

## PEIXES DE AQUÁRIO

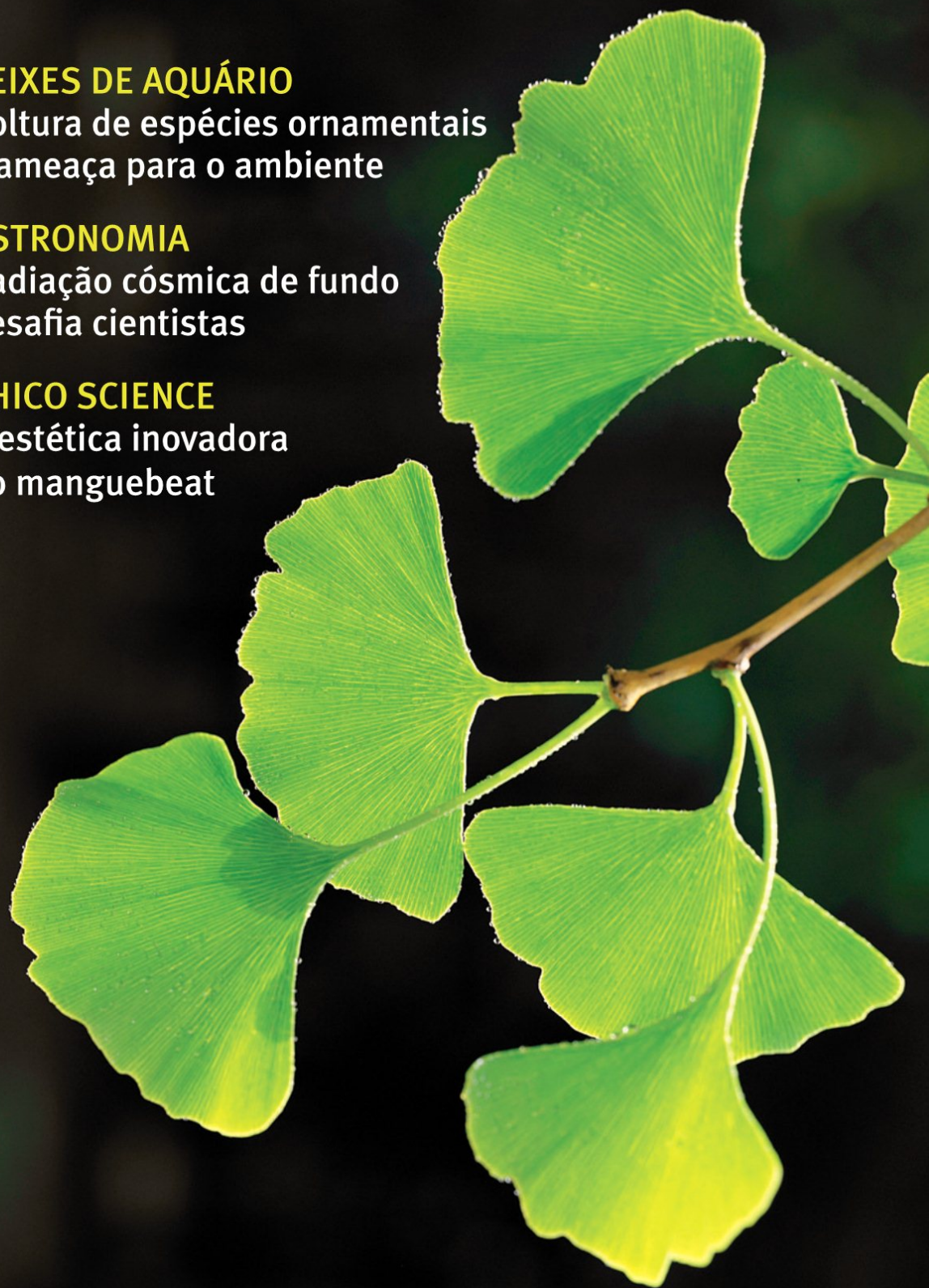
Soltura de espécies ornamentais  
é ameaça para o ambiente

## ASTRONOMIA

Radiação cósmica de fundo  
desafia cientistas

## CHICO SCIENCE

A estética inovadora  
do maguebeat



# *Ginkgo biloba*

**Natural, sim. Mas sem risco?**





# Natural é seguro?

**Proliferam em feiras**, lojas de produtos naturais e até camelôs plantas frescas ou desidratadas oferecidas ao consumidor como verdadeiras panaceias. Não é diferente com o *Ginkgo biloba*, planta medicinal muito difundida no mundo todo por ser considerada capaz de tratar vários problemas de saúde. Mas será mesmo que essa espécie é inofensiva e seu uso é benéfico?

É preciso lembrar que, por ser natural, um fitoterápico não escapa necessariamente do risco de ser tóxico. Tanto as plantas (folhas, cascas e outras partes, usadas ao natural, secas ou trituradas, ou em emplastos e chás caseiros) quanto os medicamentos industriais obtidos a partir delas podem conter substâncias que provocam efeitos colaterais indesejáveis, do mesmo modo que os remédios compostos de substâncias sintéticas.

O uso do *Ginkgo biloba* é milenar, é verdade – registros chineses revelam que é empregado desde 2.800 a.C., sobretudo para tratar doenças respiratórias. Entretanto, se não preparado adequadamente para o consumo, pode trazer complicações, em vez de soluções. Estudos recentes relatam efeitos adversos quando são utilizadas partes da planta fresca ou seca, que não passaram por um processo de remoção de substâncias tóxicas nela existentes. Por outro lado, informações divulgadas sobre seus efeitos terapêuticos são em geral exageradas e sem base científica.

Por esses e outros motivos, pesquisadores da Universidade Federal do Paraná não recomendam o consumo do *G. biloba* fresco ou seco, na forma de chás ou em contato direto com a pele. Eles alegam que substâncias presentes na planta são capazes de provocar alergias ou reações tóxicas para o sistema nervoso.

*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, 5º A, 1193, Buenos Aires, Argentina, tels.: 005411. 4961-1824/4962-1330) e conta com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF/CNPq), do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC/CNPq) e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). **ISSN:** 0101-8515



**DIRETORIA**

**Diretor Presidente** • Renato Lessa (IUPERJ) e UFF  
**Diretores Adjuntos** • Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF) • Caio Levenkopf (Instituto de Física/UERJ) • 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/UFF) • Ciências Biológicas – Débora Fogueal (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; **Sector Internacional** • Cássio Leite Vieira; **Repórteres** • Fred Furtado, Isabela Fraga e Júlia Faria; **Colaboraram neste número** • Henrique Kugler, Jansom Frank, Juliana Blume e Mariana Ferraz; **Revisoras** • Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** • Theresa Coelho

**ARTE** • Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.  
**Diretora de Arte** • Claudia Fleury; **Programação Visual** • Carlos Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** • Luiz Baltar; (ampersand@ampersanddesign.com.br); **Diagramação** • João Gabriel Magalhães

**SUCURSAIS**

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

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

**PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL** • Superintendente • Ricardo Madeira; • **Publicidade** • Sandra Soares; **Projetos educacionais** • Clarissa Akemi. End.: Rua Berta, 60 - Vila Mariana, CEP 04120-040, São Paulo, SP. Telefax: (0xx11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura** • Gerente • 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: (0xx21) 2109-8999  
**CH On-line:** www.ciencia.org.br  
 chonline@cienciahoje.org.br

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

**52 Ginkgo biloba: o chá das folhas é seguro?**

As informações divulgadas sobre os efeitos terapêuticos do *Ginkgo biloba* são em geral exageradas e sem base científica. Estudos mostram que o uso de folhas frescas ou secas da planta pode ter sérios efeitos adversos

Por **Leopoldo C. Baratto, Juliana C. Rodighero e Cid A. de Moraes Santos**

**28 O ruído do universo: a radiação cósmica de fundo**

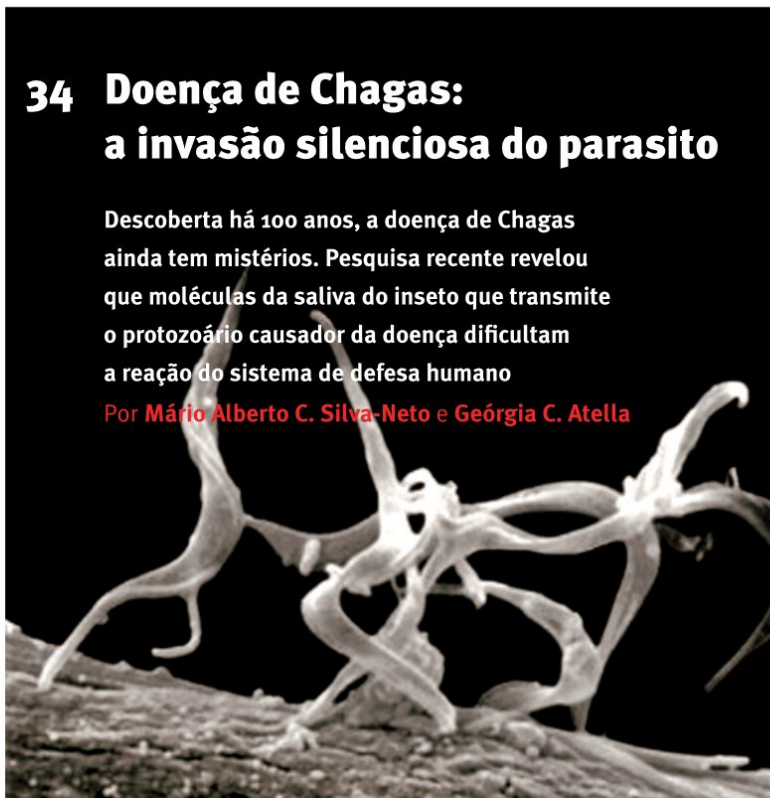
Um ruído fraco chega à Terra vindo de todas as direções do universo. Esse ruído, a radiação cósmica de fundo em micro-ondas, tem permitido, nas últimas décadas, avanços espetaculares na astronomia e na física

