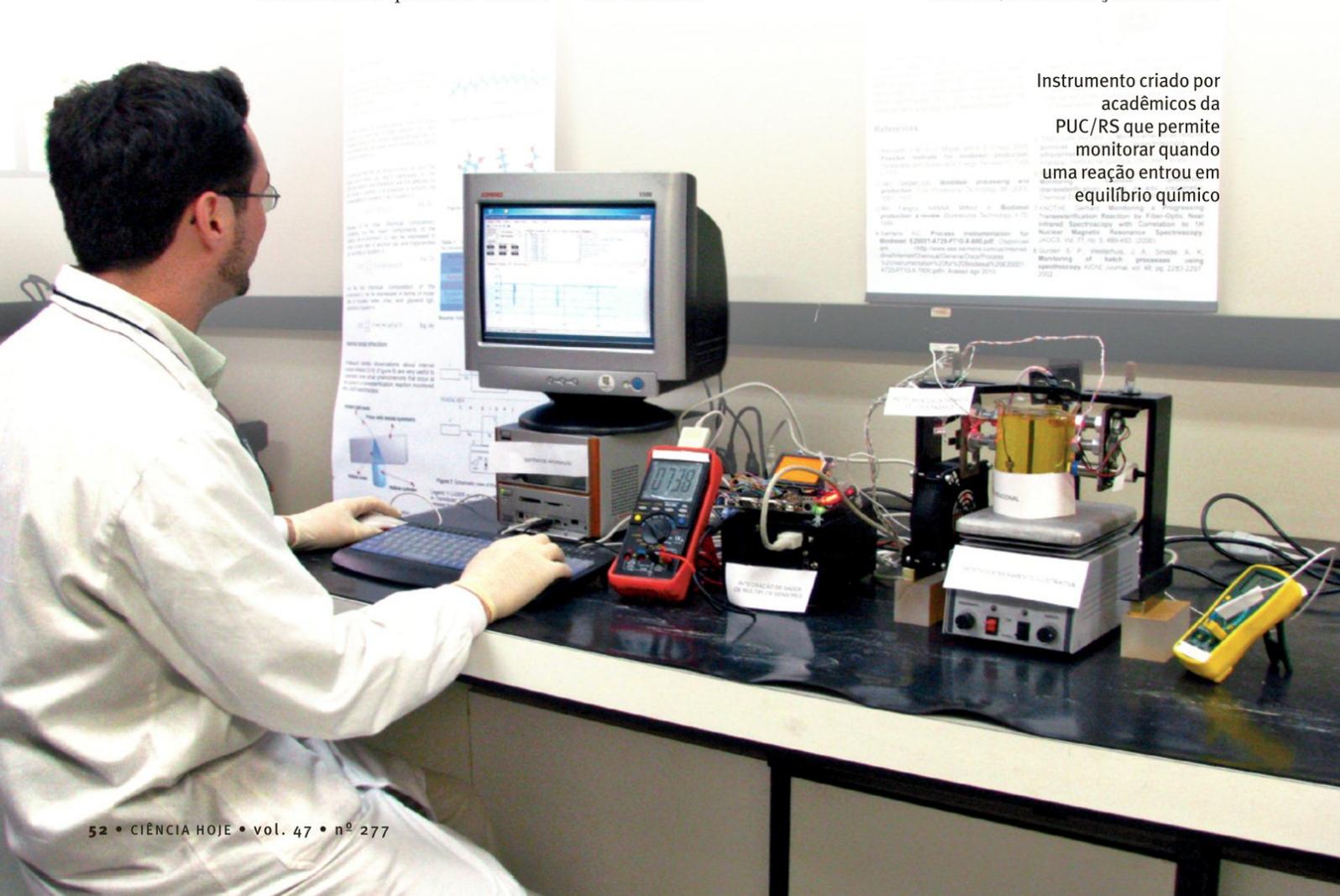
# Mais barato e eficaz

Um processo consagrado na indústria nacional pode se tornar mais eficaz graças ao trabalho de pesquisadores da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC/RS). O doutorando em engenharia e tecnologia de materiais Luis Alcides Brandini De Boni, juntamente com os estudantes Fabiano Zanon, da Engenharia Mecânica, Gabriel Assis e Marcirio Ruschel Olivera, da Engenharia de Controle de Automação, desenvolveram, sob a orientação do professor Isaac Newton, um equipamento (tanto a parte de *hardware* quanto o *software*) que permite determinar quando a transes-

terificação – reação química entre um éster e um álcool e atualmente o método mais usado na produção do biodiesel – entrou em estado de equilíbrio químico. Até hoje não há no Brasil aparelho que permita identificar, em tempo real, quando o fenômeno acontece.

“Comparado ao método tradicional de monitoramento, seria possível produzir a mesma quantidade de combustível líquido – do tipo biodiesel – com a mesma qualidade, consumindo aproximadamente 15% menos de energia em um período de tempo até 50% menor”, afirma De Boni.

A inovação conta com um sensor óptico que permite monitorar reações químicas de forma não invasiva, mediante a passagem de um feixe de raio *laser* pelo meio reacional. O acompanhamento do processo ocorre por meio de um transdutor óptico – esse instrumento capta a variação da luz emitida e converte o sinal luminoso em sinal elétrico, exibindo-o na forma de um gráfico no computador conforme a reação prossegue. “Nosso trabalho não altera a velocidade da reação, mas a monitora de forma mais eficiente. Ao mostrar a variação geral do índice de refração do meio, as mudanças na sua es-



Instrumento criado por acadêmicos da PUC/RS que permite monitorar quando uma reação entrou em equilíbrio químico

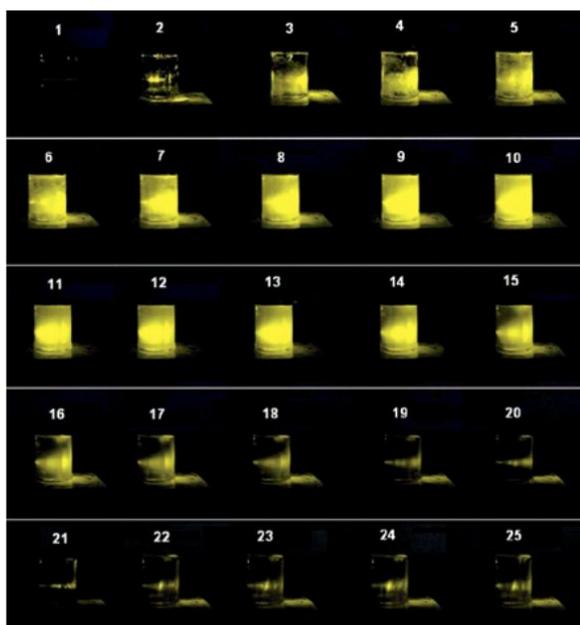
trutura molecular ficam evidentes, o que possibilita identificar se estão ocorrendo reações químicas”, explica De Boni.

Atualmente, todo o processo baseia-se em estimativas de tempo. A certeza de que a reação está completa surge somente após a análise de algumas amostras do produto, resultado que – dependendo do laboratório – pode demorar horas. Com a nova técnica, as usinas que produzem biodiesel no país poderiam ocupar seus reatores somente o tempo necessário até a reação estar completa, diminuindo parte dos custos operacionais e aumentando a produtividade.

Tais benefícios possivelmente se refletiriam no preço repassado aos consumidores, mas tudo isso levaria em conta uma série de variáveis. “Fatores como a qualidade da matéria-prima, tipo de catalisador e álcool utilizados, assim como temperatura da reação e a velocidade de agitação, têm grande influência no tempo demandado para o produto ser dado como completo”, ressalta o engenheiro. A pesquisa, que recebe apoio da Petrobras e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), foi apresentada na 15ª edição da Rio Oil & Gas, realizada de 13 a 16 de setembro no Rio de Janeiro.

## A ideia

Criar um equipamento que possibilitasse automatizar, com base nas condições do meio reacional e não em função do tempo, as usinas de biodiesel do país, priorizando bens manufaturados no Brasil, foi uma ideia que surgiu em 2008, quando De Boni participou, em Brasília, do Estudo prospectivo – Visão de Futuro e Agenda INI Biotecnologia: 2008-2025. Entre os objetivos do encontro estava o de tentar avaliar quais as tecnologias que teriam



Varição da dispersão da radiação *laser* em função das condições do meio reacional. Após o equilíbrio químico ser estabelecido, a reação fica com um comportamento pseudoconstante, conforme a imagem 25 da fotografia

maior influência no desenvolvimento nacional nos próximos anos. “Essa foi uma das propostas apresentadas, mas só para daqui a oito anos ou mais. Mas por que esperar tanto? Poderíamos trazer isso para o presente”, lembra.

Para trabalhar o tema, De Boni o agregou à sua tese de doutorado intitulada ‘Utilização de sensores óptrônicos para monitorar a reação de transesterificação visando à redução do aporte energético’. Os resultados positivos, porém, vieram mais rapidamente com a colaboração de Zanon, Assis e Oliveira, que acrescentaram à pesquisa conhecimentos de outras áreas.

## Patentes

Em menos de um ano de trabalho, o grupo conseguiu duas patentes, uma referente ao sensor óptico para monitoramento e ao método, e outra relacionada a melhorias no reator e nos sistemas automatizados de controle. Há, ainda, outras duas em análise no Escritório de Transferência de Tecnologia (ETT) da universidade. “As demais correspondem a partes do equipamento, que inclusive podem ser aproveitadas

por outras indústrias”, destaca De Boni.

A criatividade dos acadêmicos, aliada às suas constantes pesquisas e à estrutura do Laboratório de Processos Ambientais (Lapa) e do Laboratório de Projetos Especiais (Lapem), ambos da Faculdade de Engenharia da PUC/RS, possibilitaram criar a maioria das peças usadas na invenção. Cada parte do equipamento (que ainda é um protótipo) foi desenvolvida a partir de muito estudo e utilizando os materiais disponíveis na universidade ou, em alguns casos, adquiridos de outros fornecedores.

A meta dos pesquisadores, agora, é aperfeiçoar a invenção para que ela possa se tornar um produto comercial, licenciando a tecnologia para uma empresa de grande porte, que poderia manufaturar o equipamento com alta qualidade, garantindo a confiabilidade do processo.

## Caroline Eidt

Especial para *Ciência Hoje/RS*

# Uma praga com os dias contados

**A** síndrome da mancha branca tem sido motivo de muita dor de cabeça para os produtores de camarão em todo o mundo. E não é para menos. Em algumas regiões produtoras de países como Equador, Sri Lanka e Taiwan, as populações cultivadas desse crustáceo foram totalmente dizimadas pelo vírus causador da doença. Atualmente não existe tratamento para essa virose, que compromete especialmente o sistema imunológico do animal, acarretando sua morte. Quando ocorrem surtos nos cultivos, os órgãos oficiais recomendam isolar e exterminar os indivíduos infectados.

Mas uma alternativa investigada no Laboratório de Imuno-

logia Aplicada à Aquicultura (LIAA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em Florianópolis, mostrou-se eficiente para combater o vírus responsável pela síndrome, conhecido pela sigla WSSV (vírus da síndrome da mancha branca, em inglês). A análise dos experimentos revelou que mais de 70% dos camarões infectados sobreviveram e 80% deles deixaram de ser portadores do vírus. O mérito do trabalho cabe à engenheira de aquicultura Cristhiane Guertler, do LIAA, que realizou as pesquisas durante seu mestrado, sob orientação da professora Luciane Perazzolo.

“Para silenciar o vírus, empregamos a técnica do RNA de

interferência, que ativa as defesas antivirais nos animais desafiados”, conta Guertler. Ela produziu um RNA de dupla fita (dsRNA) de sequência homóloga à do gene que codifica uma proteína viral e o introduziu nos camarões utilizados no estudo. Quando injetado no animal, esse dsRNA é reconhecido pelo organismo do camarão como uma molécula estranha e ativa o mecanismo antiviral.

O passo seguinte foi infectar os camarões com o vírus da mancha branca. “Todos os animais infectados que não tinham recebido a injeção de dsRNA morreram em cinco dias, enquanto os que receberam a injeção sobreviveram”, conta Guertler. Segundo a pesquisadora, a carga viral da infecção foi propositalmente alta para avaliar com segurança a eficácia do método.

O uso de RNA de interferência para ativar o sistema de defesa dos camarões contra o vírus da síndrome da mancha branca foi investigado em tanques montados no Laboratório de Imunologia Aplicada à Aquicultura (LIAA), da UFSC

FOTOS CRISTHIANE GUERTLER



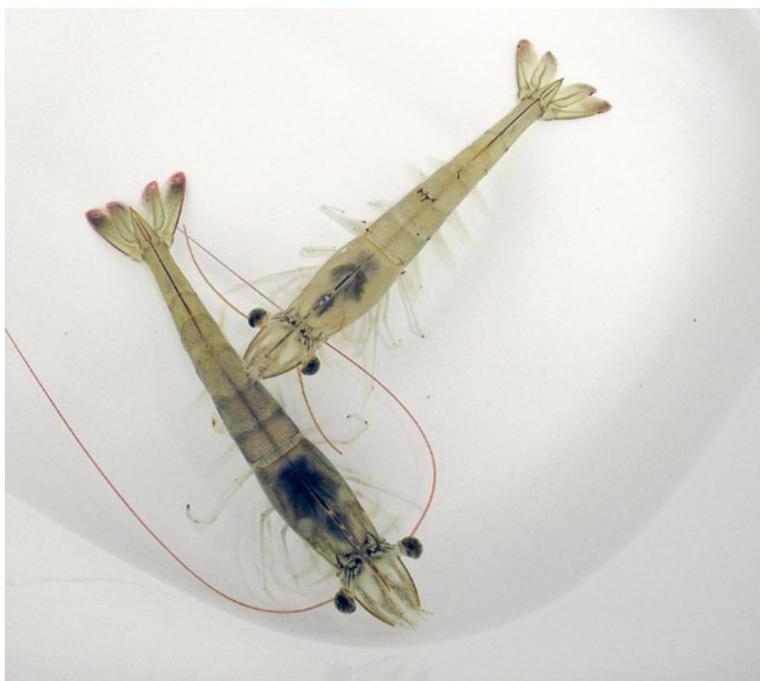
## MAUÉS, TERRA DA LONGEVIDADE

Onde estaria a tão sonhada fonte da juventude? O estudo das populações longevas pode dar algumas pistas. É o caso de Maués, município no interior do Amazonas, onde a população de 50 mil habitantes tem o dobro da média nacional de pessoas com mais de 80 anos: 1% contra 0,5%. Os idosos da floresta são tão numerosos que despertaram a atenção de pesquisadores das universidades do Amazonas, do Rio Grande do Sul e de León, na Espanha. Desde 2007, eles tentam descobrir as possíveis causas da longevidade na região. O estilo de vida e a dieta natural dos ribeirinhos são algumas das principais apostas.

“Eles se alimentam basicamente de peixes, proteínas de baixo peso molecular, gorduras não saturadas, derivados da mandioca e frutos da floresta. O fator nutricional influencia muito a alta expectativa de vida dessa população”, explica o médico Euler Ribeiro, coordenador da pesquisa e diretor da Universidade Aberta da Terceira Idade (UnATI) da Universidade do Estado do Amazonas. A prática constante de exercícios físicos e os baixos níveis de estresse também favorecem os longevos de Maués. “Os índices de obesidade, depressão, dislipidemia e osteoporose são bem menores se comparados aos dos moradores da capital, Manaus”, afirma.

Semelhante às famosas dietas do Mediterrâneo e da Ásia – reconhecidas por diminuir doenças crônicas e aumentarem a expectativa de vida –, a dieta amazônica tem um ingrediente especial que, acredita Ribeiro, pode fazer toda a diferença: o guaraná. “É um alimento funcional, três em um. Tem mais cafeína do que o café, mais teobromina que o cacau e mais catequinas que o chá verde. Pesquisas científicas comprovam sua ação anti-inflamatória e modeladora do sangue, além da eficácia contra acidente vascular cerebral, infarto e diabetes. Vale ser tomado em pequenas proporções todos os dias, mas sem exageros”, aconselha Ribeiro.

FOTO CLEIFERSON COMARELA BARBOSA/SXC



Camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. A espécie, originária do oceano Pacífico, é a mais cultivada hoje em todo o mundo, inclusive no Brasil

### Meta para o futuro

O RNA de interferência é uma das defesas naturais do sistema imunológico, presente em animais e plantas. A descoberta do mecanismo, que permite silenciar genes com precisão, rendeu aos biólogos norte-americanos Andrew Fire e Craig Mello o prêmio Nobel de Medicina em 2006. Nos invertebrados – caso dos camarões –, o RNA de interferência tem uma importância ainda maior, já que esses animais não possuem um mecanismo de defesa adaptativo que permita a vacinação.

Em 2004, a morte súbita de camarões em 85% das fazendas de cultivo em Santa Catarina surpreendeu os produtores e acarretou prejuízos da ordem de R\$ 6 milhões em todo o estado. Diante do problema, causado pelo vírus da síndrome da mancha branca, o grupo do LIAA deu início às pesquisas destinadas a combatê-lo por meio do mecanismo do RNA de interferência.

Os trabalhos de desafio viral foram realizados no município catarinense de Araquari, longe

do mar, para evitar qualquer risco de alastramento da mancha branca para populações naturais. A doença recebe esse nome por deixar a carapaça (exoesqueleto) dos camarões com manchas arredondadas e esbranquiçadas, mas não representa qualquer perigo para os seres humanos, mesmo aqueles que se alimentam de animais infectados. Durante os estudos, a equipe da UFSC utilizou uma espécie exótica de camarão, *Litopenaeus vannamei*, originária do oceano Pacífico e, atualmente, a mais cultivada em todo o mundo.

Segundo Guertler, pretende-se, no futuro, criar alternativas mais baratas e de fácil aplicação para que a técnica testada no LIAA possa ser empregada em campo na prevenção de vírus de camarões cultivados no Brasil.

**Luan Galani**

Especial para *Ciência Hoje*/PR



# Cuidado sob medida

**U**ma proteína encontrada no organismo humano, a cofilina, é a nova arma dos pesquisadores para combater um tipo de tumor pulmonar maligno conhecido como câncer de pulmão de não pequenas células. De acordo com estudo realizado no Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), tratamentos personalizados podem ser definidos a partir da identificação da quantidade da proteína cofilina em amostras de tumor. “Essa proteína funciona como um biomarcador na busca do tratamento ideal para o paciente”, afirma o bioquímico Fábio Klamt, coordenador do estudo.

O câncer de pulmão, segundo a Organização Mundial da Saúde, classifica-se em dois tipos: o de pequenas

células e o de não pequenas células. Este último é o tipo mais frequente e abrange os adenocarcinomas, os carcinomas epidermoides e os carcinomas de grandes células.

O trabalho de pesquisa desenvolvido na UFRGS revelou que o câncer de não pequenas células evolui rapidamente para uma forma mais agressiva em indivíduos com maior quantidade de cofilina no tumor. A substância é fundamental no processo de migração celular, estando assim diretamente associada à malignidade do câncer. “A cofilina tem influência na agressividade da doença, uma vez que facilita sua disseminação por metástases”, explica Klamt.

A equipe constatou ainda que a quantidade de cofilina no tumor tem relação também com a resistência aos medicamentos empregados na quimioterapia. Os pacientes que apresentam níveis mais elevados da proteína não respondem ao tratamento com os quimioterápicos tradicionais. “A partir da avaliação da quantidade de cofilina presente nas amostras tumorais, podemos compreender melhor o processo biológico de cada paciente e estabelecer o tratamento mais adequado”, ressalta Klamt.

Iniciada em 2004, a pesquisa foi feita com base na análise de pacientes, tumores e bancos de dados clínicos de diversas partes do mundo. O desafio atual da equipe do bioquímico da UFRGS é veri-

ficar se há relação entre a cofilina e outros tipos de câncer.

## Para poucos, por enquanto

A determinação dos níveis de cofilina em tumores é um processo sofisticado. Embora envolva um procedimento cirúrgico padrão – realização de uma biópsia para retirada de amostras de tecido ou células do paciente –, a quantificação da substância requer o emprego de aparato tecnológico de alto custo e que demanda treinamento específico. Por enquanto, o exame é restrito a poucas pessoas.

“Isso é natural, pois estamos no limiar de um avanço científico que deverá ter impacto direto na medicina”, explica Klamt. Mas a intenção de sua equipe é que, em breve, o exame possa ser feito de modo amplo. “Estamos trabalhando para que a medição do teor de cofilina se torne mais acessível, e ela possa ser introduzida já no serviço de patologia, para diagnosticar a doença em seu estágio inicial”, diz Klamt.

Segundo o Instituto Nacional de Câncer (Inca), o câncer de pulmão matou 20.485 no Brasil em 2008. Três quartos dessas mortes foram causados pelo câncer de pulmão de não pequenas células. Para 2010, o Inca estima a descoberta de aproximadamente 27 mil novos casos da doença, a grande maioria (quase 18 mil casos) em homens.

**Bruno Baggio**

Especial para *Ciência Hoje*/PR



Microfotografias de amostras de tecido pulmonar acometido por câncer de não pequenas células. A maior quantidade da proteína cofilina em A (indicada pelo tom mais amarronzado da imagem) revela um tumor agressivo e com pior prognóstico. A baixa expressão da proteína em B (indicada pelos tons mais claros de marrom) sugere um tumor menos agressivo. As duas amostras (em aumento de 200 vezes) foram obtidas pela técnica de coloração denominada imuno-histoquímica, muito empregada em serviços de patologia

## LATTES PRESERVADO

Um passo importante para a história da física no Brasil: os arquivos de César Lattes (1924-2005) serão declarados de interesse público e social e estarão disponíveis, em seu conjunto, para pesquisadores de todo o país. O responsável por isso é Jonas Federman, professor da Escola de Comunicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e doutor em história da ciência também pela UFRJ. Foi dele a ideia de iniciar, junto à Comissão Nacional de Arquivos (Conarq), um trâmite – já aprovado – pela abertura e valorização do acervo de Lattes.

Finalizado esse primeiro passo, a documentação será assinada pela Presidência da República. Com isso, passará a fazer parte do Patrimônio Histórico e Científico Nacional, o que, na prática, significa receber um cuidado que até o momento não existia. “São documentos e fotos raríssimos, que ainda podem ser muito estudados por pesquisadores”, afirma Federman. Parte do arquivo de Lattes está no Instituto de Física Gleb Wataghin da Universidade Estadual de Campinas (IFGW/Unicamp) e parte no Sistema de Arquivos da Unicamp. Agora, finalmente, o acervo poderá ser reunido.

Lattes foi um dos líderes da geração de ouro que revolucionaram o estudo da física no Brasil. Seu acervo é formado por



Chapa de emulsões nucleares, por meio das quais César Lattes confirmou a existência do méson pi

documentos, fotos, arquivos sonoros, cartas, filmes, além de chapas de fotografias especiais, as chamadas emulsões nucleares. Foi através dessas chapas de Chacaltaya que o físico confirmou a existência, em 1947, nos Andes bolivianos, do méson pi, partícula que mantém o núcleo do átomo estável.

“Foi a partir de pesquisas nessa área que Lattes constatou a suspeita do físico japonês Hideki Yukawa (1907-1981) a respeito da existência do méson pi. Além disso, nessas chapas existe o registro de fenômenos que ainda não foram bem entendidos pela física. Por isso, proponho que esse material seja conservado, fotografado, digitalizado e disponibilizado na internet para que pesquisadores de todo o mundo possam estudá-lo. Com certeza, notícias transformadoras para a ciência poderão vir daí”, acredita Federman.

FOTO: JONAS FEDERMAN

## BOTÂNICA

### NOVAS ESPÉCIES VEGETAIS EM SERGIPE

A descoberta de novas espécies da flora sergipana promete desmitificar de vez a ideia de que a vegetação local não é rica em biodiversidade. De acordo com um levantamento realizado pela equipe do Laboratório de Sistemática Vegetal da Universidade Federal de Sergipe (LSV/UFS), três espécies novas para a ciência já foram descritas e outras cinco estão em fase de descrição por especialistas.

A coleta das plantas já catalogadas foi realizada em áreas de restinga e mata atlântica. Uma das espécies, que recebeu o nome de *Cissus pinnatifolia*, é uma trepadeira rara de flores vermelhas cuja ocorrência se dá nas matas próximas ao litoral. As outras duas descritas são *Aspilia itabaiensis*, herbácea da mesma família das margaridas, e *Cryptanthus sergipensis*, pertencente à família das bromélias. As demais plantas ainda em estudo per-

tencem às famílias Bromeliaceae, Myrtaaceae, Eriocaulaceae e Iridaceae.

A vegetação em Sergipe está distribuída em três faixas, sendo a primeira representada pela mata atlântica, a segunda pelo agreste (denominação popular para a zona de transição entre a Zona da Mata e o Sertão) e a terceira pela caatinga. Segundo a botânica Ana Paula Prata, professora da UFS, a falsa ideia de que a flora do estado não é diversa pode ter tido origem no fato de que, antes de 2006, as amostras depositadas no acervo do Herbário da UFS (Herbário ASE) não circulavam nacionalmente por falta de pessoal capacitado em taxonomia e gerenciamento de herbários.

“Os taxonomistas de outras regiões brasileiras reclamavam que não recebiam as amostras sergipanas. Como eles não tinham acesso ao material, não podiam citá-lo em suas publicações. Havia uma lacuna no conhecimento da diversidade de plantas no estado”, conta Prata, também curadora do Herbário ASE. A situação

começou a mudar em 2006, com a contratação de novos pesquisadores, e hoje as plantas coletadas em Sergipe circulam entre os principais acervos da região nordestina e até de outros países.

A botânica e alguns alunos de graduação e de pós-graduação da UFS foram os responsáveis pela coleta da nova espécie pertencente à família Bromeliaceae. A equipe encontrou a planta durante uma expedição pela caatinga, na serra da Guia, município de Poço Redondo (SE), cujo objetivo era recolher espécimes botânicos para investigar a diversidade do local.

Prata acredita que a identificação das novas espécies contribuirá para fazer pesquisas em áreas como química e farmacologia, gerando benefícios para a comunidade. “Queremos reunir mais material para que possamos avaliar a verdadeira riqueza da flora sergipana, ainda muito subestimada pelos cientistas brasileiros”, ressalta.

# Estimulação magnética

O acidente vascular cerebral (AVC), conhecido popularmente como derrame, é uma das principais causas de morte no mundo. Dados de 2007 mostram que entre os brasileiros de 40 anos ou mais, a cada 10 mil habitantes, 20 são internados por AVC. Mesmo sobrevivendo ao derrame, grande parte dos pacientes sofre com uma recuperação delicada e limitações motoras e neuronais. A reabilitação desses pacientes poderá contar com novos recursos. Pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) estudam a possibilidade de usar estimulação magnética

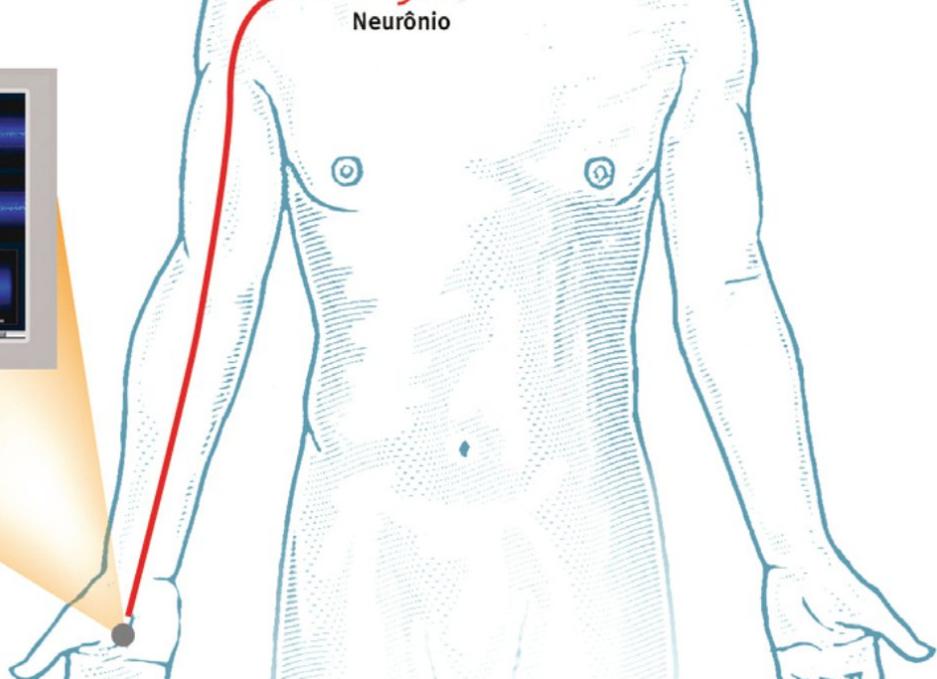
transcraniana e estimulação elétrica de nervos da mão para melhorar o desempenho motor e aumentar o efeito da fisioterapia.

Para receber a estimulação, a pessoa senta em uma cadeira, com uma espécie de bobina apoiada sobre sua cabeça. Na mão, estão aderidos eletrodos para que sejam registradas as respostas dos músculos pela estimulação no cérebro. “Há duas estra-

tégias principais: aumentar a atividade de neurônios no lado em que ocorreu o AVC, ou inibir a atividade de neurônios no outro lado do cérebro”, explica a médica Adriana Conforto, coordenadora do Laboratório de Neuroestimulação do Centro de Investigações em Neurologia do Departamento de Neurologia da USP.

Na realidade, a estimulação neuronal não se deve ao magne-

Esquema da estimulação do cérebro com o uso de magnetismo para a recuperação em caso de derrame. O campo magnético produzido pela bobina gera um campo elétrico no cérebro, o que pode estimular a atividade de neurônios e ampliar as reações dos músculos da parte do corpo afetada (a mão, por exemplo). Essas reações são avaliadas com o uso do eletromiógrafo, que registra a atividade elétrica de músculos em contração



tismo, mas sim ao campo elétrico gerado pela variação rápida do campo magnético. Segundo a pesquisadora, o campo elétrico pode despolarizar os neurônios, estimulando as atividades dessas células. Existem pesquisas em andamento, para avaliar se essa estimulação pode ajudar na recuperação da sensibilidade e dos movimentos da pessoa afetada.

### Estudos sobre riscos

Uma das principais preocupações dos pesquisadores diz respeito aos riscos gerados pelo tratamento, como o de crises convulsivas durante a estimulação. Fora isso, o paciente pode sentir desconforto, mas, em geral, não sente dor. O tratamento não é recomendado para pessoas que tenham marca-passo, presença de metal na cabeça (como, por exemplo, implantes cocleares) e que usem certas medicações, como antidepressivos e antipsicóticos.

Além dos estudos sobre os riscos, os pesquisadores ainda estão testando a amplitude da eficácia do tratamento. Uma dificuldade encontrada foi a observação de melhorias apenas em pacientes com sequelas leves, com pouco comprometimento motor. “É preciso avaliar se a estimulação pode trazer benefícios aos pacientes com sequelas moderadas ou graves”, diz Conforto.

Atualmente, apenas pacientes que participam da pesquisa estão recebendo a estimulação. A expectativa é que, dentro de alguns anos, se os resultados das pesquisas se mostrarem favoráveis, o tratamento possa ser oferecido em hospitais, o que seria um grande avanço para a luta diária de milhares de pacientes incapacitados pela doença.

**Pedro de Figueiredo**  
Ciência Hoje/RJ

## ENGENHARIA DE ALIMENTOS

### SORVETE COM SABOR DO CERRADO

Um dos frutos do cerrado que vêm conquistando mercado devido à sua nutritiva amêndoa, o baru agora pode ser também apreciado na forma de sorvete feito a partir de sua polpa. A produção da iguaria é o resultado prático da tese de doutorado do engenheiro de alimentos Bruno de Andrade Martins, que buscou desenvolver tecnologias que otimizassem a cadeia produtiva e permitissem maior aproveitamento do fruto.