Por **Thyrso Villela Neto**

**34 Doença de Chagas: a invasão silenciosa do parasito**

Descoberta há 100 anos, a doença de Chagas ainda tem mistérios. Pesquisa recente revelou que moléculas da saliva do inseto que transmite o protozoário causador da doença dificultam a reação do sistema de defesa humano

Por **Mário Alberto C. Silva-Neto e Geórgia C. Atella**







Capa: Getty Images

## 40 Peixes de aquário: animais de estimação ou pestes?

Uma das atividades de lazer mais praticadas no mundo, a criação de peixes ornamentais em aquários é também uma crescente fonte de introdução de espécies exóticas em muitos países, com impactos ambientais desastrosos

Por **André L. B. de Magalhães**,  
**Newton P. de U. Barbosa** e **Claudia M. Jacobi**



## 46 Chico Science & Nação Zumbi: entre a modernidade e a tradição

Artista que não seguia as fórmulas padronizadas da canção de sucesso, o pernambucano Chico Science misturou gêneros musicais tradicionais e modernos, trazendo para o cenário cultural brasileiro atitudes e estéticas renovadoras

Por **Herom Vargas**

O LEITOR PERGUNTA

- 8 Golfinhos poderiam ajudar náufragos a se salvarem?
- 8 Tem alguma aplicação prática a afirmação da teoria da relatividade de que, para um objeto que se desloque em velocidade próxima à da luz, o tempo passa mais devagar?
- 9 Medicamentos que combatem vírus e fungos também podem ser considerados antibióticos?
- 9 Qual foi a primeira civilização que se dedicou ao estudo do sistema solar?

ENTREVISTA

- 10 **Jürgen Schmid**  
**Revolução energética: a última encruzilhada**  
Engenheiro alemão defende adesão urgente às energias renováveis

A PROPÓSITO

- 14 **E assim caminha a ciência...**  
Prossegue o debate sobre como deve ser a pesquisa, básica ou aplicada

MUNDO DE CIÊNCIA

- 15 **Prêmio Nobel 2009**
- 16 **FÍSICA Do laboratório para o dia a dia**  
Duas tecnologias essenciais para a revolução eletrônica e digital
- 18 **MEDICINA As 'pontinhas' dos cromossomos**  
Os múltiplos resultados das investigações sobre os telômeros
- 20 **ECONOMIA Nem mercado, nem privado... necessariamente**  
Novos pontos de vista sobre estruturas de governança econômica
- 22 **PAZ Mais cooperação, menos conflito**  
Intenções de um presidente em busca de um mundo melhor
- 24 **QUÍMICA A fantástica fábrica de proteínas**  
Estrutura que transforma a informação do DNA em matéria viva
- 26 **LITERATURA A esculpidora da linguagem**  
Obra marcada pela consciência sobre o significado das palavras

EM DIA

- 57 **Guerra microbiana**  
Lactobacilos podem ajudar a combater algumas infecções vaginais
- 58 **Memória colonial**  
Rio Grande do Sul restaura moinhos erguidos por imigrantes italianos
- 60 **Mais humanas**  
Espaço das ciências sociais na mídia é debatido em reunião da Anpocs
- 62 **Outra história**  
Estudo altera visão sobre ocupação pré-colonial da encosta catarinense
- 64 **Nanotecnologia no combate ao câncer**  
Moléculas em microcápsulas podem aumentar efeito da eletroterapia
- 66 **O dino de Marília**  
Achado no interior paulista fóssil de grande dinossauro herbívoro
- 68 **Teia tecnológica**  
Bactérias alteradas produzem fibra sintética semelhante à da aranha

70

FUTURO CIENTISTA

- 71 **Um sopro de liberdade**  
Livro importante do liberalismo foi lançado há 150 por Stuart Mill

MEMÓRIA

- 74 **A mal compreendida evolução**  
Sistema de teorias interligadas pode explicar melhor ideias de Darwin

ENSAIO

- 76 **O Rabelais de Febvre**  
Resenha do livro *O problema da incredulidade no século XVI – A religião de Rabelais*, de Lucien Febvre

RESENHA

78

CARTAS

- 79 **Para jogar e comer ao mesmo tempo**  
Peças como nozes, passas e outras permitem jogos simples de mesa

QUAL O PROBLEMA?

- 80 **Quais as vantagens da racialização?**  
Estudo revela que cota social bastaria para beneficiar população negra

SOBRE HUMANOS



## ? Golfinhos poderiam ajudar náufragos a se salvarem?

LUIZ E. VASCONCELOS, RIO DE JANEIRO/RJ

Assim diz a lenda. Mito ou verdade, essa pergunta se repete por séculos e séculos. Desde a Antiguidade até os dias atuais são muitos os relatos de pessoas que teriam sido salvas em situação de naufrágio por cetáceos. Na Grécia Antiga, um golfinho salvou o poeta Arion do afogamento e o levou em segurança até uma praia ao sul da península de Peloponeso. Por essa razão, é famosa a estátua de Arion cavalgando um golfinho. Pelos quatro cantos do mundo, para o povo do Laos, país do sudeste asiático, assim como para os ribeirinhos amazônicos, os golfinhos ou botos podem ajudar a salvar náufragos em mar aberto ou nos rios.

Para alimentar ainda mais essa história, duas situações muito recentes sustentam a dramaticidade desses relatos. Uma baleia beluga salvou uma mergulhadora que se afogava em situação de hipotermia em Harbin, China, e, na Califórnia, Estados Unidos, surfistas foram salvos por golfinhos que afugentaram um grupo de tubarões que os atemorizava.

O fato é que os cetáceos exibem comportamento altruísta recíproco, ou seja, cooperam entre si para a

caça e mesmo em momentos de apuro. Isso poderia explicar os diversos casos notáveis de cooperação intraespecífica em cetáceos quando em situação de risco, também conhecido como comportamento epimelético. Toninhas, botos e golfinhos podem carregar seus parentes ou indivíduos do mesmo grupo mesmo quando já estão mortos. São muitos os casos de golfinhos que viajam por horas ou dias sustentando o corpo de outro golfinho.

No Brasil esse comportamento já foi observado entre toninhas, botos-cinza, golfinhos-nariz-de-garrafa e golfinhos-de-dentes-rugosos. Isso pode nos levar a crer que os golfinhos possivelmente tratem os humanos como alguém da sua própria espécie. Dessa forma, podemos acreditar que a lenda está muito próxima da realidade.

### Salvatore Siciliano

*Oceanites/Projeto de Monitoramento de Aves, Quelônios e Mamíferos Marinhos da Bacia de Campos, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz*

FOTO GETTY IMAGES

## ? Tem alguma aplicação prática a afirmação da teoria da relatividade de que, para um objeto que se desloque em velocidade próxima à da luz, o tempo passa mais devagar?

MAURO NABTI SCHIFFLER,  
PETRÓPOLIS (RJ)

Sim. Uma aplicação prática é, por exemplo, o sistema de posicionamento global (GPS, na sigla em inglês). O GPS é uma aplicação prática porque os efeitos dessa dilatação do tempo têm de ser levados em conta e corrigidos para permitir a localização de uma pessoa na superfície da Terra com uma precisão de poucos metros. É um equipamento acessível a qualquer cidadão e está presente em muitos tipos de telefones celulares.

Uma consequência dessa dilatação temporal está na radiação invisível, oriunda dos raios cósmicos, que nos bombardeia o tempo todo. Grande parte dessa radiação é composta por múons, partículas com propriedades muito especiais. A vida média de um múon é de 2,2 microssegundos. Nesse tempo, viajando à velocidade da luz,

ele deveria percorrer cerca de 660 m. No entanto, essa partícula, criada no alto da atmosfera, viaja poucas dezenas de quilômetros antes de se desfazer (em um elétron e dois neutrinos).

A resolução desse aparente paradoxo está na diferença entre o relógio do observador na Terra e o da partícula. Do ponto de vista do observador, o tempo de vida média da partícula é um, mas do 'ponto de vista' da partícula é outro, já que, devido à sua velocidade de deslocamento, esse tempo está bastante dilatado. Ou seja, o que nós vemos como algumas dezenas de quilômetros equivale, do 'ponto de vista' da partícula, a apenas algumas centenas de metros.

### Ronald Cintra Shellard

*Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas*



## ? Qual foi a primeira civilização que se dedicou ao estudo do sistema solar?

VIVIANE DE LIMA NORONHA, POR CORREIO ELETRÔNICO

FOTO GETTY IMAGES

Não se sabe exatamente quando a astronomia começou, mas existem referências a estudos de fenômenos astronômicos na China, na Índia e no Egito. Na cidade de Ur, às margens do rio Eufrates (em torno do qual surgiu a primeira civilização de que se tem notícia, há aproximadamente 3000 a.C.), os sumérios erigiram um zigurate (torre com várias plataformas) dedicado ao deus da Lua, Nanna, e à sua esposa, Ningal. Os babilônios conheciam seis astros importantes: Sol, Lua, Vênus, Mercúrio, Marte e Júpiter. Mas como, para eles, o sete era um número sagrado, deveria haver sete astros no céu, além das estrelas fixas. Eles fizeram observações até descobrir o planeta ('estrela errante') Saturno. Em todas as civilizações antigas, havia relações entre os astros e a religião.

Na civilização grega, surgiram problemas astronômicos que não haviam sido estudados por outros povos. Os gregos queriam saber o tamanho real do Sol; a que distâncias estariam o Sol e a Lua da Terra; qual o movimento dos planetas e a que distâncias estariam uns dos outros etc. Por volta de 250 a.C., Eratóstenes mediu indiretamente a circunferência da Terra. Aristarco de Samos (320-250 a.C.) tentou determinar a relação entre as distâncias da Terra à Lua e da Lua ao Sol. O coroamento da astronomia grega deu-se com o trabalho de Ptolomeu (85-165 d.C.). Em sua obra principal, o *Almagesto*, ele fornece uma grande quantidade de dados obtidos pela experiência e pela observação.