A extração do baru (*Dipteryx alata* Vog.) — encontrado sobretudo no Centro-Oeste e em parte das regiões Sudeste e Norte — é feita manualmente pelas populações nativas do cerrado. A amêndoa, rica em proteínas e minerais, é consumida torrada (o gosto se assemelha ao do amendoim) e utilizada na fabricação de farinhas, barras de cereais, bis-

coitos, doces, licores e molhos. Da semente ainda é possível extrair um óleo com elevado grau de insaturação (compostos orgânicos com ligações duplas ou triplas), que tem propriedades antioxidantes e é usado para temperar saladas e aromatizar ambientes.

No entanto, a polpa, muito seca, é geralmente descartada após o rudimentar processo de corte. “As perdas na cadeia produtiva estão relacionadas à falta de tecnologia no processamento”, explica Martins. “O objetivo do estudo foi desenvolver métodos que proporcionassem maior eficiência na extração da polpa e da amêndoa para reduzir essas perdas”, conta o engenheiro.

Durante a pesquisa desenvolvida na Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Martins verificou que a polpa do baru pode ser mais facilmente removida se o fruto for hidratado com água quente. “Após a hidratação, a polpa deve ser retirada com o auxílio de um despolpador e então conservada com a adição de açúcar e ácido. A aplicação dessa nova técnica possibilita o aumento da capacidade produtiva das amêndoas e o aproveitamento da polpa para diversos fins, como a fabricação de sorvetes”, esclarece.

O engenheiro criou, ainda, um padrão de torração das amêndoas. O procedimento corrente, realizado em fornos artesanais, processa muitas sementes cruas ou queimadas, que acabam não tendo boa aceitação no mercado. O uso de torradores rotativos aliado ao controle de temperatura, tempo de torração, cor e perda de massa demonstrou que é possível conferir maior produtividade e qualidade ao processo.

DIVULGAÇÃO



# Festa da ciência em Caxambu

**A**s vésperas das eleições que garantiram à candidata Dilma Rousseff (PT) o posto de futura presidente do Brasil, cerca de 1.486 cientistas sociais – futuros e atuantes – se reuniram na cidade de Caxambu (MG) para discutir os temas mais relevantes da política e cultura brasileiras. Mas não apenas: o 34º Encontro Anual da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Ciências Sociais (Anpocs) também abrigou debates sobre os Estados Unidos, América Latina e uma feira de ciência destinada a professores e alunos dos ensinos fundamental e médio da região: o TEM – Circuito de Ciência e Tecnologia.

O encontro se deu entre os dias 25 e 29 de outubro último

e contou também com a participação de figuras estrangeiras de renome, como o cientista político francês Pierre Rosanvallon, professor do Collège de France; o sociólogo norte-americano Craig Calhoun, professor da Universidade de Nova York (Estados Unidos); e o antropólogo James Gordon Ferguson III, da Universidade Stanford (Estados Unidos). As mesas já tradicionais em encontros da Anpocs – como ‘Conjuntura Nacional’ – se dedicaram ao tema que permeava as discussões dos corredores: as eleições iminentes. Nessas, falou-se sobre a votação expressiva alcançada por Marina Silva (PV) no primeiro turno, sobre os rumos da política partidária brasileira e sobre os temas levantados no segundo turno das elei-

ções. Nas outras mesas, seminários e conferências, os temas, como sempre, foram diversos, mas cabe destacar que, pela primeira vez, houve no encontro espaço exclusivo de discussão para um tema cada vez mais relevante no cenário nacional: política e cultura na internet.

O encontro de 2010 também foi o último presidido pela socióloga Maria Alice Rezende de Carvalho, professora da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Na noite do dia 29, realizou-se a Assembleia Geral que elegeu a nova diretoria da Anpocs para o biênio 2011-2012. Os membros da associação elegeram como presidente o cientista político Marcos Costa Lima, da Universidade Federal de Pernambuco.

## Drogas: cuidado e proibicionismo

Deixada de lado durante toda a campanha presidencial, a discussão sobre a descriminalização das drogas foi assunto de uma mesa-redonda no primeiro dia da reunião. O debate foi coordenado pelo cientista político e ex-secretário nacional de segurança pública Luiz Eduardo Soares, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Os pesquisadores de diversas áreas presentes na discussão convergiram em um ponto: a política de combate e proibição das drogas em vigor no Brasil é totalmente ineficiente e tem implicações graves nos campos da saúde e segurança. Mas qual o caminho a seguir?

Os psiquiatras Marcelo Santos Cruz, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e Tarcisio Matos de Andrade, da Universidade Federal da Bahia (UFBA), defendem uma política de redução

de danos em relação aos usuários (como, por exemplo, distribuir seringas esterilizadas para evitar contaminação e doenças), levando em consideração a inviabilidade de se eliminarem as drogas totalmente. Ambos, no entanto, apontam o despreparo dos profissionais de saúde de clínicas e hospitais brasileiros no tratamento de dependentes de drogas, especialmente do *crack*. Para eles, há um desencontro entre o profissional de saúde e quem o procura – o dependente –, uma vez que o profissional desconhece, muitas vezes, o contexto social e subjetivo do paciente.

“O *crack* agrava questões também relativas a outras drogas porque causa dependência de forma muito rápida”, afirma Cruz. “Além disso, a maioria dos dependentes dessa droga é oriunda de parce-

las da população mais vulneráveis socialmente.” Por isso, o psiquiatra defende uma política governamental para o *crack* e outras drogas que leve em conta não apenas a questão biológica (ou seja, a química cerebral envolvida na dependência), mas também as vertentes econômica, social e subjetiva. “A dependência é uma doença do cérebro, mas não só”, resume.

A cientista social Regina Medeiros, da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG), também acredita em uma abordagem subjetiva da dependência de drogas. Ela alerta para os três principais modelos de tratamentos de dependentes de *crack* que existem hoje: o biomédico, o religioso e o jurídico – este pautado pela penalização. “Esses modelos culpabilizam a vítima e deixam de lado o contexto social específico e sua subjetividade”, diz.

Embora tenha sido insinuada pelos outros participantes, a questão da proibição do consumo e da produção de drogas só foi mencionada de forma mais direta por Salo de Carvalho, professor de ciências criminais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Para ele, o proibicionismo gerou na sociedade uma “política genocida de guerra às drogas” para a qual a descriminalização seria a melhor solução.

Os dados e fatos apresentados por Carvalho são consistentes: o Brasil tem a terceira maior população carcerária do mundo e a maior da América Latina. Temos, segundo ele, 247 presos para cada 100 mil habitantes. Maior proporção da população atrás das grades nesse continente só se encontra em países como Guiana Francesa e Suriname. Os dados relativos aos crimes cometidos pelos carcerários são ainda mais absurdos. Entre os homens, segundo Carvalho, 15,73% foram presos por tráfico de drogas ou entorpecentes. Já na população carcerária feminina, 48,31% foram presas por esse crime. Além de atestar um claro tratamento diferenciado entre os sexos, esses dados revelam a ‘zona cinza’ existente entre o usuário e o traficante de drogas que permite essas discrepâncias tão gritantes.

“Legalmente, não há diferença clara entre a conduta de tráfico e a de porte pessoal”, afirma Carvalho. De

## LEIS FAVORECEM CONFUSÃO

Trecho do artigo 28 da Lei 11.343:

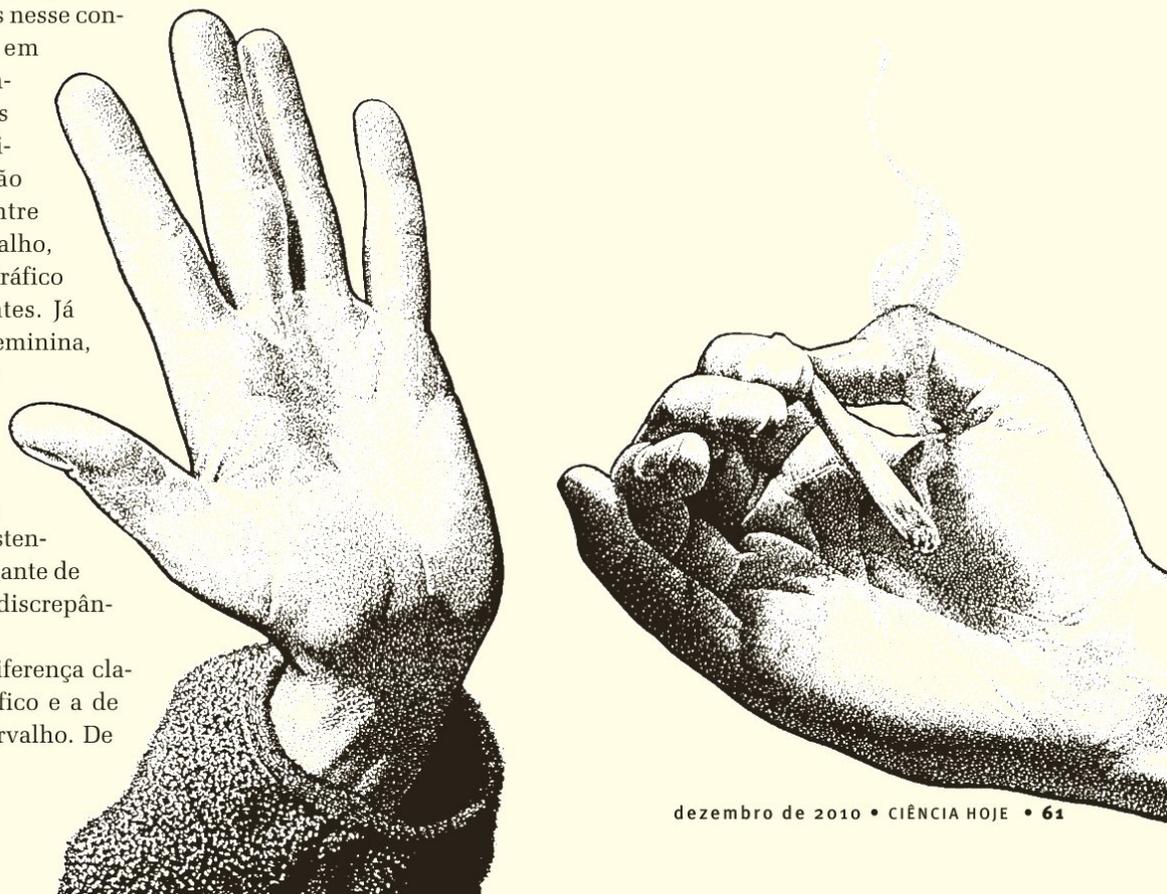
“Quem adquirir, guardar, tiver em depósito, transportar ou trazer consigo, para consumo pessoal, drogas sem autorização ou em desacordo com determinação legal ou regulamentar (...).”

Trecho do artigo 33:

“Importar, exportar, remeter, preparar, produzir, fabricar, adquirir, vender, expor à venda, oferecer, ter em depósito, transportar, trazer consigo, guardar, prescrever, ministrar, entregar a consumo ou fornecer drogas, ainda que gratuitamente, sem autorização ou em desacordo com determinação legal ou regulamentar (...).”

fato, alguns dos verbos utilizados para definir uso pessoal de drogas no artigo 28 da Lei 11.343, de 2006, são os mesmos usados no artigo 33, que descreve o comércio e tráfico de drogas ilícitas. “Isso cria um vácuo interpretativo da lei, onde entram a arbitrariedade, a corrupção e a barganha policiais, bem como o encarceramento, especialmente de jovens pobres”, explica o cientista criminal.

Como alternativas, Carvalho cita Espanha e Portugal como modelos de descriminalização que deram certo. Na Espanha, há hoje critérios precisos da quantidade mínima de drogas que definem a conduta de tráfico – mudança que Carvalho considera essencial no Brasil.



## A importância da cultura científica

Enquanto o encontro da Anpocs acontecia nos hotéis e centros de convenções da cidade, as ruas, os parques e as escolas abrigavam um tipo diferente de encontro, voltado às crianças e aos jovens dos ensinamentos fundamentais e médio das escolas locais: o TEM – Circuito de Ciência e Tecnologia, apelidado de ‘TEM Ciência’.

De 24 a 28 de outubro, foram 12 ‘estações’ espalhadas por Caxambu. Nelas, filmes, apresentações, atividades interativas, jogos e exposições levaram à região – onde não há nenhum museu – um pouco da cultura científica das universidades e instituições de pesquisa brasileiras.

O evento, idealizado pela própria Anpocs em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e com apoio da Pró-reitoria de Cultura e Extensão Universitária da Universidade de São Paulo (USP) e da Universidade Federal do Maranhão

(UFMA), foi fruto de uma longa discussão sobre o lugar das ciências sociais na sociedade e sua interlocução com o público. “O nosso lema foi: só tem ciência a sociedade que tiver cultura científica”, explica a socióloga Maria Alice Rezende de Carvalho, presidente da Anpocs até outubro deste ano e uma das idealizadoras do evento. “Queremos passar para as crianças e os jovens de Caxambu que a ciência pode ser inovadora e lúdica.”

O TEM Ciência foi inspirado nos moldes da Festa Literária Internacional de Paraty (Flip). Entre *shows* de física e química e animais empalhados, uma das atrações preferidas pelo público era a célula gigante montada no Parque das Águas, ponto central da cidade. Dentro da célula, monitores explicavam às crianças e aos jovens como funciona o genoma humano.

As atividades e exposições eram organizadas principalmente por bolsistas de iniciação científica da USP e pelo Museu de Cravinhos (SP). Pelo fato de grande parte desses monitores ser jovem, a proximidade de linguagem e aparência deixou os alunos mais confortáveis para visitar as atrações mais de uma vez. “A gente vem todos os dias depois da escola”, contou Bianca Nogueira, de 17 anos, aluna do 2º ano do ensino médio de um colégio particular da cidade.

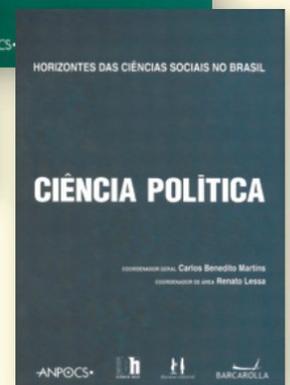
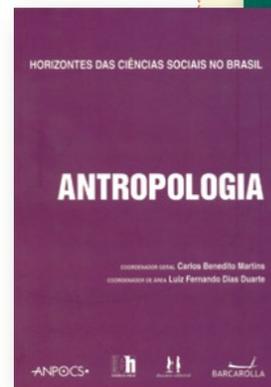
De fato, o que mais se ouvia dos alunos e professores que visitavam o TEM eram opiniões positivas. Numa cidade carente de iniciativas que põem a ciência como ponto central, atividades aparentemente simples – como olhar em um microscópio – tomaram um significado mais profundo quando se ouviam os co-

### LIVROS NO HORIZONTE

O encontro da Anpocs também foi palco de lançamento da coleção ‘Horizontes das Ciências Sociais no Brasil’, patrocinada pelo Instituto Ciência Hoje. Os três livros que a compõem foram organizados por nomes eminentes de suas respectivas áreas. Luiz Fernando Dias Duarte, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, foi o responsável pelo volume de antropologia; Renato Lessa, da Universidade Federal Fluminense, organizou a compilação de artigos sobre ciência política; e Heloisa Helena Martins, da Universidade de São Paulo, assina a organização do volume de sociologia.

A ideia é que os livros abarquem o que há de mais atual no pensamento das ciências sociais contemporâneas, com um diálogo entre a produção brasileira e a literatura internacional. “Justamente por isso, esperamos que eles se tornem ultrapassados rapidamente”, afirma Lessa. “Pois isso significaria que o pensamento brasileiro está se renovando e evoluindo.”

Cada livro tem cerca de 15 artigos, assinados por nomes como a antropóloga Cornelia Eckert, o cientista político Jairo Nicolau e o sociólogo Antonio Sérgio Alfredo Guimarães. Os artigos foram divididos por temas que, por vezes, são transversais a duas ou mais áreas. Segundo o coordenador geral da coletânea, o sociólogo Carlos Benedito Martins, da Universidade de Brasília (UnB), os livros são voltados para estudos de pós-graduação, mas também oferecem uma iniciação a temas tratados pelas disciplinas contempladas.





Filmes, atividades interativas, jogos e exposições foram apresentados a crianças e jovens das escolas locais no circuito TEM Ciência, idealizado pela Anpocs

mentários animados das crianças. “Mas também vêm pessoas que trabalham nas roças da região”, contou o biólogo Mario Luiz Garcia de Figueiredo, um dos monitores do estande do Museu de Cravinhos no evento.

Segundo a socióloga Maria Alice Rezende de Carvalho, a ideia é que o TEM Ciência se repita e cresça nos próximos anos do encontro da Anpocs. “A partir do contato com as instituições de pesquisa que trouxemos para cá, a ideia predominante entre os jovens da região passou a ser a de que ciência é atividade coletiva, que não se faz sem cooperação. E isso é uma lição da sociologia”, explica.

ADRIANA FERNANDA BUSSO

## Ciberpolítica

Pela primeira vez, o encontro anual da Anpocs teve um espaço de discussão exclusivo para temas relacionados à internet. O seminário temático ‘Ciberativismo, ciberpolítica e cibercultura’ dedicou três tardes a debates sobre a apropriação do espaço virtual pelo governo e pela sociedade civil, com foco na participação popular nesse meio.

No primeiro dia, quatro trabalhos apresentaram um panorama quantitativo e qualitativo das páginas e portais dos governos federais e estaduais, e também municipais. Chegou-se à conclusão que os estados e municípios brasileiros não estão totalmente conectados – ainda falta um longo caminho para que se alcance um patamar de interatividade e transparência mais efetivo.

A participação política da sociedade na internet, por outro lado, é mais relativa. Se em blogues do governo, como o dedicado ao Vale Cultura, do Ministério da Cultura, há pouca participação popular no campo dos comentários, projetos de lei criados colaborativamente na rede – como o projeto do marco civil e a reformulação da lei de direitos autorais –

revelam um grande potencial de participação civil na internet.

“A internet não é uma panaceia”, explica à *Ciência Hoje* o sociólogo Sérgio Amadeu da Silveira, da Universidade Federal do ABC e coordenador do primeiro dia de debates do seminário. “A participação política na internet que acontece no Brasil não é idealizada – não se pode dizer que ela mudou qualitativamente o processo deliberativo no país –, mas ela abriu espaço para setores que antes não tinham ou não eram capazes de promover um debate desse tipo.”

Para Amadeu, a internet abre espaço para alguns grupos da sociedade que têm uma relação com a política diferente da convencional. Pessoas que nunca iriam a uma reunião de partido político, por exemplo, podem dar sua opinião sobre o assunto em redes sociais, blogues e no *twitter*. “Antes da internet, essa opinião política ficava pulverizada, não ficava registrada, nem era considerada”, completa o sociólogo.

**Isabela Fraga**  
*Ciência Hoje/RJ*

# Promessas da fronteira

**S**ensores e relógios atômicos hiperprecisos, além de um novo campo científico – a engenharia quântica –, são algumas das promessas da spintrônica e da computação quântica, áreas de fronteira da física. Essas novas áreas foram discutidas na primeira Escola de Ciência Avançada de Spintrônica e Computação Quântica, encontro realizado no Instituto de Física de São Carlos (IFSC) da Universidade de São Paulo (USP) entre 1 e 5 de novembro último. O evento contou com pesquisadores nacionais e internacionais, além de estudantes de pós-graduação do Brasil e do mundo.

Assim como a eletrônica se vale do fluxo de elétrons, a spintrônica usa uma propriedade dessa partícula chamada *spin*. “É como se o elétron fosse uma pequena bússola cuja agulha pode apontar para o norte ou para o sul. Esses dois estágios seriam as duas formas do *spin*: para ‘cima’

ou para ‘baixo’”, explicou Carlos Egues, físico do IFSC e coordenador da escola.

A spintrônica nasceu da descoberta do efeito de magnetorresistência gigante, que rendeu o Nobel de Física de 2007 para outro participante da escola, o alemão Peter Grünberg (ver ‘Física e música’, nesta edição). Sua descoberta permitiu a criação de discos rígidos pequenos capazes de armazenar mais dados, abrindo caminho para uma nova geração de dispositivos eletrônicos portáteis.

Na escola, os participantes discutiram a relação entre essa e outra área de fronteira – a computação quântica. Nesta, o paradigma padrão de um *bit* (a unidade de informação computacional), pelo qual ele é representado por 1 ou 0, pode ser expandido pela utilização de mecanismos quânticos. Assim, um *bit* quântico (*q-bit*) não estaria limitado a um dos dois estados, podendo

mesmo representar 1 e 0 ao mesmo tempo. “Atualmente, acredita-se que o *spin* possa ser um candidato a *q-bit*”, conta o coordenador da escola.

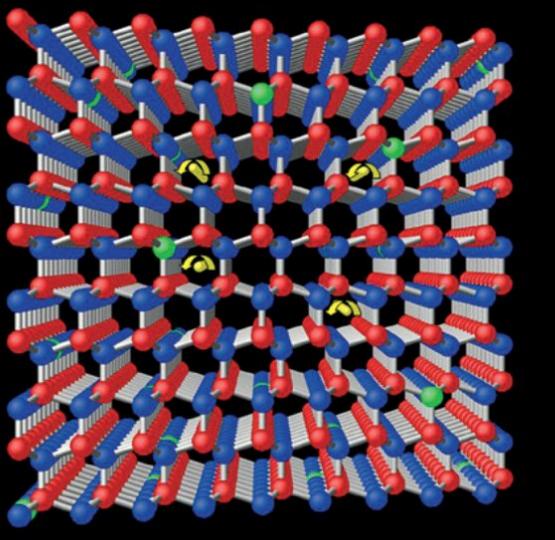
## Engenharia quântica

Um dos tópicos que dominaram o evento foi a possibilidade de criação de dispositivos com aplicações dos conceitos científicos das duas áreas. Para o físico austríaco Peter Zoller, da Universidade de Innsbruck, na Áustria, ainda não há nada útil, no momento. Ele crê que levará tempo para que as pesquisas deem resultados práticos. Entre as possibilidades tecnológicas, ele listou relógios atômicos de alta precisão, que poderiam melhorar a eficiência do sistema de posicionamento global (GPS, na sigla em inglês), e sensores hiperprecisos de movimento, que podem ser usados futuramente em mecanismos de direção automática de carros.

O físico norte-americano Michael Flatté, da Universidade de Iowa, nos Estados Unidos, ressaltou que, apesar de haver várias possibilidades, é difícil dizer qual dispositivo vingará. “Há vários fatores que influenciam o sucesso comercial de um aparelho. Como somos físicos e não empresários, nossa abordagem dessa questão é diferente. Aqui falamos do conceito de como construir uma máquina, e não da construção em si”, afirmou.

Segundo Zoller, as palestras do evento são o embrião de um novo campo científico. “É uma discussão bastante interdisciplinar, cujos tópicos ajudarão a definir a direção das próximas pes-

Diagrama de um cristal de óxido de zinco dopado com cobalto mostrando o movimento dos spins de elétrons (amarelo). Em verde (cobalto), em azul (zinco) e em vermelho (oxigênio). Na chamada spintrônica, as correntes seriam formadas não por cargas elétricas, mas por outra propriedade das partículas, o chamado *spin*, que pode ser comparado a uma diminuta bússola. Essa nova área promete avanços que vão de equipamentos eletrônicos a computadores supervelozes



quisas e, no futuro, serão a base da engenharia quântica.” Para ele, a construção de dispositivos quânticos daqui a 50 anos, por exemplo, será tão corriqueira quanto a de aparelhos contemporâneos. “A engenharia quântica será no futuro o que a elétrica é para nós hoje. Um rádio é um dispositivo mundano atualmente, mas nem sempre foi assim”, afirma o autor da previsão.

### Cooperação internacional

A escola teve como objetivo fomentar a internacionalização da ciência brasileira nessas áreas, não só expondo doutorandos e pós-doutores a expoentes estrangeiros desses campos, como também trazendo estudantes de outros países para conhecer o trabalho de pesquisadores nacionais. “Queremos desmistificar essa questão da cooperação internacional, que aqui ainda é muito incipiente, e mostrar para os jovens físicos brasileiros que para ter impacto, escrever e publicar bons artigos é preciso se associar a pesquisadores de alto nível”, ressaltou Egues.

O físico japonês Seigo Tarucha, da Universidade de Tóquio (Japão), um dos palestrantes convidados, concordou com Egues. Para ele, a importância da escola está em criar um ambiente comum de comunicação. “Esses campos são relativamente recentes e os pesquisadores e estudantes têm ‘bagagens’ acadêmicas distintas. Aqui, eles podem conversar”, disse. Zoller completou: “Além disso, esse evento é importante para o Brasil, pois o futuro do país depende dos jovens pesquisadores. Eles devem se interessar por essa área e ajudar a tornar sua nação uma das potências desse campo.”

**Fred Furtado**  
Ciência Hoje/RJ

**PARQUE TECNOLÓGICO EM RIBEIRÃO PRETO** • Um prédio de três pavimentos com 1.585 m<sup>2</sup> e dedicado à pesquisa e à inovação nas áreas de saúde, biotecnologia, bioenergia e tecnologia da informação será construído na USP de Ribeirão Preto. Essa será a primeira fase do Parque Tecnológico de Ribeirão Preto, que integra o Sistema Paulista de Parques Tecnológicos (SPTec), criado pelo governo paulista para dar apoio ao desenvolvimento inovador, atrair investimentos e gerar novas empresas. A especialização do parque em biologia e saúde procura aproveitar a vocação da região, reconhecida como um polo de desenvolvimento do setor.

### PALEONTOLOGIA

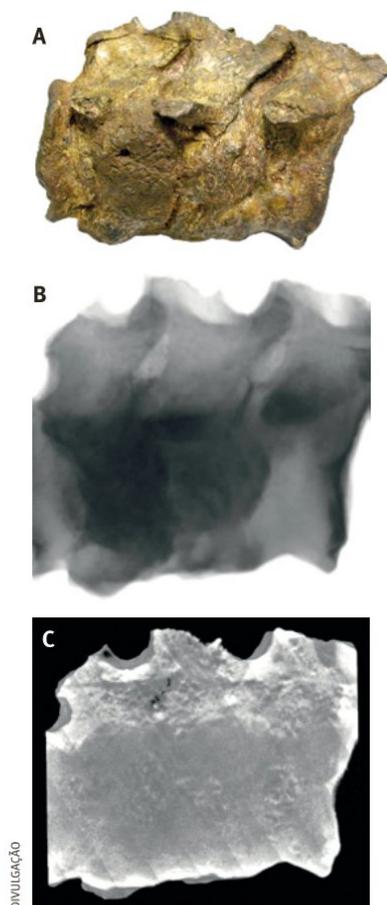
### CASO MAIS ANTIGO DE ARTRITE

Quem diria que há 245 milhões de anos os dinossauros e seus parentes já sofriam com artrite? Foi o que descobriu uma equipe liderada pelo paleontólogo Juan Carlos Cisneros, da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Eles identificaram vestígios da doença em um fóssil encontrado na África do Sul, datado do período Triássico. A descoberta, publicada na revista *PLoS One*, é de longe o registro mais antigo de artrite em um ser vivo. O caso anterior é de pelo menos 100 milhões de anos depois: um camarassau do período Jurássico, achado nos Estados Unidos.

O material encontrado – três vértebras da região caudal do animal – chamou a atenção dos pesquisadores pela grande protuberância óssea. “Duas das três vértebras estavam bastante inchadas e a outra praticamente normal. Quem está acostumado a ver ossos, logo percebe que alguma coisa está errada”, contou Cisneros.

Para chegar ao diagnóstico, os pesquisadores fizeram uma série de análises no exemplar, incluindo uma tomografia computadorizada de nêutrons, que pôde confirmar a doença. “As vértebras estavam fusionadas uma a outra internamente, o que nos permitiu diagnosticar a espondartrite, um tipo de artrite característico da coluna vertebral”, explicou Cisneros. A espécie do fóssil, entretanto, permanece desconhecida. “O material é muito incompleto para uma identificação. A única coisa que sabemos é que se tratava de um grande arcossauro primitivo”, ressaltou. Os arcossauros são um grupo de répteis que deram origem aos jacarés, dinossauros e pterossauros.

Segundo o paleontólogo, a doença óssea provavelmente dificultou a capacidade de deslocamento e as habilidades de caça e defesa do animal. “Essas consequências podem ter sido uma das causas indiretas da sua morte”, supõe.



DIVULGAÇÃO

Pesquisadores fizeram análises nas vértebras (A) do fóssil encontrado, incluindo uma tomografia computadorizada de nêutrons (B) e cortes transversais (C) para confirmar a artrite

ECOLOGIA Espécie importante para a meliponicultura corre risco no Maranhão

# Criuli: fonte valiosa de pólen e óleo floral

Marcia Maria Corrêa Rego, Patrícia Maia Correia de Albuquerque e Fabiana Oliveira dos Santos

Laboratório de Estudos sobre Abelhas (LEA), Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão

Uma árvore abundante na baixada maranhense, região de campos inundáveis com cerca de 17,5 mil km<sup>2</sup> situada no norte do Maranhão, pode ajudar a desenvolver uma atividade que, além de significar uma fonte de renda alternativa para a população rural, apresenta benefícios ecológicos. Conhecida na região como 'criuli', essa árvore (*Mouriri acutiflora*), de copa densa e com até 20 m de altura, é uma das principais fontes de pólen e óleo floral para as abelhas, em especial para a tiúba (*Melipona fasciculata*), espécie sem ferrão cuja criação é uma prática antiga entre os agricultores familiares da região.

A baixada maranhense é uma região carente, que sobrevive principalmente da pesca artesanal

e da produção agrícola em pequena escala (as principais culturas são melancia, mandioca e arroz). Alguns produtores rurais mantêm pequenas criações de gado bovino, e o pastoreio de búfalos também é praticado tradicionalmente na região, em especial nas áreas inundáveis, preferidas por esses animais (figura 1). Os búfalos consomem espécies da flora aquática e semiaquática, que também fornecem alimento para as abelhas da região.

Nos últimos anos, porém, uma alternativa de sustentabilidade começou a se difundir entre a população regional: o manejo de abelhas sem ferrão. A criação rústica da tiúba (figura 2), abelha comum em todo o Maranhão, é

realizada desde tempos antigos na região da baixada. Nesse tipo de criação, as colmeias são mantidas em troncos e passam de pais para filhos, o que mantém na família a prática da criação. Aos poucos, no entanto, disseminaram-se entre os moradores da região conhecimentos adequados sobre o manejo dessas abelhas e sobre a construção de meliponários (coleção de abelhas sem ferrão em caixas adequadas para o manejo), tornando a baixada maranhense a principal área de criação de abelhas sem ferrão (figura 3) no estado. Essa criação também ocorre em outras áreas do país, envolvendo principalmente espécies do gênero *Melipona* (ver 'Dóceis e promissoras').

Figura 1. Nos campos inundáveis da baixada maranhense, a população sobrevive da pesca (A) e de atividades como a criação de búfalos (B)



FOTOS: ELEUZA TENÓRIO

Em uma região ecologicamente frágil, como a baixada maranhense, a flora e tudo o que está associado a ela estão constantemente submetidos ao regime das águas: da chuva e da maré. De janeiro a junho, os campos ficam submersos, parcial ou totalmente, o que reduz as floradas e a oferta de alimentos para as abelhas. Estas retraem-se nas colmeias, diminuindo a atividade de busca de alimento e também, em consequência, a produção de mel. Nessa época, alguns criadores, tanto de abelhas sem ferrão (meliponicultores) quanto com ferrão (apicultores), levam suas colmeias até a florada dos manguezais.