A grande influência dos gregos não é ter feito descobertas ou resolvido problemas astronômicos úteis nos dias de hoje, mas tê-los criado. Eles provocaram o início da grande aventura: explicações racionais para os fenômenos naturais, que, em pouco mais de dois milênios, transformariam a espécie humana mais radicalmente do que havia sido feito pela evolução nos 200 milênios anteriores. No prefácio do seu livro *Sobre a revolução das esferas celestes*, publicado em 1543, Nicolau Copérnico (1473-1543) cita Plutarco (45-125?) e outros autores gregos ao se referir à mobilidade da Terra em torno do Sol.

### Jair Lucinda

Departamento de Física,  
Universidade Federal  
do Paraná

## ? Medicamentos que combatem vírus e fungos também podem ser considerados antibióticos?

GUILHERME SOUZA CASTRO, CURITIBA/PR

Depende da origem do medicamento. Em sua definição original, antibióticos são substâncias produzidas por um micro-organismo que, em quantidades muito pequenas, podem inibir ou matar outros micro-organismos. Dentro desse conceito, se a substância antiviral ou antifúngica em questão tiver essa origem, ela pode ser considerada um antibiótico.

Tomemos como exemplo dois medicamentos: rifamicina e nistatina. O primeiro pode ser utilizado para combater infecções causadas por vírus ou bactérias. O segundo é empregado contra fungos. Ambos são produzidos por micro-organismos e são ditos antibióticos. Certas penicilinas, embora não sejam mais extraídas inteiramente de fungos (por isso denominadas penicilinas semissintéticas), continuam, mesmo assim, a ser consideradas antibióticos.

Substâncias usadas no tratamento de infecções que não tenham origem de micro-organismos devem ser denominadas antimicrobianas, mas não antibióticos. Esse é o caso de substâncias sintéticas como as quinolonas, derivadas do ácido nalidíxico, e da isoniazida. Ambas são agentes antibacterianos, mas não devem ser denominadas antibióticos, pois não são produzidas por micro-organismos.

### Vetúria Lopes de Oliveira

Departamento de Microbiologia,  
Imunologia e Parasitologia,  
Universidade Federal  
de Santa Catarina

O zigurate de Ur, com aproximadamente 11 m. Construído entre 2113 e 2096 a.C., é o mais bem conservado dos zigurates da Mesopotâmia

CARTAS À REDAÇÃO

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

CORREIO ELETRÔNICO:  
cienciahoje@cienciahoje.org.br



# REVOLUÇÃO ENERGÉTICA: A ÚLTIMA ENCRUZILHADA



FOTO CRISTIANE TAKAYA

## Jürgen Schmid

“Estamos diante do maior desafio que a humanidade já enfrentou, o de revolucionar com urgência todo o sistema energético mundial.” O veredicto é do engenheiro alemão Jürgen Schmid, uma das autoridades mais influentes da Europa hoje no que diz respeito a energias renováveis. Graduado em engenharia aeroespacial pela Universidade de Stuttgart e doutor em energia nuclear pela Universidade de Karlsruhe, Schmid é um dos nove membros do Conselho Consultivo de Mudanças Globais da Alemanha (WBGU, na sigla em alemão), órgão que presta serviço de aconselhamento energético para o governo daquele país. Schmid é professor da Universidade de Kassel e dirige o Instituto Fraunhofer de Energia Eólica e Tecnologia em Sistemas Energéticos, instituição que tem desenvolvido importantes projetos para otimizar a eficiência energética do continente europeu. Recentemente Schmid esteve em Curitiba para participar do IV Simpósio Brasil-Alemanha de Desenvolvimento Sustentável, realizado na Universidade Federal do Paraná. Em entrevista exclusiva à *Ciência Hoje*, ele se revelou otimista – porém cauteloso – quanto ao futuro energético do nosso planeta.

**Aloísio Leoni Schmid**

*Departamento de Arquitetura e Urbanismo/UFPR*

e **Henrique Kugler**

*Especial para Ciência Hoje/PR*



### Como o senhor avalia a questão energética em nível global hoje?

O quadro é delicado. O grande problema não é a disponibilidade de energia, mas a falta de sustentabilidade de nossas matrizes convencionais. Nossos principais adversários ainda são o dióxido de carbono [CO<sub>2</sub>] e os demais gases relacionados com o efeito estufa. Precisamos reduzir as emissões drasticamente e temos de fazer isso em pouco tempo. Nos próximos 20 ou 30 anos, será necessário transformar todo o sistema energético. Vocês imaginam o que isso significa? Se olharmos para o passado, para os últimos 30 anos, veremos que não havia diferença no que se refere à energia. Tínhamos eletricidade, combustíveis fósseis, carros... Nada mudou nessas três décadas e agora precisamos mudar tudo em um período muito curto. Esse é o maior desafio que a humanidade já enfrentou. Segundo nossos cálculos, esse é o tempo que temos para reduzir a zero as emissões de CO<sub>2</sub>. Do contrário, as mudanças climáticas terão efeitos cada vez mais nefastos. Não está apenas ficando mais quente: o nível dos mares está subindo, aumentam as doenças ligadas às mudanças climáticas, crescem os movimentos populacionais motivados pela escassez de água potável. Temos enfim muitos conflitos ambientais que envolvem considerável parte da população mundial. Não há outra opção senão reduzir radicalmente as emissões de gases-estufa. Isso significa que, em futuro próximo, não seremos autorizados a queimar nada que derive de combustível fóssil.

### Isso é realmente possível?

Claro que sim. E vou dizer como. Primeiro, temos de produzir eletricidade de forma limpa. Isso não é novidade para o Brasil, que tem boa quantidade de hidrelétricas. Mas em escala global a maior parte da eletricidade é produzida a partir da queima de carvão, que gera uma quantidade absurda de CO<sub>2</sub>. Isso precisa acabar, e todas essas usinas devem ser substituídas. Para diminuir tamanha quantidade de emissões, temos poucas opções a considerar. Alguns governos discutem a hipótese de adotar a energia nuclear. O que não é uma boa opção. Quanto à emissão de CO<sub>2</sub>, ela não chega a ser um problema. Mas a contribuição da energia nuclear para a demanda mundial de eletricidade hoje é de apenas 3%. Para aumentá-la 10 vezes, temos de construir 10 vezes mais usinas. Analisemos os números. Como há 400 usinas no mundo hoje, teríamos então de ter 4 mil! Ainda assim, daríamos conta de apenas 30% da demanda energética mundial. E os outros 70%? Seria preciso obtê-los de outra forma. Além disso, não é um meio prudente de se produzir energia. Sequer temos uma estratégia de armazenamento segura para os resíduos gerados. Outra saída muito enfatizada hoje como boa opção para

reduzir emissões é a estocagem de CO<sub>2</sub>. Os gases provenientes das chaminés seriam armazenados debaixo da terra. Mas essa tecnologia ainda não está totalmente disponível; e ela oferece um grande risco: se por algum motivo o gás voltar à atmosfera, todo o esforço terá sido em vão. E se o vazamento se concentrar em uma área, poderá ser letal. É uma tecnologia perigosa, assim como estocar resíduos nucleares. Portanto, também não é boa opção.

### Que alternativas sobram então?

Restam a energia hidráulica, a da biomassa, a eólica e, em futuro mais ou menos distante, a solar. São formas limpas no que se refere à emissão de CO<sub>2</sub>. Mas as duas primeiras também têm seus problemas. No caso da hidráulica, é preciso construir grandes represas, inundar vastas áreas e realocar populações afetadas pelas inundações. Além disso, há emissão de metano, algo bastante perigoso para a atmosfera. Tudo contabilizado, pode-se dizer que a matriz hidráulica é uma opção razoável. Mas, diante dos problemas ambientais que causa, requer administra-

**Nos próximos 20 ou 30 anos, será necessário transformar todo o sistema energético. Vocês imaginam o que isso significa?**

ção cuidadosa. Já a energia oriunda da biomassa é tão ou mais danosa. Primeiro, porque cortar florestas para cultivar biomassa é uma atitude questionável. Além disso, a terra usada para produzir combustível poderia ser aproveitada para gerar alimentos. Mesmo sendo uma opção possível, o investimento na biomassa para produção de energia também exige cuidado. No futuro talvez precisemos dessa matriz. Porém, não para gerar energia, mas porque é boa opção para produzir plástico e outras matérias-primas. Agora, quando falamos em energia eólica, estamos tratando de um tipo de geração de energia realmente interessante! Seu único perigo é que às vezes alguns pássaros morrem no impacto com as hélices das torres de captação de vento. A tecnologia empregada na produção de energia eólica é amigável. Não requer grandes áreas e permite a instalação de torres em qualquer lugar, podendo-se manter, no entorno, outras atividades, como a agricultura. A última opção, a energia solar é uma tecnologia impressionante, embora mais cara que as demais. No futuro vamos ter muita energia solar. Mas, por enquanto, ao menos até a metade do século, teremos de trabalhar com energia hidráulica (com cuidado), biomassa (com mais cuidado ainda) e eólica (os pássaros que se cuidem). ▶



### **Por questões geográficas, alguns países não teriam dificuldade para produzir energia eólica?**

A maioria tem condições de produzi-la. No Brasil, as condições são excepcionais. E estamos falando de áreas continentais. Mas a energia eólica pode ser explorada também nos oceanos. Até pouco tempo atrás esse recurso era limitado; não podíamos instalar torres em águas com mais de 45 m de profundidade. Hoje temos tecnologia para construir estruturas flutuantes, sem limitação de profundidade.