Para que haja boa produção de mel e as colônias se mantenham fortes, as abelhas precisam visitar muitas flores para coletar néctar e pólen, suas principais fontes de energia e proteína, respectivamente. Entre as flores visitadas, na baixada maranhense, destacam-se as do criuli, da família das melastomatáceas (figura 4). O gênero *Mouriri*, ao qual essa árvore pertence, esconde os grãos de pólen em anteras que se abrem apenas por poros em sua ponta (anteras poricidas). Isso limita a coleta desse recurso às abelhas capazes de vibrar essas anteras para fazer com que o pólen saia pelos poros. Para conseguir isso, a abelha agarra-se à antera e contrai rapidamente músculos de sua região torácica, produzindo a vibração. Esse ‘comportamento de vibração’, como é chamado, permite a polinização das flores das espécies com essas anteras.

Os grãos de pólen que saem das anteras aderem a todo o corpo da abelha, seja social ou solitária, que visita a flor do criuli. Após essa coleta, as abelhas transferem o pólen para as corbículas (alargamento da tíbia das pernas posteriores, nas abelhas



Figura 2. A abelha tíuba (*Melipona fasciculata*), espécie nativa sem ferrão, vem sendo criada na baixada maranhense para a produção de mel

## DÓCEIS E PROMISSORAS

Entre as abelhas sem ferrão, as mais promissoras para a produção de mel são as do gênero *Melipona*, pertencente à tribo Meliponini. São espécies sociais (ou seja, vivem em colônias), têm até 1,5 cm de comprimento e constroem ninhos geralmente em ocos de árvores vivas, embora algumas espécies prefiram outros locais, como troncos secos, mourões de cercas ou buracos no chão. Existem cerca de 40 espécies no gênero *Melipona*, e 36 ocorrem no Brasil. Além da tíuba, outras espécies brasileiras são usadas na produção de mel, em diferentes regiões, entre elas urucu (*M. scutellaris*), jandaíra (*M. subnitida* ou *M. seminigra*), manduri (*M. compressipes manaosensis*) e mandaçaia (*M. quadrifasciata*). A ausência do ferrão e a deposição do mel em um tipo de pote tornam mais fácil lidar com as colmeias e coletar a produção. O mel tem maior teor de água que o das abelhas do gênero *Apis* (com ferrão) e, mesmo com menor prazo de validade, alcança preços maiores no comércio. Além disso, a criação dessas abelhas favorece a polinização de grande parte das plantas brasileiras, um ‘serviço’ ecológico importante.

sociais) ou para as escopas (tufo de pelos presente nas pernas posteriores, nas abelhas solitárias). Essas estruturas servem para o depósito e o transporte dos grãos.

Diferentemente das flores da maioria das plantas, as flores do criuli não contêm néctar. No entanto, além de fornecer pólen aos polinizadores, elas produzem ainda um óleo aromático, como outro atrativo – esse recurso seria um substituto do néctar. Nessa planta, portanto, o óleo floral é a fonte de energia para algumas das abelhas visitantes, como, por

exemplo, as da tribo Centridini (abelhas solitárias), que alimentam suas larvas com a mistura desse óleo e dos grãos de pólen coletados no criuli e em outros vegetais.

Os óleos florais existem apenas em algumas plantas, como, por exemplo, o murici (*Byrsonima crassifolia*) e a acerola (*Malpighia emarginata*), ambas da família Malpighiaceae. No criuli, a localização desse óleo é muito diferenciada: fica retido em glândulas diminutas situadas nas anteras. Essa descoberta é recente, datando da década de 1980 para

Figura 3. Os meliponários (A) garantem uma renda extra para os criadores, em uma região carente – os criadores levam as colônias até áreas de mangue em floração (B) para que as abelhas colem alimentos

FOTOS ADRIANA MARTINS (A) E EILEUZA TENÓRIO (B)



o gênero *Mouriri*. Até então, não se tinha a confirmação da extração desse recurso, nesse gênero, pelas abelhas.

Embora não tenham estruturas especializadas para a coleta de óleos florais (e não usam esse recurso na alimentação das crias, como as abelhas da tribo Centridini, também abundantes nas flores do criuli), as abelhas do gênero *Melipona* conseguem coletar esse recurso. Como ou-

tros meliponíneos, elas utilizam o óleo em seu corpo para facilitar a adesão dos grãos de pólen também coletados nas visitas às flores do criuli, o que permite que transportem maiores quantidades para o ninho.

Além de utilizar o pólen e o óleo das flores de *Mouriri acutiflora*, as espécies do gênero *Melipona* também constroem seus ninhos nos troncos dessa árvore. As espécies desse gênero, com

indivíduos em geral maiores que outras abelhas sem ferrão, precisam de troncos de maior diâmetro para a instalação do ninho, que abriga toda a colônia (de 500 a mil indivíduos).

Apesar de promissora, a criação de abelhas sem ferrão enfrenta um problema sério na baixada maranhense: o corte e a retirada do criuli, para abrir espaço para a agricultura e para uso em construções e como lenha. A continuação dessa prática certamente reduzirá, ao longo do tempo, as populações da tíuba e de outras abelhas que também utilizam a espécie para moradia e como fonte de pólen e óleo. Isso já ocorre em localidades do cerrado maranhense (que ocupa o leste e a maior parte do sul do estado), onde a retirada de árvores com maiores diâmetros diminuiu a densidade populacional das espécies do gênero *Melipona* (ver 'Menos locais para ninhos', em CH nº 247). A adoção de medidas destinadas a preservar o criuli e outras plantas que, na baixada maranhense, fornecem néctar, pólen e óleos florais às abelhas é fundamental para manter as milhares de colmeias criadas na região – em especial os meliponários – e que são importantes no sustento de muitas famílias ribeirinhas. ■

FOTOS FÁBIANA S. OLIVEIRA

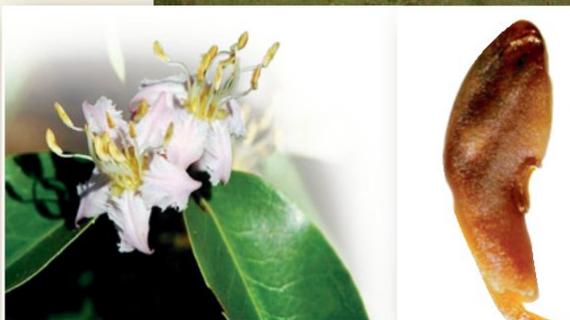
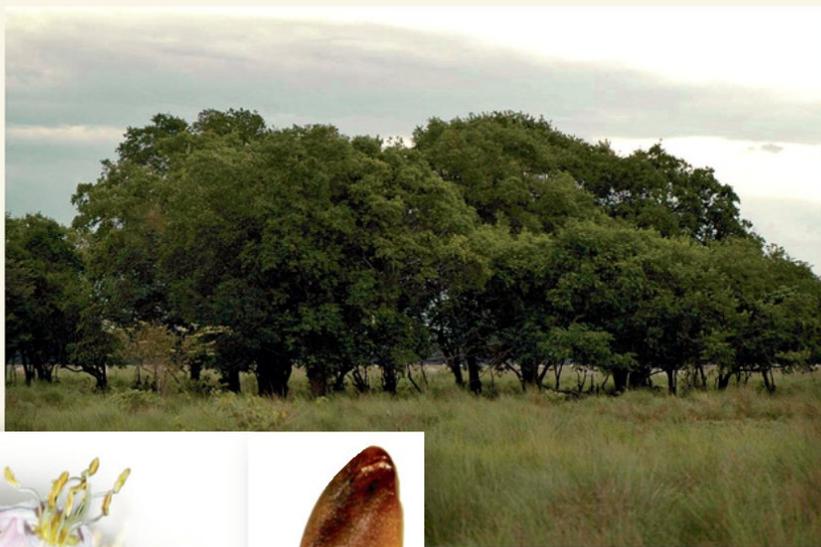


Figura 4. A árvore criuli (*Mouriri acutiflora*) precisa ser preservada, por ser importante fonte de pólen e óleo floral para as abelhas – nos detalhes, a flor e uma antera floral, com a glândula de óleo na ponta

# Esclarecimento, reforma e religião

**Laura de Mello e Souza**

Departamento de História, Universidade de São Paulo



No século 18, boa parte do Ocidente recebeu o impacto de ideias ‘ilustradas’. Pensadores e homens de letras das mais variadas filiações contestaram o direito absoluto dos reis, defenderam uma Justiça que punisse de modo mais racional (evitando a tortura e a pena de morte) e pregaram o fim das relações servis, que ainda vigoravam em boa parte da Europa, e da escravidão, contrariando os interesses envolvidos na exploração colonial e no tráfico. O tom geral das Luzes – um dos nomes do movimento – foi otimista: acreditava-se que o bom uso da razão emanciparia o ser humano, que viveria feliz, em uma sociedade cada vez mais igualitária e democrática, caminhando firmemente rumo ao progresso.

Para tanto, havia que mudar muito. Todos sabiam disso, muitos o desejavam. Os tempos eram de crítica, como observou o alemão Reinhart Koselleck (1923-2006) em um livro genial, *Crítica e crise*. No entanto, não se sabia que, para mudar, era preciso quebrar tantos ovos. O francês Voltaire (1694-1778), entre outros, falou da necessidade de uma “revolução benfazeja” que acertasse o rumo da história. Como a maioria dos homens cultos da época, não sabia direito do que estava falando. A Revolução Francesa, com seu séquito de transformação e violência, faria com que a inocência diante do verdadeiro caráter das revoluções se perdesse para sempre.

Outros pregavam apenas reformas. Países como Áustria, Prússia e Rússia tiveram reis ilustrados, ou ‘déspotas esclarecidos’: mantendo quase imutável a natureza do poder, defendiam a educação pública, o fim dos castigos corporais, a vacinação, achando que a Igreja deveria ceder sua riqueza ao Estado e a política se afastar da religião.

Alguns pequenos Estados europeus foram especialmente atingidos pelo despotismo ilustrado. Portugal foi um, com o ministério de Sebastião de Carvalho e Melo, o marquês de Pombal (1699-1782). Mas o que interessa ressaltar aqui é o caso do pequeno ducado de Parma: no contexto das negociações que marcaram a diplomacia europeia a partir de 1715, ele foi dado a um dos filhos do rei da Espanha, Felipe de Bourbon (1720-1765). Esse príncipe casou-se com uma filha do rei Luís XV (1710-1774). O casal decidiu educar o filho e her-

deiro, Fernando de Parma (1751-1802), conforme o melhor figurino ilustrado, para que crescesse esclarecido e capaz de reformar racionalmente seus domínios. Importou da França – terra da duquesa – dois preceptores que pertenciam à elite letrada do país: Auguste de Kéralio (1715-1805) e Etienne de Condillac (1715-1780), o último um filósofo de enorme prestígio.

Embora mentalmente arejados, os dois preceptores não abriam mão de castigos corporais, quando achavam necessário. O príncipezinho – como narra a francesa Elisabeth Badinter em um livro encantador, *O infante de Parma* – cresceu apavorado, dado a penitências, acreditando em milagres, fugindo a cada minuto para rezar o rosário que ele mesmo confeccionou com grãos de milho vermelhos (para os *pais-nossos*) e amarelos (para as *ave-marias*), já que os mestres ilustrados confiscaram seu rosário original. Felipe e a mulher se desesperaram diante de tanta fé, mas morreram cedo e o órfãozinho seguiu firme nas rezas.

O avô, Luís XV, repreendeu severamente o neto, bem como a imperatriz Maria Teresa da Áustria (1717-1780), sua sogra, pois o menino casou-se cedo com uma arquiduquesa austríaca. Luís XV era conhecido como Rei Cristianíssimo e Maria Teresa era a maior das ‘papa-hóstias’, mas ambos achavam, seguindo o pensamento da Ilustração, que política e religião deviam ficar separadas. Fernando de Parma não foi o

monarca esclarecido que se esperava. Não implantou reformas dignas de nota e até andou para trás em relação ao que o pai havia feito. Um historiador disse que, quando muito, ele foi um carola ilustrado.

No século 18, quando se sonhava com a emancipação humana, o mundo da política era visto como essencialmente laico: mesmo católicos, Luís XV e Maria Teresa agiam, antes de tudo, como estadistas, e sabiam que política e religião não rimavam mais.

Hoje, então, nem pensar. ■

No século 18,  
quando se sonhava  
com a emancipação  
humana, o mundo  
da política  
era visto como  
essencialmente laico

# Prêmio jovem cientista

## SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Um conversor de energia eólica de pequeno porte, uma tecnologia pioneira na economia de água durante o banho e um mecanismo de extração de óleo em microalgas. Foram esses os três projetos vencedores do Prêmio Jovem Cientista, que lançou como desafio, nesta 24ª edição, o desenvolvimento de soluções energéticas e ambientais sustentáveis para o futuro do país.



STUDIO GAT

Neste ano, o prêmio bateu recorde de participações, com 2.159 trabalhos inscritos.

O vencedor na categoria estudante do ensino superior foi **Eduardo Façanha de Oliveira**, que cursa o último ano de engenharia elétrica na Universidade Federal do Ceará (UFC). Ele desenvolveu dois tipos de conversores de energia eólica em pequeno porte, apropriados para residências ou até estabelecimentos comerciais. Enquanto uma versão permite a recarga de baterias, a outra viabiliza a conexão do sistema à rede elétrica, levando à redução da conta de energia.

Além da alta eficiência do equipamento, que permite a redução no consumo de eletricidade, outra vantagem é o seu baixo preço. “O custo de um sistema para carregamento de baterias vai de R\$ 2 mil a R\$ 3 mil, incluindo a turbina eólica”, estima o estudante. “Já o sistema para interligação à rede elétrica deve custar em torno de R\$ 4 mil, porque tem uma potência um pouco mais alta”, ressalta.

Sob orientação do professor Demercil de Souza Oliveira Júnior, o projeto nasceu no Grupo de Processamento de Energia e Controle (GPEC), laboratório do Departamento de Engenharia Elétrica da UFC. O desenvolvimento do conversor para interligação à rede elétrica contou com o apoio de

um fabricante nacional de turbinas eólicas, que deve comercializá-lo em breve. Já o sistema carregado a baterias está em fase de certificação e passará por alguns laboratórios especializados.

De acordo com estudo publicado pelo Conselho Mundial de Energia Eólica em conjunto com o Greenpeace Internacional, a energia eólica deverá atender a 12% da demanda elétrica mundial em 2020 e poderá chegar a 22% em 2030. “As questões energética e ambiental são dois dos maiores dilemas que o mundo vive atualmente. As fontes de energias renováveis surgem como uma solução eficiente para esse paradigma, já que podem suprir as necessidades sem agredir o ambiente, com custo comparável ao de fontes poluentes”, destaca Oliveira.

Microalgas vistas ao microscópio

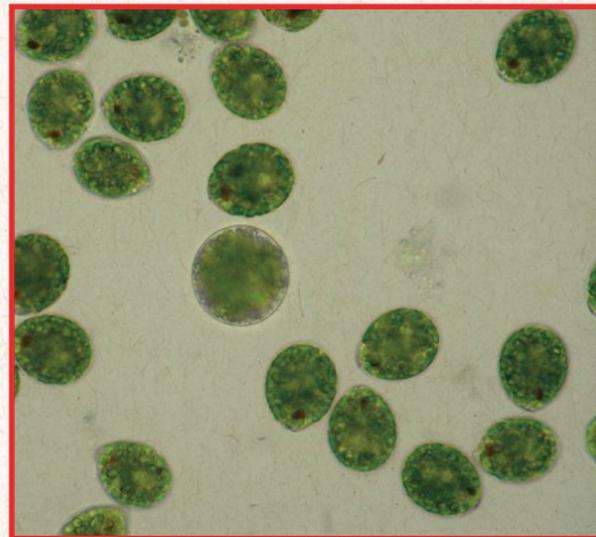


FOTO ADERLÂNIO DA SILVA CARDOSO

## POUPANDO ÁGUA

Outro tema fundamental na agenda de diversos países é o desperdício de água. Pensando nisso, **Cleiton Cristiano Spaniol** desenvolveu uma solução pioneira para a economia de água durante o banho, utilizando dispositivos facilmente encontrados em lojas de materiais e instalados dentro de aquecedores a gás. Segundo colocado na categoria estudante de ensino superior do Prêmio Jovem Cientista, ele cursa engenharia de produção na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

“Tratei aquela água fria que cai antes do início do banho aquecido a gás como um desperdício. Com essa nova tecnologia, a água só sai do chuveiro quando já está na temperatura adequada”, explica Spaniol.

Para isso, ele desenvolveu dois sistemas bastante semelhantes. O primeiro funciona com a instalação de um termostato digital na válvula que controla o escoamento de água pela tubulação. O usuário programa o aparelho para a temperatura que deseja e o dispositivo, por impulsos elétricos, impede que a água saia do chuveiro enquanto não atingir a temperatura indicada. Já no segundo, cujo

mecanismo é formado por um temporizador, uma válvula e uma chave reguladora de fluxo, a água fria é redirecionada para um reservatório, e a saída de água para a ducha só é liberada quando estiver na temperatura ideal para o banho.

O projeto teve início ainda durante o seu ensino técnico em mecânica e foi ganhando forma sob a orientação do professor José Luis Duarte Ribeiro, no Laboratório de Otimização de Produtos e Processos (LOPP) da UFRGS. O grande desafio, segundo o estudante, foi encontrar componentes que se adequassem às especificidades das soluções propostas por seu estudo. Em relação ao custo, ele calcula que em dois ou três anos o usuário cubra todos os gastos que teve com o dispositivo e, a partir daí, comece a ganhar com a economia de água.

O desperdício de água em residências é um grande desafio enfrentado pelo sistema público de abastecimento. “A primeira forma de lidar com esse problema é um trabalho amplo de conscientização da sociedade. Em um segundo momento, é necessário prover recursos de estímulo. A partir daí, conseguiríamos inovar processos e desenvolver produtos com foco ambiental”, prevê Spaniol.



LUÍZA CORRÊA

## MICROALGAS PARA BIODIESEL

Também em busca de alternativas sustentáveis está o estudante de engenharia ambiental da Universidade Federal do Tocantins (UFT) **Aderlânio da Silva Cardoso**. Terceiro colocado na categoria estudante de ensino superior do Prêmio Jovem Cientista, ele desenvolveu um mecanismo capaz de extrair óleo de microalgas descartadas após o tratamento do esgoto.

Os altos custos envolvidos na produção do óleo de microalgas, relacionados principalmente ao investimento em infraestrutura e cultivo, foram um dos principais desafios enfrentados por Cardoso. Para contornar o problema, foi usada a Estação de Tratamento de Palmas e as microalgas presentes nos efluentes de uma lagoa localizada na estação.

Segundo Cardoso, estudos desse tipo ainda são muito recentes no país. “Há pouca literatura nacional sobre o assunto. A maioria do material é internacional. Além disso, a pesquisa tem um caráter interdisciplinar, que requer um conhecimento específico de diferentes áreas. Por isso, tivemos diversas parcerias firmadas para um trabalho mais completo.” Além da estação de tratamento de esgoto, o laboratório de Microbiologia Am-

biental da UFT, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) também colaboraram com o projeto.

Iniciado em 2008 no Laboratório de Ensaio e Desenvolvimento em Biomassa (Ledbio) da UFT, o projeto tomou forma durante o desenvolvimento da monografia do estudante, sob orientação da professora Gláucia Eliza Gama Vieira. Para Cardoso, a vantagem de utilizar microalgas como matéria-prima na produção de biodiesel está na qualidade do óleo extraído, semelhante ao de alguns vegetais.

“A indústria do biodiesel no Brasil utiliza quase totalmente óleo de soja na sua produção, o que aumenta os impactos ambientais sobre o solo e a água. Enquanto isso, temos no país vários vegetais produtores de óleo, como, por exemplo, o babaçu, o buriti, o pequi, o pinhão-manso, além de uma grande quantidade de óleo de fritura, descartado no esgoto. É preciso que se façam investimentos para potencializar o uso dessas biomassas alternativas”, propõe.

**Ana Paula Monte**  
Ciência Hoje/RJ



DIVULGAÇÃO

# Prêmio jovem cientista

## SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Um conversor de energia eólica de pequeno porte, uma tecnologia pioneira na economia de água durante o banho e um mecanismo de extração de óleo em microalgas. Foram esses os três projetos vencedores do Prêmio Jovem Cientista, que lançou como desafio, nesta 24ª edição, o desenvolvimento de soluções energéticas e ambientais sustentáveis para o futuro do país.



STUDIO GAT

Neste ano, o prêmio bateu recorde de participações, com 2.159 trabalhos inscritos.

O vencedor na categoria estudante do ensino superior foi **Eduardo Façanha de Oliveira**, que cursa o último ano de engenharia elétrica na Universidade Federal do Ceará (UFC). Ele desenvolveu dois tipos de conversores de energia eólica em pequeno porte, apropriados para residências ou até estabelecimentos comerciais. Enquanto uma versão permite a recarga de baterias, a outra viabiliza a conexão do sistema à rede elétrica, levando à redução da conta de energia.

Além da alta eficiência do equipamento, que permite a redução no consumo de eletricidade, outra vantagem é o seu baixo preço. “O custo de um sistema para carregamento de baterias vai de R\$ 2 mil a R\$ 3 mil, incluindo a turbina eólica”, estima o estudante. “Já o sistema para interligação à rede elétrica deve custar em torno de R\$ 4 mil, porque tem uma potência um pouco mais alta”, ressalta.

Sob orientação do professor Demercil de Souza Oliveira Júnior, o projeto nasceu no Grupo de Processamento de Energia e Controle (GPEC), laboratório do Departamento de Engenharia Elétrica da UFC. O desenvolvimento do conversor para interligação à rede elétrica contou com o apoio de

um fabricante nacional de turbinas eólicas, que deve comercializá-lo em breve. Já o sistema carregado a baterias está em fase de certificação e passará por alguns laboratórios especializados.

De acordo com estudo publicado pelo Conselho Mundial de Energia Eólica em conjunto com o Greenpeace Internacional, a energia eólica deverá atender a 12% da demanda elétrica mundial em 2020 e poderá chegar a 22% em 2030. “As questões energética e ambiental são dois dos maiores dilemas que o mundo vive atualmente. As fontes de energias renováveis surgem como uma solução eficiente para esse paradigma, já que podem suprir as necessidades sem agredir o ambiente, com custo comparável ao de fontes poluentes”, destaca Oliveira.

Microalgas vistas ao microscópio

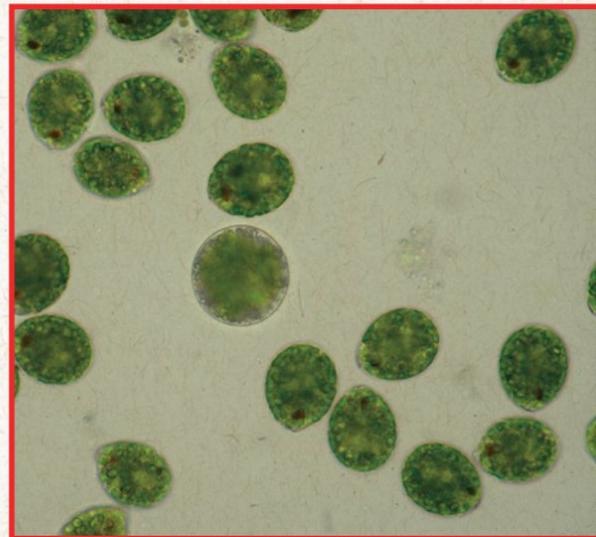


FOTO ADERLÂNIO DA SILVA CARDOSO

## POUPANDO ÁGUA

Outro tema fundamental na agenda de diversos países é o desperdício de água. Pensando nisso, **Cleiton Cristiano Spaniol** desenvolveu uma solução pioneira para a economia de água durante o banho, utilizando dispositivos facilmente encontrados em lojas de materiais e instalados dentro de aquecedores a gás. Segundo colocado na categoria estudante de ensino superior do Prêmio Jovem Cientista, ele cursa engenharia de produção na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

“Tratei aquela água fria que cai antes do início do banho aquecido a gás como um desperdício. Com essa nova tecnologia, a água só sai do chuveiro quando já está na temperatura adequada”, explica Spaniol.

Para isso, ele desenvolveu dois sistemas bastante semelhantes. O primeiro funciona com a instalação de um termostato digital na válvula que controla o escoamento de água pela tubulação. O usuário programa o aparelho para a temperatura que deseja e o dispositivo, por impulsos elétricos, impede que a água saia do chuveiro enquanto não atingir a temperatura indicada. Já no segundo, cujo

mecanismo é formado por um temporizador, uma válvula e uma chave reguladora de fluxo, a água fria é redirecionada para um reservatório, e a saída de água para a ducha só é liberada quando estiver na temperatura ideal para o banho.

O projeto teve início ainda durante o seu ensino técnico em mecânica e foi ganhando forma sob a orientação do professor José Luis Duarte Ribeiro, no Laboratório de Otimização de Produtos e Processos (LOPP) da UFRGS. O grande desafio, segundo o estudante, foi encontrar componentes que se adequassem às especificidades das soluções propostas por seu estudo. Em relação ao custo, ele calcula que em dois ou três anos o usuário cubra todos os gastos que teve com o dispositivo e, a partir daí, comece a ganhar com a economia de água.

O desperdício de água em residências é um grande desafio enfrentado pelo sistema público de abastecimento. “A primeira forma de lidar com esse problema é um trabalho amplo de conscientização da sociedade. Em um segundo momento, é necessário prover recursos de estímulo. A partir daí, conseguiríamos inovar processos e desenvolver produtos com foco ambiental”, prevê Spaniol.



LUÍZA CORRÊA

## MICROALGAS PARA BIODIESEL

Também em busca de alternativas sustentáveis está o estudante de engenharia ambiental da Universidade Federal do Tocantins (UFT) **Aderlânio da Silva Cardoso**. Terceiro colocado na categoria estudante de ensino superior do Prêmio Jovem Cientista, ele desenvolveu um mecanismo capaz de extrair óleo de microalgas descartadas após o tratamento do esgoto.

Os altos custos envolvidos na produção do óleo de microalgas, relacionados principalmente ao investimento em infraestrutura e cultivo, foram um dos principais desafios enfrentados por Cardoso. Para contornar o problema, foi usada a Estação de Tratamento de Palmas e as microalgas presentes nos efluentes de uma lagoa localizada na estação.

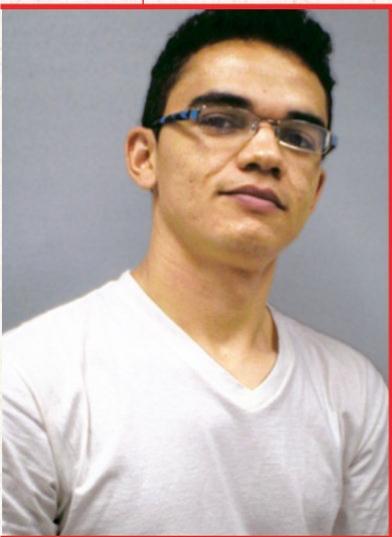
Segundo Cardoso, estudos desse tipo ainda são muito recentes no país. “Há pouca literatura nacional sobre o assunto. A maioria do material é internacional. Além disso, a pesquisa tem um caráter interdisciplinar, que requer um conhecimento específico de diferentes áreas. Por isso, tivemos diversas parcerias firmadas para um trabalho mais completo.” Além da estação de tratamento de esgoto, o laboratório de Microbiologia Am-

biental da UFT, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) também colaboraram com o projeto.

Iniciado em 2008 no Laboratório de Ensaio e Desenvolvimento em Biomassa (Ledbio) da UFT, o projeto tomou forma durante o desenvolvimento da monografia do estudante, sob orientação da professora Gláucia Eliza Gama Vieira. Para Cardoso, a vantagem de utilizar microalgas como matéria-prima na produção de biodiesel está na qualidade do óleo extraído, semelhante ao de alguns vegetais.

“A indústria do biodiesel no Brasil utiliza quase totalmente óleo de soja na sua produção, o que aumenta os impactos ambientais sobre o solo e a água. Enquanto isso, temos no país vários vegetais produtores de óleo, como, por exemplo, o babaçu, o buriti, o pequi, o pinhão-manso, além de uma grande quantidade de óleo de fritura, descartado no esgoto. É preciso que se façam investimentos para potencializar o uso dessas biomassas alternativas”, propõe.

**Ana Paula Monte**  
Ciência Hoje/RJ



DIVULGAÇÃO

# A ciência vai ao campo

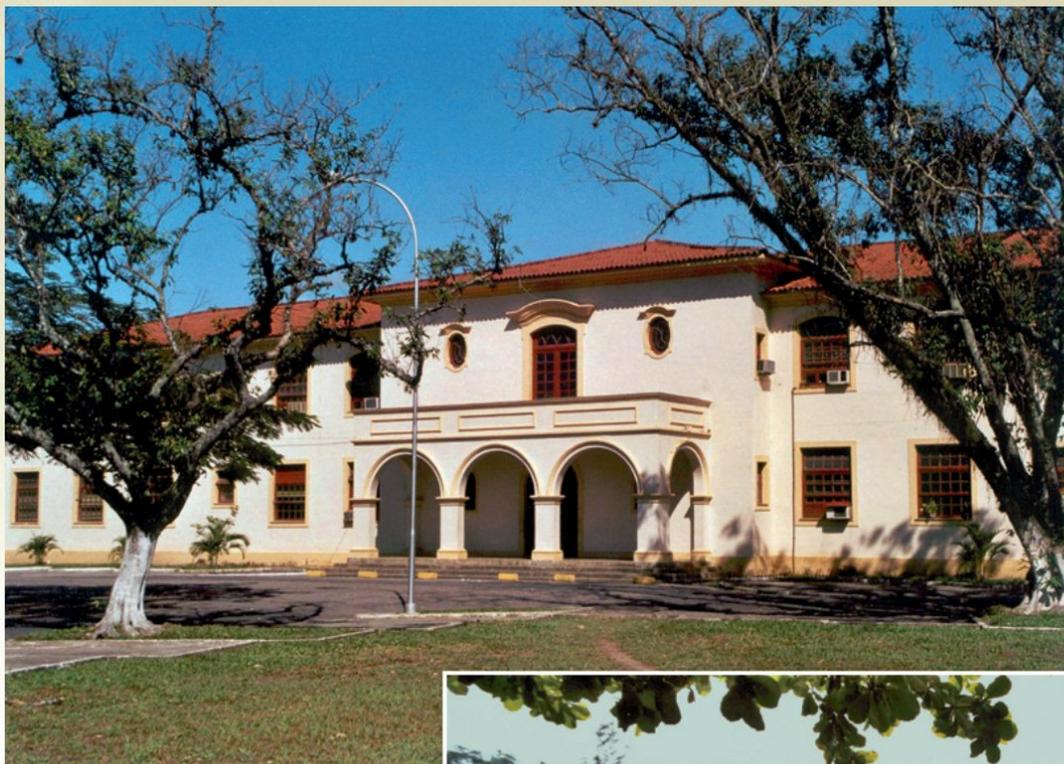
**Embora na Europa o ensino formal de medicina veterinária tenha sido implantado no século 18, no Brasil só bem mais tarde assistiríamos à institucionalização dessa área da ciência que se dedica à proteção e recuperação da saúde animal e à proteção da saúde humana por meio do aumento da produtividade animal e do controle de doenças transmissíveis ao homem. Foi no começo do século 20 que surgiram, quase simultaneamente, as três primeiras escolas de veterinária do país: a Escola de Veterinária do Exército, no Rio de Janeiro, a Escola de Olinda, em Pernambuco, e a Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária, também no Rio. Atual Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, esta última – fundada oficialmente em 1910 – é a única entre as pioneiras que está em efetivo funcionamento até hoje.**

Um decreto assinado por D. João VI em 31 de janeiro de 1818 nomeava o português João Baptista Moncouet para criar um curso de alveitaria (como era denominada a prática veterinária na época) no 1º Regimento de Cavalaria do Exército, no Rio de Janeiro. No reinado de D. Pedro II (1840-1889), seriam criados na Bahia, no Rio de Janeiro, em Pernambuco, em Sergipe e no Rio Grande do Sul os imperiais institutos de agricultura, com o objetivo de buscar soluções para problemas como falta de mão de obra qualificada e atraso tecnológico na produção agrícola brasileira. Esses institutos deram origem a cursos superiores de agronomia, mas não de medicina veterinária. As primeiras escolas de veterinária do país só surgiriam no início do século 20; na Europa, porém, datam de meados do século 18 (ver ‘O ensino de veterinária no mundo’).