### **Em todo o mundo o sistema de transporte ainda se baseia na queima de combustíveis fósseis.**

#### **Como o senhor vê isso?**

Não é mais possível continuar usando combustíveis fósseis em nossos carros. Precisamos de alternativas, e elas felizmente existem. Uma das melhores, ao que tudo indica, são os carros elétricos, bem mais eficientes que os carros com motores convencionais. Os veículos hoje usam 20% da energia do combustível para locomoção; os 80% restantes são desperdiçados pelo motor. Em um carro elétrico é o contrário: usam-se 80% para locomoção, e apenas 20% se perdem. Uma conversão radical precisa ser feita nos próximos 30 anos. Estudamos algumas projeções referentes a custos e lançamos duas perguntas. Primeira: temos fontes energéticas suficientes? A resposta é sim. Segunda: explorá-las custaria mais caro do que aproveitar as fontes usadas hoje? A resposta é não. Mas, naturalmente, teríamos de jogar fora toda a tecnologia atual de geração de energia, investindo nas novas. Seria um investimento alto em curto período de tempo. Porém, em seguida, não haveria mais custo para a obtenção de combustível. Usando energia solar e eólica, sairia praticamente de graça após a recuperação do investimento. Tudo viria de fontes que a natureza nos fornece gratuitamente.

### **A Europa estuda a possibilidade de reduzir para zero as emissões de CO<sub>2</sub> até 2020. Isso é possível?**

Essa discussão tem sido feita por membros do Partido Verde e alguns outros idealistas. Isso não me parece viável. Mas a Europa tem um plano interessante e plausível. Pretendemos trabalhar com captação e geração de energia solar em um sistema de espelhos que concentram raios do sol, criando alta temperatura. É uma tecnologia promissora, que infelizmente não pode ser aplicada na Europa central por falta de condições luminosas adequadas. A ideia então é instalar esses aparatos no norte da África. Em seguida transportaríamos a energia para o continente europeu via cabos de alta tensão instalados sob o mar Mediterrâneo, o que é relativamente simples. Já temos essa tecnologia (a mesma usada pelo Brasil em Itaipu), e os custos não são altos. A dificuldade são os trâmites

políticos desse processo, que é complicado por envolver vários países. As linhas de transmissão sairiam da África e passariam pela Espanha, França, Alemanha, Suíça etc. Uma parte dessa super-rede elétrica já está sendo planejada no mar do Norte para integrar o continente às fazendas de energia eólica que estão em construção no oceano pela Alemanha, Inglaterra, Noruega, Dinamarca e Suécia. Será a primeira parte dessa grande rede, que se estenderá para a Europa meridional e, finalmente, até a África.

### **Na Alemanha, quais as principais conquistas quanto a políticas energéticas?**

Um bom começo foi a aprovação da chamada 'lei da energia renovável', que alcançou bastante sucesso e está sendo 'copiada' por mais de 30 países, entre os quais França, Itália, Espanha e China. A lei prevê uma tarifa especial, mais alta, garantida pelo governo por 20 anos, para a eletricidade produzida a partir da matriz solar, eólica, hidráulica ou biomassa. O investidor, ao aplicar recursos em tecnologias renováveis, está seguro de que poderá amortizar seus investimentos, pois conseguirá vender seu produto a bom preço, com garantia do governo. Além disso, esse investidor tem fácil acesso a crédito nos bancos. Isso é realidade na Alemanha. Começamos há cerca de 10 anos, e agora outros países seguem nossos passos.

### **Uma lei como essa mexe com interesses corporativos do setor energético. Como foi sua aceitação?**

No início os empresários do setor tentaram impedir a aprovação da lei, mas depois aprenderam a tirar vantagem dela. Ela funciona bem em relação à produção de energia eólica, que exige investimentos muito altos, às vezes inviáveis para agentes privados. Estes passaram então a se beneficiar da lei também. No final, todo mundo saiu ganhando.

### **Os cidadãos alemães não se importam em pagar mais pela energia elétrica?**

Cerca de 90% dos alemães estão convencidos de que precisamos de mais energias renováveis. Então não se importam em pagar poucos euros a mais todo mês por energia elétrica. Só um segmento ficou insatisfeito: as indústrias que precisam de grande quantidade de eletricidade. O argumento é que, diante de preços tão altos, a produção cairia, e, para garantir os lucros, seria preciso deslocar-se para a China ou outro lugar mais vantajoso. Como o argumento era razoável, os parlamentares abriram uma exceção: para essas indústrias, a tarifa não se alteraria.

### **Como o setor empresarial se comporta diante do novo paradigma energético?**

Há alguns anos as indústrias não acreditavam que



estávamos em uma situação ecológica delicada. Mas agora todos estão mais conscientes e convencidos de que devem participar do esforço de conversão para energias renováveis. E, no fundo, sabem que poderão lucrar com a nova oportunidade.

**Quem deve gerir os recursos energéticos: o Estado ou a iniciativa privada?**

Creio que o setor privado possa investir em unidades de produção. Mas as grandes redes de infraestrutura devem ficar nas mãos do governo. Esse modelo parece funcionar bem.

**Em termos de emissão de CO<sub>2</sub>, que países se destacam positivamente?**

Depende de como medimos as emissões: se por país ou *per capita*. Assim, poderíamos concluir que um país bastante ecológico é Burkina Faso, na África. Mas o país emite pouco CO<sub>2</sub> (menos de duas toneladas/ano, como outras nações pobres) porque seu desenvolvimento é limitado. Na União Europeia, nos Estados Unidos e no Japão, emitem-se mais de cinco toneladas de CO<sub>2</sub> *per capita*/ano. Estudos feitos no Instituto Fraunhofer indicam o total de emissões de CO<sub>2</sub> que o planeta poderá suportar até 2050: 50 gigatons [50 bilhões de toneladas]. Se dividimos esse valor pela população mundial, cada indivíduo tem direito de emitir cerca de 100 toneladas de CO<sub>2</sub> até 2050. Analisando as emissões atuais, vê-se que os norte-americanos emitem 20 toneladas *per capita*/ano; portanto, em cinco anos estariam 'falidos'. Os alemães emitem 10. Precisamos então achar soluções. Os norte-americanos pouco podem fazer, pois é impossível reduzir suas emissões para perto de zero nos próximos anos. Decidiram então comprar o direito de emissão de outros países, o que está levando à criação de um grande mercado para o futuro. A estratégia é questionável, mas é uma estratégia.

**Como o senhor avalia o desempenho energético do Brasil?**

Nas discussões que tenho acompanhado aqui, percebe-se uma esperança de crescimento das energias renováveis, e o país tem potencial para desenvolvê-las. O rendimento obtido pela cana-de-açúcar, por exemplo, é no mínimo cinco vezes maior que o dos biocombustíveis em voga na Alemanha. Mas isso não é suficiente para a grande transformação. A biomassa jamais dará conta de toda a demanda energética. O Brasil precisa alterar sua infraestrutura energética e investir na conversão dos sistemas convencionais, o que significa apostar em veículos elétricos e dar mais espaço às energias sustentáveis. Porém, no momento, não vejo muitas ações nesse sentido por aqui. O país investe em bioenergia e em hidrelétricas,

## As indústrias estão mais conscientes e convencidas de que devem participar do esforço de conversão para energias renováveis

mas despreza a energia eólica, apesar de seu enorme potencial para o desenvolvimento dessa matriz.

**O que o senhor acha do biodiesel?**

O assunto já foi bastante discutido na Europa. Hoje sua produção está se reduzindo na Alemanha, pois seu impacto não foi considerado benéfico. Embora seja menos poluente, a emissão de CO<sub>2</sub> ainda é considerável. Analisando fatores como custo de produção, custo de conversão de motores e eficiência, não há grandes vantagens. É preciso lembrar que o biodiesel só se aplica a veículos automotivos. A opção é válida a curto prazo; a longo prazo, não vejo chance alguma para os biocombustíveis nem para qualquer tipo de combustível fóssil.

**Como os países exportadores de petróleo se posicionam nessa discussão?**

Alguns já entenderam que precisam se preparar para o tempo em que o petróleo não esteja no centro da produção de energia. Um exemplo é Abu Dabi [um dos sete emirados árabes], que está construindo uma cidade inteira projetada para não emitir gases-estufa e ser totalmente sustentável. Toda a energia virá do sol e da biomassa. O investimento é grande, mas eles têm recursos para isso.

**Qual o papel da educação nesse novo paradigma?**

Não é suficiente discutir as novas tecnologias. Paralelamente, é preciso educar os agentes responsáveis pelas mudanças, como engenheiros e arquitetos.

**O que o cidadão comum pode fazer?**

Não muito. Mas, ao construir sua casa, pode optar por um sistema energético sustentável; ao comprar um carro, escolher o mais eficiente. A principal atitude, no entanto, é votar nos políticos certos. Eles estão no meio de uma grande batalha de interesses. Se um parlamentar quiser fazer uma lei para reestruturar o sistema energético de seu município, quem ele irá consultar? O Partido Verde? Um ambientalista? Um professor universitário? Ou os empresários do setor energético? Normalmente ele consulta esses últimos e acaba recebendo orientações equivocadas. Aliás, ele pode ser mal orientado inclusive por nós, pesquisadores. ■



# E assim caminha a ciência...



**Franklin Rumjanek**

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

**E**m recente encontro sobre a questão do ‘empreendedorismo’ na universidade, voltou à tona o debate sobre a pesquisa científica básica *versus* a pesquisa aplicada, com as virtudes e os pecados de cada uma. Nada disso é novo, mas esse tópico ressurgiu com regular periodicidade. Os partidários da pesquisa básica alegam que a ciência deve ser justificada apenas pela própria ciência. Já os pesquisadores que se motivam pela busca de uma solução objetiva para um determinado problema argumentam que esse é o verdadeiro fulcro da ciência.