A Escola de Veterinária do Exército, idealizada pelo coronel João Muniz Barreto de Aragão (1874-1922), contou com o apoio de três missões francesas. Criada pelo Decreto 2.232, de 6 de janeiro de 1910, essa escola só seria inaugurada em julho de 1914. Sua primeira turma de formandos (com três militares e dois civis) colou grau em 15 de fevereiro de 1917. Mas suas atividades não iriam além de 1937, quando diplomou sua última turma, tendo os demais alunos sido transferidos para a Escola Nacional de Veterinária, oriunda da Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária, no Rio de Janeiro.

A Escola de Olinda foi fundada em 1911 pela Congregação Beneditina Brasileira do Mosteiro de São Bento com o objetivo de ensinar agronomia e veterinária, mas ela só começou a funcionar em 1º de fevereiro de 1914. Sua principal peculiaridade é o fato de ter diplomado, no dia 13 de novembro de 1915, o primeiro médico veterinário do país, Dionysio Meilli, que era farmacêutico e aproveitou várias disciplinas já cursadas para, em pouco tempo, graduar-se em veterinária. Desde o início de suas atividades até o final de 1925, a escola diplomou 24 veterinários. Em 29 de janeiro de 1926, foi fechada por ordem do abade do mosteiro.

Em 20 de outubro de 1910, um decreto do presidente Nilo Peçanha (1867-1924) criou a Escola



Acima, fachada atual do Instituto de Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Ao lado, hospital de grandes animais do Instituto de Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro



Superior de Agricultura e Medicina Veterinária (ESAMV), que funciona regularmente até hoje e foi o embrião da atual Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). A escola era vinculada ao Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, então chefiado pelo ministro Rodolfo Nogueira da Rocha Miranda (1862-1943). O decreto estabelecia a oferta dos cursos de medicina veterinária e agronomia, o tempo de duração de cada curso, a relação das disciplinas que os comporiam, além de abordar a infraestrutura física e material e o quadro de pessoal docente e administrativo, entre outros aspectos relativos ao funcionamento da escola.

Apesar de todo o detalhamento, alguns empecilhos atrapalharam a implantação da ESAMV. O modelo de ensino proposto, copiado de outros países, não se adequava à realidade nacional da época. Como se isso não bastasse, o ministério ao qual a

escola se vinculava enfrentava sérios problemas financeiros. Por fim, o local escolhido para sua instalação, a antiga Fazenda Santa Cruz, além de geograficamente distante, tinha sua estrutura física em ruínas e um tipo de solo pouco adequado às práticas agrônomicas. Tudo isso fez com que a inauguração oficial da ESAMV só ocorresse em 4 de julho de 1913 na presença do então presidente da República, marechal Hermes da Fonseca (1855-1923).

O primeiro diretor da Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária foi o engenheiro agrônomo Gustavo d'Utra, que a comandou no período 1911-1914. Esse profissional de reconhecida competência no ensino agrícola, que atuara 18 anos na Escola Agrícola da Bahia e havia dirigido o Instituto Agrônomo de Campinas (SP), foi incumbido de resolver os entraves que impossibilitavam o funcionamento da escola. Foi graças a seus



Jardim interno do pavilhão central da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro na década de 1960 (A) e atualmente (B)

esforços políticos que um decreto de 14 de novembro de 1911 veio estabelecer a sede da escola no palácio do duque de Saxe, onde hoje funciona o Cefet/MEC, no Maracanã, Rio de Janeiro. Para garantir as atividades práticas, foi criado também o Campo de Experimentação e Prática Agrícola, no bairro de Deodoro.

### Trajetória

Em 1915, questões políticas ameaçaram a escola de fechamento, e sua direção interina (de 1915 a 1916) coube a Arthur do Prado. Um decreto de março de 1916 determinou sua fusão com as escolas médias

de Pinheiros e da Bahia, e sua sede foi transferida para a cidade de Pinheiros, atual Pinheiral (RJ). Nessa localidade, foi dirigida durante um curto período por Manoel Paulino Cavalcanti e em seguida por Cândido Firmino de Mello Leitão Júnior, que se manteve no cargo até 1919. A primeira turma de veterinários formados pela escola colou grau no dia 3 de julho de 1917.

De 1918 a 1926, a Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária funcionou no Horto Botânico de Niterói (RJ), criado em 1906 pelo então governador Nilo Peçanha para cultivar e distribuir sementes e mudas de plantas frutíferas e medicinais

## O ENSINO DE VETERINÁRIA NO MUNDO

O advento da medicina veterinária, como outras profissões, decorreu de demandas sociais, tendo-se difundido a partir do estreitamento da relação homem-animal. Essa relação se firmou a partir da captura e estabulação de animais, no Paleolítico, e de sua domesticação, no Neolítico, visando explorar suas aptidões, força de tração ou potencial como alimento.

Documentos da Antiguidade já apontam registros de uma atividade profissional ligada ao cuidado com os animais. Obras de valor, como a *Mulomedicina de Vegetius (Artis veterinariae sive digestorum mulomedicinae)*, datada do final do século 4, e o compêndio *Hippiatrica*, de 994 d.C., descreviam enfermidades e apontavam indicações terapêuticas diversas. Mas o registro formal do ensino de medicina veterinária data de 4 de agosto de 1761, com a criação da escola de Lyon, na França, idealizada por Claude Bourgelat (1712-1779), no reinado de Luís XV. Em 1766 surgiu a Escola Veterinária de Alfort (também na França), que recebeu grandes nomes da ciência, como Louis Pasteur (1822-1895), Camille Guérin (1872-1961), Albert Calmette (1863-1933) e Gaston Ramon (1886-1963).

Outras importantes escolas de medicina veterinária foram fundadas na Europa no século 18: Viena (1768); Turim (1769); Copenhague (1773); Skara (1775); Hanôver (1778); Budapeste (1781); Londres (1791); e Madri (1792). Em Portugal, a primeira escola de veterinária só foi instituída no início do século 19.



a lavradores, estimulando a prática agrícola no estado. Nesse período, sob a direção de Paulo de Figueiredo Horta, recebeu significativo apoio do Ministério da Agricultura, tendo passado por um processo de reformulação curricular e de fortalecimento de sua estrutura administrativa. Em 1927, dirigida por Artidonio Pamplona, a escola foi transferida para a Praia Vermelha, no Rio, e funcionou no prédio do atual Departamento Nacional de Produção Mineral. Nesse local, foi diplomada a primeira médica veterinária brasileira, Nair Eugenia Lobo, em 1929.

Um decreto de 8 de fevereiro de 1934 estabeleceu a separação da ESAMV em Escola Nacional de Veterinária (ENV) e Escola Nacional de Agronomia (ENA). Em 1938, a ENA passou a integrar o recém-criado Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas (CNEPA), e a ENV subordinou-se ao Ministério da Agricultura. Em 1940, porém, a ENV também se incorporou ao CNEPA.

Em dezembro de 1943, ocorreu a reestruturação do CNEPA – que ficou encarregado de ministrar o ensino agrícola e veterinário e de coordenar as pesquisas agronômicas no país – e, por conseguinte, a criação da Universidade Rural, abrangendo a ENA, a ENV, cursos de aperfeiçoamento e especialização, cursos de extensão, serviço escolar e serviço de desportos. O ministro da Agricultura Fernando Costa idealizou o projeto de um novo *campus* adequado às práticas agrícolas e deu início à sua construção às margens da antiga rodovia Rio de Janeiro-São Paulo, distante aproximadamente 70 km do centro do Rio. A 4 de julho de 1947 o novo *campus* foi inaugurado.

Em 1948, a então Universidade Rural teve seu *campus* transferido em caráter definitivo e finalmente pôde se estabelecer dentro de uma estrutura própria. Em 1960, recebeu o nome de Universidade Rural do Rio de Janeiro, passando a denominar-se Universidade Rural do Brasil em 1962. A denominação atual – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – adveio do Decreto 60.731, de 22 de maio de 1967, que a colocou sob a jurisdição do Ministério da Educação.

Até o início dos anos 1950, só oito escolas superiores de medicina veterinária funcionavam no Brasil, incluindo a ESAMV, surgida em 1910: por ordem cronológica, as outras são da USP (1919), UFRGS (1923), UFPR (1931), UFMG (1932), UFF (1936), UFRPE (1947) e UFBA (1951). Hoje, como aponta o sítio do Conselho Federal de Medicina Veterinária, cerca de 130 cursos de medicina veterinária estão em atividade no país, mas alguns especialistas consideram que esse número esteja na faixa dos 160. Tal quantidade é preocupante, sobretudo se considerarmos que, diante de suas especificidades, o curso demanda investimentos significativos para criar infraestrutura física, adquirir equipamentos e contratar profissionais de qualidade.

#### **Miliane Moreira Soares de Souza**

*Instituto de Veterinária,  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*

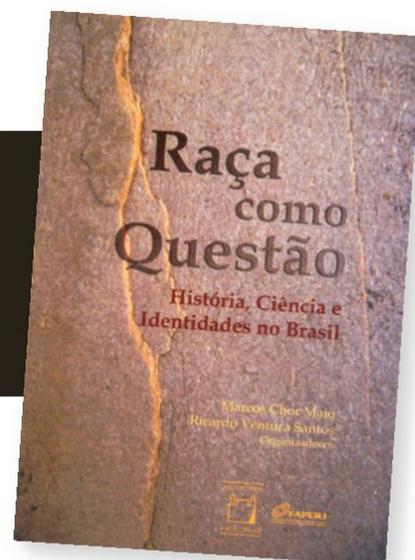
À esquerda, fachada atual do pavilhão central da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. À direita, saguão da entrada principal do pavilhão onde funcionam os setores administrativos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

# Uma questão que diz respeito a todos

**Raça como questão:  
história, ciência e identidades no Brasil**

**Marcos Chor Maio e Ricardo Ventura Santos (orgs.)**

Rio de Janeiro, editora Fiocruz, 316 p., R\$ 38



A história do embate das ideias sobre raça é a história dos embates das ideias sobre a construção da própria nação brasileira. Na virada do século 19 para o século 20, por exemplo, havia alguns que acharam que a mistura racial seria a perdição da nação, enquanto outros acreditaram que seria a sua salvação. Nas décadas de 1930 e 1940, o ideal de um Brasil de ‘democracia racial’ lhe dava ascendência moral sobre os Estados Unidos, onde a segregação racial continuava firme e forte. Mas, nos últimos anos, vozes poderosas denunciavam a democracia racial como uma suposta perigosa mentira que mascara o racismo renitente no país. Querem ver o Brasil não mais como país de mistura, mas de raças distintas, cada qual com identidade própria. Demandam reparações para compensar o racismo histórico e atual, bem como mecanismos chamados ações afirmativas, como cotas raciais nas universidades, por exemplo, para instaurar maior igualdade entre as ditas raças.

Outros argumentam que, à luz dos horrores que as políticas fundadas nas supostas diferenças raciais têm engendrado, seria

melhor o governo não celebrar diferenças raciais, mas atacar as desigualdades raciais por meio do combate ao racismo e à pobreza, que assolam exageradamente as pessoas de pele mais escura.

O debate atual, bem como os anteriores, tem sido assunto dos cientistas e das instituições científicas do país. Os pesquisadores que se envolvem em assuntos de ordem social e política, por mais que procurem objetividade, são também cidadãos que compartilham os mesmos conceitos e sonhos dos seus conterrâneos. São narradores de histórias dos quais participam como personagens. Portanto, não devemos estranhar quando observamos imensa promiscuidade de ideias entre os cientistas, os políticos e as pessoas nas suas vidas cotidianas. Nem sempre é fácil saber quando os cientistas inovam ou quando simplesmente repetem o senso comum. E, mais importante, os cientistas perdem o controle sobre os seus pronunciamentos quando estes entram na esfera pública propriamente dita. Queiram ou não, os cientistas são invocados nas contendas políticas, para legitimar ora um lado, ora outro.

*Raça como questão* contém artigos do sociólogo e historiador Marcos Chor Maio e do antropólogo Ricardo Ventura Santos, às vezes com a colaboração de outros colegas. Como indica o seu título, o livro lida com as complexas relações entre ciência, história e a política de identidades (individuais, ‘raciais’ e nacionais) desde o final do século 19 até o presente. Cada ensaio do volume (eles podem ser lidos separadamente ou seguindo a ordem proposta no livro) trata de uma polêmica ou um desenvolvimento específico da história do debate sobre raça. Assim, apreendemos como, no final do século 19, se discutia se os seres humanos eram determinados pela raça ou pelo ambiente, e como, mais tarde, os antropólogos físicos do Museu Nacional escrutinaram a morfologia dos brasileiros em busca de traços que acharam evidência de degeneração biológica e racial.

Há um capítulo sobre as declarações da Organização das

Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (Unesco) sobre raça e racismo provocadas pela reação ao holocausto, no final da década de 1940. Nelas, a Unesco afirmou que raça era “menos um fato biológico do que um mito social”, mas, como assinalam os autores, não colocou nenhum ponto final nas disputas sobre o significado da raça na ciência e na vida social como um todo.

Os demais ensaios do livro tratam de assuntos absolutamente contemporâneos. Um capítulo conta a deliciosa história de Luzia, nome dado à mulher cujo crânio, da coleção do Museu Nacional, foi estudado pelo antropólogo biológico brasileiro Walter Neves e utilizado para aventar a hipótese de uma onda de migração para o atual Brasil de gentes mais ‘africanas’, no sentido biológico, antes da chegada dos antepassados dos ameríndios. Um cientista inglês colocou um rosto no crânio de Luzia, tornando-a muito mais ‘real’ e celebridade efêmera nos meios de comunicação. O texto analisa como Luzia foi racializada no contexto dos recentes debates sobre raça e relações raciais no Brasil.

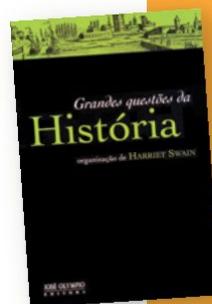
Dois capítulos se debruçam sobre os usos e abusos das descobertas recentes da genética molecular. Apreendemos como a descoberta da inexistência de ‘raça’ no reino da biologia foi objeto de crítica tanto de movimentos racistas de extrema direita quanto de integrantes de certos movimentos negros brasileiros. Analisa-se também o uso comercial dos exames de ancestralidade para um mercado cada vez maior de negros, nos Estados Unidos e na Europa, ansiosos por saberem a respeito de suas aldeias de origem.

Os três ensaios finais tratam de políticas brasileiras recentes em relação à raça nas esferas da

saúde e da educação superior. Examina-se criticamente a introdução de políticas de recorte racial na saúde e de cotas raciais na educação superior por meio de um estudo de caso da Universidade de Brasília. Os autores alertam para o perigo dessas políticas contribuírem para uma crescente essencialização das raças ‘negra’ e ‘branca’ (os ‘pardos’ ou ‘mestiços’ desaparecem das estatísticas e dos discursos), num processo que os autores denominam “pedagogia racial”. Dessa forma, não apenas apresentam os vários lados do debate, mas tomam uma posição crítica em relação a essas políticas.

No contexto atual, em que a maior parte de livros escritos sobre raça celebra sem nenhuma crítica as ditas ações afirmativas raciais, o livro de Chor Maio, Ventura Santos e seus amigos e colegas, escrito com clareza e sem jargão, aparece como antídoto e em boa hora. Se conseguir provocar um debate sério sobre que Brasil se quer construir para o século 21, os autores do livro poderão se dar por satisfeitos. Por sua vez, os leitores sairão muitíssimo bem informados sobre uma importantíssima questão que diz respeito a todos.