De fato, é esse último lado da ciência que tem apelo para a sociedade, que em geral vê o cientista como o agente que deve trazer – e traz – soluções para questões comunitárias, em especial as de cunho técnico. Para os adeptos da pesquisa básica, os outros são inventores, uma estirpe não pura de cientistas que se contaminaram com o que é considerado uma demanda um tanto ‘pedestre’. Um exemplo eloquente é o de Thomas Edison, inventor norte-americano sem rival, bem-sucedido comercialmente, que até hoje não é unanimemente aceito entre os altivos pensadores. É possível que Edison também seja encarado com reserva por não ter tido uma educação formal (na verdade, teve de deixar a escola devido a dificuldade de aprendizagem).

Ao que consta, a necessidade ou tendência de estabelecer níveis hierárquicos é histórica. Antes dessa divisão, a querela era outra. Na Grécia antiga, por exemplo, na época dos grandes filósofos, que deixaram uma profunda impressão no pensamento contemporâneo, desprezava-se a experimentação. A ideia de testar uma hipótese por meio de experimentos era tida como não nobre, algo questionável e reprovável. O que importava era exercitar a dialética e esgotar o assunto usando tão somente a retórica.

Essa postura, felizmente, caiu em desuso com o tempo, graças talvez ao matemático e físico Arquimedes de Siracusa, adepto ferrenho da experimentação, que contribuiu enor-

memente para a ciência, tendo sido inspirado principalmente por questões práticas. Entre seus legados estão a teoria das alavancas, a determinação do centro de gravidade, a estatística, e seu princípio mais famoso, o estudo da gravidade específica – o nome ‘princípio de Arquimedes’ ainda é usado. Por essa e outras influências, o método científico exige hoje que uma teoria só seja sacramentada depois de testada experimentalmente.

Algum fiel da balança pode indicar para qual polo tende a verdade? Para tentar encontrar uma resposta, devemos antes perguntar qual é, atualmente, o indicador supremo, global e incontestável de qualidade científica? Que comenda consagra e imortaliza seus vencedores? Ninguém duvida que o prêmio Nobel seja esse marco. O próprio Alfred Nobel, criador da Fundação que leva o seu nome, distinguiu-se por ter inventado a dinamite – e isso já é um sinal favorável à ciência aplicada. Assim, quem tiver curiosidade e paciência pode examinar a lista dos prêmios, desde 1901, nas diversas categorias (ver [http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/](http://nobelprize.org/nobel_prizes/)).

Esse exame sem dúvida revelará que muitos prêmios (em física, química, medicina e, em muitos casos, economia) foram concedidos claramente em razão do nível de aplicação prática. Outro indicador interessante está nos editais recentes de agências como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e as várias fundações estaduais de amparo à pesquisa. Um grande número dessas chamadas conclama os cientistas a encontrarem a cura para diversas endemias e outras doenças degenerativas e também para melhorar a economia do país e a sua autossustentação por meio de melhoramento animal e vegetal.

Desse modo, não deve surpreender que é assim que caminha a ciência. Vale enfatizar que é a ciência aplicada que em última análise confere poder a uma nação. Na época em que portugueses, espanhóis e ingleses dominavam o mundo, só o faziam porque conheciam a arte da navegação, tecnologia que hoje não emociona ninguém, mas que na época dividiu o mundo em colonizadores e colonizados. ■

A sociedade vê o cientista como o agente que deve trazer soluções para questões comunitárias





Tecnologias que unem pessoas, independentemente da distância entre elas; medicamentos que salvam vidas e diminuem o sofrimento; entendimento profundo dos mecanismos do envelhecimento e como isso ajuda a combater doenças; cooperação e entendimento em prol da coletividade; diminuição das tensões internacionais; a língua como elemento libertador e de resistência à opressão...

Soa como se o mundo fosse melhor, não?

As temáticas premiadas este ano parecem reforçar a ideia de que ciência e arte podem (e devem) ser promotoras

do bem-estar geral – caso essa hipótese tenha fundamento, seria assunto para sociólogos e cientistas políticos investigarem se as águas do politicamente correto já respingam na soleira dos comitês de premiação.

As categorias Física e Química, incumbências da Real Academia Sueca de Ciências (RASC), reforçam a importância da ciência básica: resultados que saltam das bancadas dos laboratórios vêm mudando – para melhor – o cotidiano de boa porção do planeta. Exemplos: fibras ópticas; sensores para a tecnologia digital; antibióticos mais eficientes e com menos efeitos colaterais...

O Nobel de Fisiologia ou Medicina, a cargo do Instituto Karolinska, foi para as pesquisas que revelaram como as ‘pontinhas’ dos cromossomos ajudam a entender o envelhecimento e a lutar contra o câncer e doenças parasitárias.

Este ano, a categoria Economia, outra tarefa da RASC, parece ter resgatado a dimensão mais terrestre dessa ciência, ao premiar pesquisas que mostraram que nem o mercado é a única (e melhor forma) de organizar a cooperação, nem o privado o modo mais eficiente de gerir recursos.

Cooperação internacional para superar conflitos mundiais foi a razão alegada pelo Comitê Norueguês do Nobel para dar o prêmio para (mais) um presidente norte-americano. É uma aposta muito mais no que Barack Obama promete fazer do que naquilo que tenha feito até agora.

É comum que regimes opressores – independentemente de ideologia e/ou religião – façam da língua instrumento de dominação. A literatura de Herta Müller, agraciada pela Academia Sueca [de Literatura], mostra esse processo de apropriação (tanto pelo subjugado quanto pelo subjugador) e a busca por resistência – no caso, ao regime stalinista – por meio das palavras. Em tempo: é dever registrar aqui a morte recente de John Updike (1932-2009), que se foi sem esse prêmio. Seu nome soma uma unidade à lista de injustiçados.

Temos certeza de que a leitura será das mais agradáveis e instrutivas, dada a qualidade da equipe de pesquisadores mais uma vez reunida pela *CH*.

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



NOBEL DE FÍSICA

## Do laboratório para o dia a dia

**A**s últimas décadas foram marcadas por acontecimentos que realmente mudaram nosso dia a dia. Vamos nos ater ao caso emblemático: a internet, que veio para ficar e faz parte do cotidiano de parte significativa da população mundial.

Mas o que possibilitou essa revolução nas comunicações planetárias? Um dos principais motivos: descobertas que aumentaram a taxa de transmissão de dados e facilitaram a gravação de imagens na forma eletrônica. O

Nobel de Física deste ano reconhece o mérito dessas mudanças, ao premiar os responsáveis pelo desenvolvimento de tecnologias que levaram ao aprimoramento de sistemas ópticos e optoeletrônicos. Como em anos anteriores, o prêmio foi dividido em dois: Charles Kao o ganhou pelo desenvolvimento das fibras ópticas modernas; William Boyle e George Smith o receberam pela criação do CCD (sigla, em inglês, para dispositivo de carga acoplada), sensor que hoje é a 'alma' das câmeras de fotografia e filmadoras digitais.

Fica clara a importância da fibra óptica quando olhamos para a história da indústria da comunicação. Desde 1876, quando o escocês Alexander Graham Bell (1847-1922) inventou o telefone, a demanda pelo aumento da troca de informação não parou de crescer. No início, a voz era convertida em onda elétrica, que viajava por um fio até chegar ao telefone do ouvinte. Para cada conversa, era necessário um fio. Cinco anos após sua invenção, o telefone foi comercializado, e o rápido crescimento do número de linhas trouxe um grande problema: não havia como passar tantos fios pelas cidades.

O caminho que nos trouxe daquele cenário até hoje foi assentado sobre avanços e descobertas. Uma das mais significativas: a possibilidade de substituir o fio que transmite uma onda elétrica (ou seja, eletricidade) por uma fibra que transmite ondas luminosas (isto é, luz). Em tempo: fibra óptica é um fio estreito, feito de sílica fundida, material transparente, parecido com o vidro.

Essa mudança aumentou enormemente a quantidade de informação transmitida em relação aos cabos elétricos, por permitir utilizar ondas de frequências (oscilações por segundo) muito





maiores: quanto maior a frequência, mais informação pode ser transmitida no mesmo intervalo de tempo. Outro aspecto importante foi o econômico: fibras ópticas são muito mais baratas que cabos elétricos (geralmente, de cobre).

O princípio físico que mantém a luz 'presa' em uma fibra óptica é a reflexão interna total da luz, o mesmo efeito que ocorre quando estamos debaixo da água e tentamos olhar para a superfície: só conseguimos ver através da água se olharmos diretamente para cima. Para qualquer outra direção que olharmos, a superfície da água parece um espelho, que impede a luz de escapar da água (ou, no caso, da fibra óptica).

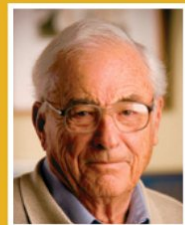
Na prática, para que essas fibras pudessem ser usadas, elas teriam que ser excelentes condutoras de luz. Porém, nas primeiras fibras ópticas, apenas 1% da luz transmitida chegava ao destino depois de percorrer 20 m de fibra. Em 1966, Kao liderava um pequeno grupo de pesquisadores do STL (sigla inglesa para Laboratórios Padrão de Telecomunicações), no Reino Unido, onde investigava propriedades básicas das fibras ópticas para telecomunicação. Naquele ano, o grupo publicou artigo em que previa alta transmissão em fibras com dimensões específicas e feitas com materiais extremamente puros. Estudos posteriores de Kao e colegas concluíram que a sílica fundida era excelente candidato para a fabricação de fibras ópticas com alta taxa de transmissão de luz. Esses estudos inspiraram vários físicos. Hoje, esse tipo de fibra é tão eficiente que mais de 95% da luz são transmitidos após a propagação de 1 km!

Para entender a importância da invenção do CCD, basta lembrar que, hoje, a fotografia é digital. E isso graças a esse dispositivo. No final da década de 1960, Boyle e

**Charles K. Kao** ▶ Nascido em Xangai (China), em 1933, tem cidadania britânica e norte-americana. Doutor em engenharia elétrica (1965) pela Universidade de Londres. Atualmente é diretor de engenharia dos Laboratórios Padrão de Telecomunicação, em Harlow (Reino Unido), e professor aposentado na Universidade Chinesa de Hong Kong.



WIKIPEDIA



© NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING

**Willard S. Boyle** ▶ Nascido em Amherst (Canadá), em 1924, tem cidadania norte-americana. Doutor em física (1950) pela Universidade McGill (Canadá). É diretor executivo da Divisão de Ciências da Comunicação dos Laboratórios Bell em Murray Hill (Estados Unidos).

**George E. Smith** ▶ Nasceu em White Plains (Estados Unidos), em 1930. Doutor em física (1959) pela Universidade de Chicago (Estados Unidos). É chefe do Departamento do Dispositivo de Integração em Escala Muito Grande dos Laboratórios Bell.



© NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING

Smith desenvolveram nos Laboratórios Bell (Estados Unidos) dispositivo que transformava uma imagem em uma série de pulsos elétricos capazes de reconstruir o que havia sido 'fotografado'.

Em um CCD, a imagem é formada inicialmente sobre uma superfície semicondutora, material que é capaz de criar cargas elétricas em resposta à luz incidente. Inicialmente, a dificuldade estava em retirar essa carga de forma ordenada. A dupla, porém, desenvolveu uma solução engenhosa: uma série de diminutos fios (eletrodos) formava uma matriz de pequenas células dispostas em linhas e colunas sobre a superfície semicondutora. Variando a voltagem (tensão elétrica) sobre essas células (hoje, chamadas de *pixels*), as cargas eram retiradas em fila, uma coluna após a outra. Essa invenção usou as propriedades de uma importante tecnologia então recém-inventada: MOS (sigla, em inglês, para metal-óxido-semicondutor). Tamanhos típicos dos *pixels* atuais são de 10 microns (10 milésimos de milímetro), e

alguns sistemas podem tirar fotografias com resolução de até 5 *gigapixels* (5 bilhões de *pixels*).

A comunicação global via internet é baseada em fibras ópticas conectando cidades, países e continentes. Câmeras usadas em celulares e computadores, bem como filmadoras, estão por toda parte, capturando imagens do cotidiano e até de outras galáxias. E essas imagens viajam o mundo através das fibras ópticas...

Essas duas grandes invenções modificaram de forma definitiva a vida moderna, inserindo-nos em uma era em que imagens e informações estão disponíveis nos quatro cantos do planeta. E isso, vale lembrar, nasceu da curiosidade desinteressada de pesquisadores sobre como a natureza se comporta. Ou seja, são filhas da ciência básica.

#### **Maurício Pamplona Pires**

*Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Nanodispositivos Semicondutores e Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro*



# As 'pontinhas' dos cromossomos

**Q**uando eu estava escolhendo o tema de pesquisa para meu pós-doutorado, não tinha ideia do presente que a vida me reservava. Na época, era professora visitante na Universidade Federal de São Paulo e havia finalizado meu doutorado poucos meses antes. Meu desafio: escolher um tema científico importante e inédito para dar início à minha futura linha de pesquisa quando retornasse do pós-doutorado ao Brasil.

Um colega professor de bioquímica da Universidade Purdue (Estados Unidos) me indagou por que eu não tentava aprofundar os trabalhos que já vinha desenvolvendo sobre a estrutura dos telômeros (as diminutas pontinhas dos cromossomos que se parecem com as pontas dos cadarços de calçados) de parasitas patogênicos. Foi ele quem me apresentou a pesquisa que Elizabeth Blackburn estava fazendo sobre a replicação dos telômeros e a descoberta da enzima responsável por esse processo, a telomerase. Naquela época, disse meu colega, Blackburn já era uma das mais brilhantes, conceituadas e respeitadas cientistas da área da genética molecular nos Estados Unidos. E acrescentou: trabalhar como pós-doutor no laboratório dela, na Universi-

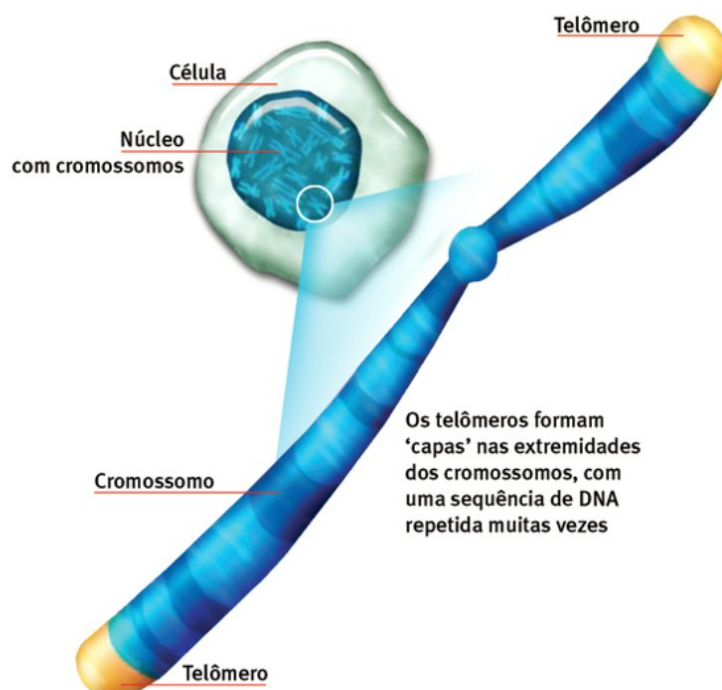
dade da Califórnia, em São Francisco (Estados Unidos), seria oportunidade única na carreira de qualquer cientista. Mas alertou: a concorrência por uma vaga lá era grande.

Empolguei-me com a ideia e me candidatei a uma vaga: seria a chance de expandir e aprofundar meus conhecimentos; além disso, se encaixava perfeitamente com minha meta profissional de conseguir tema inédito para minha futura linha de pesquisa.

Depois de três meses, recebi a resposta: Blackburn me aceitava como pós-doutora em seu laboratório. Foi uma belíssima oportunidade de conhecer de perto o trabalho de uma equipe de mais de 15 pesquisadores – na época, estudando diferentes aspectos da biologia dos telômeros de vá-

rios organismos (de leveduras a humanos). Lá, tive a chance de perceber a magnitude das descobertas pioneiras dela, bem como de Jon Szotack e de Carol Greider, que dividiram o Nobel deste ano com Blackburn. E parece que não só eu e os demais pesquisadores que por ali passaram, mas também um imenso universo acadêmico que se interessa por pesquisa básica e aplicada nas áreas de câncer, envelhecimento e proliferação celular se deram conta da importância dos estudos sobre telômeros.

As descobertas pioneiras de Blackburn e Szotack sobre a estrutura do DNA nos telômeros de protozoários ciliados desencadearam uma avalanche de artigos de diferentes autores, mostrando que esse material genéti-





co é formado por sequências repetitivas de 'letrinhas' (nucleotídeos) que são conservadas na maioria dos organismos eucariotos (aqueles com núcleo celular rodeado por membrana, compreendendo a esmagadora maioria dos seres vivos). Poucos anos depois, a descoberta de Blackburn e Greider sobre a telomerase (enzima que mantém os telômeros intactos) quebraria um dogma da biologia: o de que existe uma maquinaria especial que restabelece as pontinhas dos cromossomos, permitindo assim que, a cada ciclo de divisão celular, não ocorram perdas de porções importantes de DNA (por exemplo, genes) a partir das extremidades dos cromossomos.

Segundo o Instituto Karolinska (Suécia), responsável pela escolha anual dos laureados, os três receberam o prêmio por "descobrirem como os cromossomos podem ser copiados por completo no momento da divisão celular e como eles são protegidos da degradação". Porém, a meu ver, o prêmio deveria ter sido dado ao conjunto da obra desses três cientistas, pois as contribuições deles não pararam por aí. Exemplo: foi a partir da chamada hipótese telomérica, proposta por Greider e o bioquímico canadense Calvin Harley, em 1990, que se mostrou, pela primeira vez, que a degradação dos cromossomos pelas pontas é um evento natural das células que entram em processo de envelhecimento. Esses achados confirmaram hipótese da década de 1970 segundo a qual a ausência de replicação do DNA telomérico poderia ser responsável por limitar a capacidade replicativa das células e por levar à perda de genes nessa região.

Greider e Blackburn foram além. Seus estudos posteriores mostraram que a telomerase é um complexo formado por uma

**Elizabeth H. Blackburn** ▶ Nascida em Hobart, na Tasmânia (Austrália), em 1948, tem cidadania norte-americana. Doutora em 1975 pela Universidade de Cambridge (Inglaterra). É professora de biologia e fisiologia desde 1990 na Universidade da Califórnia, em São Francisco (Estados Unidos).



**Carol W. Greider** ▶ Nasceu em San Diego (Estados Unidos), em 1961. Doutora em 1987 pela Universidade da Califórnia, em Berkeley (Estados Unidos). Professora da Escola de Medicina da Universidade Johns Hopkins, em Baltimore (Estados Unidos).

**Jack W. Szostak** ▶ Cidadão norte-americano, nasceu em Londres (Inglaterra) em 1952 e cresceu no Canadá. Doutor em bioquímica (1977) pela Universidade Cornell, em Nova York (Estados Unidos). Professor de genética na Escola Médica Harvard desde 1979, também é pesquisador do Hospital Geral de Massachusetts, em Boston (Estados Unidos).