**Peter Fry**  
*Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio de Janeiro*



## Grandes questões da história

**Harriet Swain (org.)**

Rio de Janeiro, José Olympio, 368 p., R\$ 45

Certas perguntas acompanham gerações e, apesar de serem alvos de especulações variadas, parecem não ter uma resposta definitiva. Nessa reunião de ensaios, 20 acadêmicos expõem seus pontos de vista sobre grandes questões da história, em busca de explicações que contribuam para a compreensão do nosso presente. Entre as indagações, estão “O que faz um governo ter sucesso?”, “Como se ganham as guerras?” e “Por que as economias desmoronam?”. Cada texto vem acompanhado de um comentário escrito por um jornalista, que apresenta perspectivas abordadas por outros estudiosos sobre o tema.

## O guia completo dos dinossauros do Brasil

**Luiz E. Anelli**

São Paulo, Peirópolis,

224 p., R\$ 62



A obra reúne pela primeira vez informações sobre as 22 espécies de dinossauros brasileiros estabelecidas a partir dos fósseis encontrados em território nacional. O autor trata esses animais como ‘máquinas do tempo’ capazes de auxiliar o entendimento da dinâmica dos ciclos de vida, bem como estabelecer a conexão entre eles e seus descendentes, as aves. Os 10 capítulos falam da disparidade entre o número de espécies no Brasil e na Argentina (que já conta com mais de 100); do parentesco entre os diferentes grupos desses animais e das pesquisas com fósseis da América do Sul. O livro conclui com um bestiário ilustrado por Felipe Alves Elias.

## Descobrimdo o universo

**Neil F. Comins e William J. Kaufmann III**

Porto Alegre, Bookman, 624 p., R\$ 156

Em sua oitava edição, o livro, *best-seller* na área de astronomia, mantém a linguagem leve, simples e precisa. Com grande vocação pedagógica, a obra trata dos principais temas da astronomia e aborda conceitos complexos sem exigir do leitor conhecimentos prévios. Para facilitar o acesso aos avanços conquistados pela ciência astronômica, a nova edição ainda oferece material suplementar *on-line* e em CD — testes, exercícios interativos, imagens, animações e vídeos criados pela Nasa (agência espacial norte-americana) e textos de apoio — elaborado especialmente para professores e estudantes.



## Dor fantasma

Leio neste momento o hipnótico número 276 da CH e, logo ao início, na seção ‘O Leitor Pergunta’, topo com um texto errado. Trata-se do que comenta sobre a dor fantasma. A explicação não é aquela. A dor fantasma é resultado de uma reorganização do córtex cerebral (neuroplasticidade cortical), e não da “quantidade e qualidade alteradas de neurotransmissores” decorrente da interrupção dos nervos periféricos. (...) De fato, a ideia de que as sensações fantasmas deviam-se aos nervos cortados, possivelmente inflamados e portanto hipersensíveis foi uma das explicações para o fenômeno. Mas não batia com o fato de que esses pacientes mantinham a síndrome do membro fantasma durante muitos e muitos anos, a vida toda. Que inflamação duraria tanto? A explicação atual veio com exames de neuroimagem, há mais de 10 anos. O autor-chave nesse caso é o neurologista indiano Vilayanur Ramachandran. Existe um livro dele para o grande público em português – *Os fantasmas do cérebro* –, muito agradável de ler.

**Roberto Lent**  
Universidade Federal  
do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro, RJ

## Rodovia na Amazônia

No texto ‘Rodovia para todos?’ (CH nº 271), sobre a rodovia Porto Velho-Manaus, os autores reconhecem o perigo que ela pode representar à preservação da Amazônia, ao rasgar o coração da floresta, mas atenuam as ameaças ambientais por ela representada, caso sejam adotadas medidas de proteção ambiental como reservas florestais, fiscalização intensiva e pontos de travessia para a fauna silvestre, entre outras. Na história recente de nosso

país, não faltam exemplos dos danos irreparáveis que rodovias e outras obras causaram aos ecossistemas brasileiros e não há nada que nos indique que agora a situação será diferente. É nítido que para nossos governantes a preservação ambiental é considerada um empecilho ao desenvolvimento (...). Capazes de visualizar um único modelo de ‘progresso’, querem uma Amazônia coberta de soja e gado, assim como está ocorrendo com o esquecido cerrado. O discurso de desenvolver a Amazônia para melhorar as condições sociais da população local não passa de uma mentira (...). Basta circular por qualquer rodovia amazônica para se verem pobreza, violência e latifúndios, a maioria, se não todos, conquistada violenta e ilegalmente. Cidades desestruturadas, lugarejos precários com péssima infraestrutura e devastação ambiental são o normal. Diante disso, toda a comunidade científica e ambientalistas deveriam ser absolutamente contrários à realização dessa obra (...).

**Ricardo D’Addio da Silva**  
Por correio eletrônico

## Erro em artigo

Há um pequeno erro na CH nº 273. Na página 41 do artigo ‘Efeito rizosfera: simbiose entre raízes de plantas e bactérias’, é dito que um micrômetro equivale à bilionésima parte do metro. O correto seria que um micrômetro equivale à milionésima parte do metro. A bilionésima parte do metro é o nanômetro.

**Ricardo G. Souto**  
Salvador, BA

✉ *O leitor está correto.*

## Teoria evolutiva

Eis minha contribuição à revista. Na seção ‘Ensaio’ da CH nº 272, o autor discute a reputação de Lamarck de modo interessante. Observo, porém, que (1) Darwin não “propôs a moderna teoria da evolução”. A biologia evolutiva moderna nasceu de contribuições cruciais de vários nomes do século 20, de Ronald Fisher a Motoo Kimura; (2) a noção de seleção natural, isto é, o efei-

to de atributos do organismo sobre sua sobrevivência/reprodução, também não é original de Darwin (no prefácio de *A origem das espécies*, ele mesmo cita vários pioneiros, inclusive Aristóteles); (3) Wallace é creditado como coautor da seleção natural (e não da teoria evolutiva – mais que a seleção) há muito tempo. Desde 1908, a Sociedade Linneana de Londres concede uma honraria a evolucionistas exímios: a medalha Darwin-Wallace, e o próprio Wallace recebeu a primeira; (4) a herança de caracteres adquiridos não é fantasia, é epigenética (muitas mutações podem ser induzidas pelo ambiente durante o desenvolvimento e, então, herdadas, como mostraram, por exemplo, Eva Jablonka e Gal Raz em 2009). Lembro também que Lamarck não foi só evolucionista: sua obra deu a ‘cara’ da moderna classificação animal. Enfim, a moderna teoria evolutiva está ‘evoluindo’, e é bom não nos perdermos em anacronismos.

**Pedro A. C. Lima Pequeno**  
Manaus, AM

## Número de neurônios

Gostaria de parabenizar os autores e a revista pelo artigo ‘Quantos neurônios tem o cérebro?’ – aliás, digno de capa – da CH nº 274. Roberto Lent, Frederico Azevedo e Walter Neves foram muito felizes ao demonstrar como a divulgação influencia a construção do conhecimento científico. Com boas ilustrações e a descrição dos caminhos e contextos da pesquisa, e não apenas a apresentação de fatos, conseguiram compartilhar com os leitores uma postura exemplar na prática da divulgação científica.

**Moysés Elias Neto**  
Ribeirão Preto, SP

## Correção

• A fotografia publicada na matéria ‘A rodoxantina dos tangarás’ (CH nº 274, p. 60) é de autoria de Marcelo F. Vasconcellos, e não de Patrick Grosner, como está creditada.

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

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

# Um conto de Natal

**Marco Moriconi**

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



**A** risada era inconfundível: “Ho, ho, hooo!”. Quando a escutei, eu estava sentado a meia-luz, em um canto da sala. Enquanto isso, aquele senhor, um pouco acima do peso, barbudo, vestido de vermelho e branco, tentava entrar pela janela. Sempre rindo.

“Por que demorou tanto?”

“Ops! Ora, é que... Bem... são tantas casas... esses prédios todos... E ainda inventaram de colocar telas de proteção. Não é tão fácil quanto antigamente!”

“Aliás, como é que você entra em casas com telas?”

“Isso não importa! Nunca ouviu falar que eu sei tudo? Sempre há uma maneira...”

Só podia ser ele, pensei. O bom e velho Noel. Mas nunca imaginei que tivesse algo de arrogante. Tudo bem. Afinal, o importante era ter cara de bonzinho.

“Você é mais magro do que eu imaginava.”

“Tento me cuidar. Triglicerídeos lá em cima, sabe? Bem, isso não vem ao caso. Mas o que você estava fazendo aí, escondido, rapaz?”

“Você trouxe o que eu pedi?”

“Ah, sim! Mas... será que você merece?”

Não era momento para dúvidas, oras!

“Claro que merece! São anos de espera por esse momento. Mas eu sempre caía no sono na hora H e...”

“E o que foi diferente hoje?”

“Sua risada.”

Noel se virou rapidamente para um de seus ajudantes – um anãozinho simpático, porém tímido – e murmurou furiosamente algo como “você e suas piadinhas!”.

“Então? Posso pegar?”

“Calma! Ho, ho, hooo...”

A risada, inicialmente bondosa, ganhara algo de... diabólico.

“Vejam se você realmente merece o presente. Uma pequena charada para você.”

“Ótimo!”, disse eu, com certa impaciência.

“Em uma das cidades por que passei, notei um comportamento peculiar. Nela, os moradores sempre mentem nas segundas, terças e quartas-feiras. E falam a verdade nos outros dias.”

Minha impaciência aumentou.

“Ouvi um deles dizer: ‘Eu menti ontem’ e, em seguida, ‘Eu vou mentir daqui a três dias’.”

“Sim, e daí?”

Finalmente, o bom velhinho completou a charada.

“Que dia da semana era?”

Moleza, pensei eu, já imaginando o prazer de ganhar meu presente.

Suponhamos que as frases tenham sido ditas em um dia em que aquele morador – vamos chamá-lo Natalino – estivesse falando a verdade. Nesse caso, ele, de fato, mentiu no dia anterior, o que quer dizer que a frase só poderia ter sido dita em uma quinta-feira, o único dia em que se fala a verdade um dia depois de se ter mentido. Mas, três dias depois, que é um domingo, ele não irá mentir, o que contraria a segunda frase.

Portanto, as frases não foram ditas em um dia em que se fala a verdade. Sobraram, então, segunda, terça e quarta. A primeira frase só pode ter sido dita na segunda-feira, pois, no dia anterior, um domingo, Natalino teria que ter falado a verdade – lembre-se que, agora, ele está mentindo. Três dias depois é quinta, quando, novamente, Natalino falará a verdade. Mas, como ‘ele mente nas segundas-feiras’, acabou dizendo uma mentira (“Eu vou mentir daqui a três dias”).

Portanto, as frases foram ditas numa segunda-feira.

“Segunda!”, exclamei, com convicção.

Mas a sala já estava vazia.

O bom velhinho tinha mais o que fazer. Perto da árvore, havia um bilhete: “É melhor assim! Feliz Natal!”

Por um minuto, achei que ele poderia ter deixado *O livro* em algum lugar. Uma obra imaginária que o matemático húngaro Paul Erdős (1913-1996) dizia conter as provas mais simples e elegantes de todos os teoremas e problemas matemáticos.

“Melhor assim”, pensei. Talvez, Noel tenha razão. Muitas vezes, a graça das coisas está na descoberta.

Boas festas a todos e até 2011! ■

## DESAFIO

E se o Papai Noel tivesse dito que ouviu alguém dizer “hoje é segunda-feira” e, em seguida, “amanhã, vou mentir”. Que dia seria?

## SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

É impossível cobrirmos um quadrado com os losangos: como os vértices de um quadrado formam ângulos de 90 graus e os ângulos do losango são de 120 graus e 60 graus, não há como encaixar losangos no vértice.

# Limpeza literária

**Renato Lessa**

Departamento de Ciência Política, Universidade Federal Fluminense,  
e Instituto de Ciências Sociais, Universidade de Lisboa – rlessa@cienciahoje.org.br



**H**ouve um tempo no qual o escritor Monteiro Lobato (1882-1948) foi fundamental para a constituição de nossa sensibilidade para com o país e o mundo. Ninguém como ele, na literatura brasileira, foi capaz de mobilizar a imaginação infanto-juvenil, e mesmo dos quase adultos, para temas tão variados. Se abstrairmos a obra adulta, dotada de grande mérito, a dedicada à juventude teve valor inestimável, pela associação singular entre exercício da imaginação e ânimo enciclopédico.

A dimensão pedagógica do empreendimento de Monteiro Lobato teve a marca inequívoca da variedade disciplinar. Livros inteiros dedicados a diferentes disciplinas: geografia, física, aritmética, gramática, astronomia. Os livros *Viagem ao céu*, *História do mundo para as crianças*, *Emília no país da gramática*, *Aritmética da Emília*, *Geografia de D. Benta*, *História das invenções* e *O poço do Visconde* configuravam uma deliciosa Paideia infanto-juvenil, a um só tempo humanística, moderna e multidisciplinar. Os temas da mitologia grega, assim como a escuta das narrativas populares – ver, por exemplo, *Histórias de Tia Nastácia* – somavam-se ao quadro. Não há, hoje, à disposição do público infanto-juvenil, obra semelhante e com tal capacidade de sedução literária.

Dois livros infanto-juvenis de Monteiro Lobato exerceram particular impacto na imaginação dos muitos que os devoraram. Em *A reforma da natureza* e *A chave do tamanho*, foi tratado de forma sublime o tema da intervenção dos humanos no curso da história e da natureza. Ainda que, ao fim e ao cabo, a natureza apresente as razões para ser como é, no que diz respeito à história, o livro *A chave do tamanho*, publicado em 1942, tem

início quando Emília e seus companheiros de história resolvem acabar com a guerra. Para tal, dirigem-se a um lugar no qual várias chaves controlam as dinâmicas do mundo. Ao tentar modificar a posição da chave da guerra, Emília move a chave do tamanho, transformando os

humanos em seres liliputianos. O enredo é delicioso e sugere o quanto a experiência da história e da vida dos humanos é assaltada por nossa capacidade de intervenção e de alteração de circunstâncias.

Seria impossível, hoje, escrever os livros infanto-juvenis de Monteiro Lobato com a mesma linguagem e com o mesmo quadro de valores nos quais foram concebidos. Mudam-se os tempos, mudam-se as vontades e muda-se a linguagem, assim como os limites do que é adequado dizer. A literatura, no entanto, é um patrimônio. Como tal, não pode ser refeita e corrigida ao sabor das inovações conceituais que lhe sobrevivem. Melhor é cuidar do patrimônio e desenvolver inteligência crítica e analítica para lidar com ele, tal como ele é.

Parece não ter sido essa a orientação do Conselho Federal de Educação. Por unanimidade, os conselheiros ‘condenaram’ um dos livros de Monteiro Lobato – *Caçadas de Pedrinho*, por conter expressões racistas externadas pela boneca Emília – e propuseram sua exclusão da lista de livros adotados pelo Ministério da Educação. Em boa hora o ministro da Educação, Fernando Haddad, vetou a estultice. Não seria melhor desenvolver entre os professores uma capacidade de interpretação crítica de passagens daquela natureza? Não seria isso, inclusive, uma ótima oportunidade para tratar com os alunos do tema do racismo?

É de imaginar o cenário tétrico, de limpeza literária, marcado pela transformação do parecer do Conselho em política pública. Quantas vítimas literárias teríamos? O que dizer dos índios tratados nos romances de José de Alencar (1829-1877) e das mulheres ‘vitimadas’ nas peças de Nelson Rodrigues (1912-1980)? É de lembrar, ainda, o processo ao qual foi submetido o livro *Madame Bovary*, de Gustave Flaubert (1821-1880), na França do século 19, brilhantemente analisado em livro do historiador norte-americano Dominick La Capra (*Madame Bovary on Trial*, de 1982). Acusado de obscenidade, o livro foi a julgamento em 1857. Ao fim e ao cabo, tudo ficou bem: o livro foi absolvido naquele mesmo ano e conta-se que o acusador-mor – Ernest Pinard (1822-1909) – terminou seus dias a escrever literatura obscena. ■

A literatura é um patrimônio. Como tal, não pode ser refeita e corrigida ao sabor das inovações conceituais