© HOWARD SOCHUREK/CORBIS/LATINSTOCK



GERBIL, LICENSED BY ATTRIBUTION SHARE Alike 3.0

proteína e um componente RNA que têm funções específicas. As duas pesquisadoras desvendaram a estrutura desse RNA, e, com auxílio de camundongos geneticamente modificados para não expressarem a telomerase, Greider iniciou pesquisas pioneiras nas áreas do desenvolvimento celular e do câncer. Ela mostrou, por exemplo, que: i) a ausência do RNA que forma a telomerase leva ao envelhecimento precoce dos animais e à infertilidade; ii) a superexpressão (tipo de produção exagerada) da proteína da telomerase – ou da própria telomerase – leva à imortalidade de alguns tipos de células (por exemplo, as que dão origem à pele humana) em cultura, aumentando, porém, a probabilidade de elas se transformarem em tumores.

Por outro lado, forçar artificialmente a produção da proteína que forma a telomerase em células nas quais o gene para essa enzima está 'desligado' – como em algumas células-tronco adultas em estado latente – pode levar a um melhor funcionamento

celular, bem como ao aumento do desempenho do tecido como um todo, mostrando que essa proteína tem propriedades para além do âmbito dos telômeros.

Esses e outros resultados mostram, portanto, que disfunções nos telômeros, bem como na telomerase, estão ligadas a várias doenças (principalmente àquelas relacionadas ao envelhecimento) e que procedimentos terapêuticos que tenham como alvo essa maquinaria podem um dia levar à cura dessas doenças (a do câncer, por exemplo).

A partir desses marcos, pesquisas nessa área estenderam-se a outras fronteiras, como sobre a viabilidade das células-tronco e a compreensão de mecanismos de virulência e proliferação de parasitas patogênicos.

Enfim, prêmio mais do que merecido.

#### **Maria Isabel Nogueira Cano**

*Departamento de Genética,  
Instituto de Biociências,  
Universidade Estadual Paulista  
Júlio de Mesquita Filho  
(Botucatu, SP)*



# Nem mercado, nem privado... necessariamente



**O**liver Williamson e Elinor Ostrom foram agraciados com o Nobel de Economia deste ano pelo trabalho que realizaram no estudo da governança econômica. Mas o que é governança econômica?

Uma estrutura de governança econômica é o conjunto de regras que as pessoas adotam para cooperar no desenvolvimento de certa atividade econômica. Por exemplo, o mercado é um tipo particular de estrutura de governança: nele, as pessoas vendem e compram bens e serviços e, com isso, cooperam entre si para o sucesso de suas atividades econômicas.

Por muito tempo, os economistas deram atenção somente

ao mercado como forma de cooperação no sistema econômico. Mas, em 1937, Ronald Coase, Nobel de Economia de 1991, publicou o artigo *The nature of the firm* (*A natureza da firma*). Nesse trabalho, observava a existência de custos quando se recorre ao mercado – custos que Coase chamou custos de transação. Esse conceito, porém, permaneceu pouco explorado até a década de 1970, quando Williamson o tomou e o aprofundou e, a partir dele, elaborou o conceito de estruturas de governança.

Williamson discutiu quais as condições para que os custos de transação fossem importantes em relação ao valor da transação. Em transações simples, somos

capazes de elaborar acordos e contratos que prevejam todas as eventualidades que podem afetar a transação – e, assim, a transação em si não envolverá dificuldades. Mas, nos casos em que a transação é complexa e apresenta elevada incerteza, nossas limitações para acumular, processar e transmitir informações nos impedem de fazer contratos ou acordos que antecipem tudo o que pode vir a afetá-la. O resultado disso é que ficamos vulneráveis a manipulações oportunistas pela nossa contraparte na transação.

Mas, caso haja competição entre os agentes que podem ser nossa contraparte na transação, não haverá problema: a simples



possibilidade de substituir uma contraparte que suspeitemos manipular informações pode ser suficiente para inibir esse comportamento. Podemos ilustrar isso com um exemplo simples. Se a mecânica de um automóvel for simples, sem nenhuma especificidade, o fato de seu proprietário não entender de mecânica não será problema, pois, se acreditar que uma oficina não está agindo corretamente, bastará procurar outra, pois haverá muitas delas capazes de consertar o veículo.

Mas, segundo Williamson, se a transação envolve ativos específicos, isso não é mais possível. Ativos específicos são aqueles elaborados especificamente para dada transação, seja por suas características físicas especiais, seja por se destinarem a uma localização específica etc. Por exemplo, a rede de gás encanado que chega até nossas casas é um ativo específico: ela não tem nenhuma utilidade além de levar o gás para as nossas residências. Outro exemplo: uma barragem hidrelétrica em um rio também não tem outra utilidade a não ser utilizar aquelas águas para gerar energia elétrica.

Portanto, com a presença de ativos específicos, não é mais possível usar a ameaça da competição para inibir um comportamento manipulador. É preciso elaborar uma estrutura de governança que: i) reduza os conflitos, limitando as possibilidades de oportunismo entre as partes; ii) incentive a cooperação harmoniosa. Franquias, contratos de fornecimento de longo prazo, *joint ventures* etc., além de empresas e mercados, foram algumas das estruturas de governança estudadas por Williamson. Para ele, mercados não são a única, nem a melhor forma de se organizar a cooperação – o tipo de estrutura de governança mais

**Elinor Ostrom** ▶ Nasceu em Los Angeles (Estados Unidos), em 1933. Doutora em ciências políticas (1965) pela Universidade da Califórnia, em Los Angeles. Professora na Universidade de Indiana (Estados Unidos) e diretora fundadora do Centro para o Estudo da Diversidade Institucional da Universidade do Estado do Arizona (Estados Unidos).



TOM KLEINONST/MBL

**Oliver E. Williamson** ▶ Nasceu em Superior (Estados Unidos), em 1932. Doutor em economia (1963) pela Universidade Carnegie Mellon, em Pittsburgh (Estados Unidos). Professor emérito de Negócios, Economia e Direito da Escola de Graduados, da Universidade da Califórnia, em Berkeley (Estados Unidos).



COLUMBIA UNIVERSITY

adequado dependerá das características da transação: nível de incerteza, complexidade, grau de especificidade dos ativos etc. Segundo Williamson, o mercado é a estrutura de governança adequada apenas para as transações mais simples, em que os ativos não são específicos.

Para entendermos a contribuição de Ostrom, temos de conhecer a chamada ‘Tragédia dos Comuns’, apresentada pelo biólogo norte-americano Garrett Hardin (1915-2003) na década de 1960. Esse dilema é a tese de que, se recursos naturais não forem apropriados privadamente, mas, sim, de forma coletiva, serão fatalmente explorados de forma predatória e exauridos. Para entender como isso ocorreria, imagine um pasto que fosse explorado por uma comunidade de camponeses para alimentar suas vacas. Cada vaca que um camponês traz ao pasto reduz a quantidade de alimento de que as demais dispõem. Mas, como isso é um efeito negativo para as vacas dos outros camponeses, cada camponês individualmente não se preocuparia com isso. O resultado é que ninguém se importaria em considerar o efeito das vacas adicionais sobre as que já estão

pastando, o que levaria a um número excessivo de vacas e ao total esgotamento do pasto.

A ‘Tragédia dos Comuns’ afirma, então, que a única solução seria substituir a propriedade coletiva pela propriedade privada, pois o proprietário consideraria o efeito de cada vaca adicional sobre o pasto das demais – já que todas as vacas pertenceriam a ele. Ostrom, contudo, mostrou que isso não é necessariamente verdade. Há vários fatores afetando a questão, e há casos de comunidades que desenvolveram normas e convenções que permitiram a utilização adequada dos recursos em comum. Ostrom verificou empiricamente que a governança coletiva dos recursos comuns pode ser viável.

Desse modo, os economistas que foram agraciados com o Nobel deste ano mostraram que nem o mercado é a estrutura de governança necessariamente mais adequada para promover a cooperação, nem a propriedade privada, a forma de propriedade necessariamente mais eficiente.

#### Ronaldo Fiani

*Núcleo de Estudos Internacionais,  
Universidade Federal  
do Rio de Janeiro*



# Mais cooperação, menos conflito

**A**o longo do último século, o Comitê Norueguês do Nobel, responsável pela atribuição do prêmio na categoria Paz, laureou lideranças da sociedade civil, intelectuais, responsáveis por organizações internacionais e nacionais dedicadas a causas humanitárias – e, muitas vezes, as próprias organizações –, bem como chefes e ex-chefes de estado ou de governo. Este ano, o premiado é Barack Obama, atual presidente dos Estados Unidos.

O presidente norte-americano Barack Obama, embora ainda não tenha obtido resultados concretos em sua política internacional, ganhou, com o Nobel da Paz, um apoio importante às suas posições

Dos 90 prêmios pela Paz concedidos até hoje, pelo menos uma dúzia destinou-se a pessoas públicas que eram ou haviam sido presidentes ou primeiros-ministros (quatro deles, presidentes dos Estados Unidos). Desde 2002, dos oito prêmios concedidos, metade foi recebida por dois ex-presidentes, um ex-vice-presidente e um presidente no cargo. Posições de governo, especialmente de países influentes nas relações internacionais, oferecem condições e oportunidades para promover acordos de

paz, conferências, tratados, entre outras iniciativas que justificam indicações para o Nobel da Paz.

A premiação deste ano causou surpresa. Motivo: Obama está no cargo há menos de um ano (tomou posse em janeiro), intervalo de tempo curto para que sua contribuição para a paz mundial pudesse ser avaliada com base em resultados concretos. O comunicado oficial do Comitê Nobel destaca três razões fundamentais para a premiação: i) a defesa dos fóruns multilaterais, como a Organização das Nações Unidas (ONU), como espaço privilegiado para resolver conflitos internacionais; ii) o compromisso com a redução dos arsenais nucleares e com a não-proliferação dessas armas; iii) o enfrentamento das mudanças climáticas como prioridade da política externa de seu país.

Em termos mais gerais, o comitê destacou que o prêmio é uma manifestação de apoio e incentivo a um líder que “mudou o ambiente da política internacional” e que defende princípios e valores reconhecidos pela maioria da opinião pública mundial.

REUTERS/KEVIN LAMARQUE/FILES

**Barack Obama** ▶ Nasceu no Havaí (Estados Unidos), em 1961. Estudou direito na Universidade Harvard (Estados Unidos). Eleito presidente dos Estados Unidos em novembro de 2008, assumiu o cargo em janeiro deste ano.





Apesar de as razões acima serem relevantes para a paz, muitos ainda se perguntam por que entregar um prêmio tão importante para uma personalidade que ainda não teve a oportunidade de mostrar, efetivamente, seu valor como promotor da paz. Dois fatores são importantes para tentar responder a essa pergunta. O primeiro: a própria natureza do Nobel da Paz; o segundo: o contexto mais geral das relações internacionais nos últimos 10 anos.

A maioria dos prêmios Nobel se destina ao reconhecimento de avanços importantes em diferentes ramos da ciência. Mas, no caso da Paz, procura-se prestigiar internacionalmente esforços de mediação de conflitos, desarmamento, defesa dos direitos humanos, ajuda humanitária, entre outras ações consideradas essenciais para tornar o mundo mais pacífico. Trata-se, portanto, de um prêmio que tem nítido recorte político e que, talvez, por isso, seja a categoria mais sujeita a polêmicas sobre o mérito dos agraciados. Nesse sentido, o comitê tem mais liberdade para tomar sua decisão, pois pode dar reconhecimento ao trabalho tanto de uma organização, como a Cruz Vermelha, quanto de uma pessoa ao longo de sua vida, como Madre Teresa de Calcutá (1910-1997); ou à participação em um evento pontual, como um tratado de paz, como ocorreu com Henry Kissinger. Em relação a Obama, reconheceu-se sua contribuição para criar um clima mais favorável à diplomacia e à cooperação internacional, bem como se quis apoiar seus esforços para dar nova direção à liderança dos Estados Unidos nos assuntos mundiais.

A premiação de Obama talvez tenha caráter mais político que a de seus antecessores mais recentes – e aqui passo a discutir o segundo fator que pode expli-



REUTERS/CHOI BU-SEOK

car os motivos para a decisão do Comitê Nobel. Trata-se da mudança de direção da política externa norte-americana nos oito anos da administração republicana de George W. Bush e de seu impacto sobre a estabilidade da ordem mundial. Nesse período, os Estados Unidos promoveram a invasão do Iraque com base em decisão unilateral, sem respaldo da ONU e apoiando-se na defesa da doutrina da guerra preventiva – prática extremamente perniciosa à paz internacional. Além disso, retiraram-se do AMB (acordo de limitação de armas antibalísticas), assinado com a antiga União Soviética e considerado elemento de estabilidade na corrida nuclear entre os dois países.

Ao romper esse acordo, os Estados Unidos foram adiante na construção de um 'escudo antimísseis' na Europa, percebido pela Rússia como ameaça direta à sua segurança – Obama já anunciou a decisão de abandonar esse programa e retomou as negociações com os russos para a redução dos arsenais atômicos dos dois países.

Por fim, George W. Bush ficou conhecido por se opor a qualquer acordo para limitar as emissões

de gases de efeito estufa, considerados os principais causadores das mudanças climáticas, fenômeno que mobiliza, cada vez mais, a opinião pública mundial e que foi objeto do Nobel da Paz de 2007, dado ao ex-vice-presidente norte-americano Al Gore.

Em síntese, pode-se dizer que o governo Bush representava, para os eleitores do Nobel, uma ameaça à paz internacional.

O Comitê Norueguês do Nobel, portanto, parece estar premiando o que a eleição de Obama representa como possibilidade de um futuro de mais cooperação e menos conflito nas relações internacionais, uma vez que o novo presidente se compromete com princípios e valores que significam uma redefinição importante da política externa dos Estados Unidos, o país que, ainda hoje, tem peso determinante na definição da ordem internacional.

### João Pontes Nogueira

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

Ativistas sul-coreanos pedem o fim da guerra do Afeganistão durante visita de Barack Obama a Seul, em 19 de novembro último

PEACE



# A fantástica fábrica de proteínas

**E**ste ano, o Nobel de Química foi dado a Venkatraman Ramakrishnan, Thomas Steitz e Ada Yonath, que determinaram a estrutura dos ribossomos em nível molecular e revelaram como esses complexos celulares funcionam.

Os ribossomos produzem proteínas (macromoléculas que controlam a bioquímica de todos os organismos vivos), usando, para isso, a informação genética originalmente fornecida pelo DNA (molécula de ácido desoxirribonucleico, que contém o material genético).

As células de todos os organismos vivos contêm DNA. Ger-

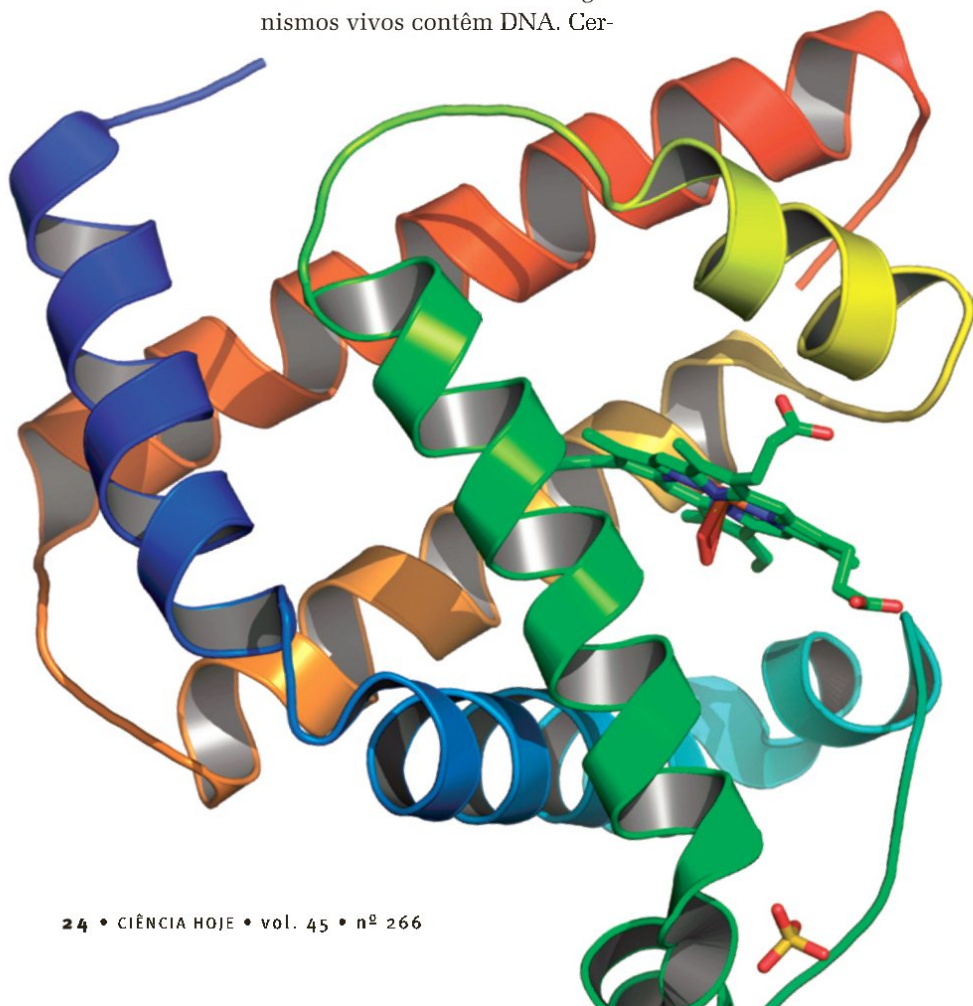
tos segmentos dessa gigantesca molécula, chamados genes, são responsáveis por gerar as informações sobre como devem ser fabricadas as proteínas. São os genes que determinam qual é o tipo do organismo (animal, vegetal, bactéria etc.), qual é sua forma e organização, bem como os elementos necessários para sua manutenção.

Entretanto, as moléculas de DNA simplesmente guardam as informações sobre a vida, não sendo responsáveis por implementá-la – ou seja, o DNA, por si só, não cria a vida. São necessá-

rios, então, outros componentes moleculares para que as informações genéticas fornecidas pelo DNA sejam traduzidas, fazendo as células funcionarem e, portanto, permitindo que um organismo se desenvolva e viva.

As informações genéticas contidas no DNA são transformadas em matéria viva por meio do trabalho dos ribossomos. Com base nessas informações, os ribossomos produzem diversas proteínas, como a hemoglobina e a mioglobina, que transportam e armazenam oxigênio em nosso corpo; anticorpos do sistema imune, que defendem o organismo contra invasores; colágeno e elastina, que dão sustentação à pele; hormônios, como a insulina, que ajuda a ‘queimar’ o açúcar; enzimas responsáveis pela ‘aceleração’ (catalisação) de reações cruciais para nossa sobrevivência etc. Temos dezenas de milhares de proteínas em nosso corpo, todas com funções e atribuições diferentes. Essas proteínas constroem e controlam a vida em nível químico e bioquímico.

Os ribossomos bacterianos (conhecidos como 70S) consistem em duas subunidades: a pequena (30S) e a grande (50S), que têm, respectivamente, pesos moleculares de 800 mil e 1,5 milhão dalton (Da) – só para comparação, o peso de um átomo de carbono é de 12 Da, e o da proteína mioglobina é de 17 mil Da. Ou seja, os ribossomos são gigantescos na escala molecular.





A unidade 30S do ribossomo é formada por mais de 20 proteínas diferentes, e a 50S por mais de 30 delas. Além disso, ambas contêm várias moléculas de RNA ribossomal (material genético, na forma de ácido ribonucleico, presente no ribossomo).

Ramakrishnan, Steitz e Yonath utilizaram a cristalografia de proteínas para determinar as exatas posições de centenas de milhares de átomos que compõem as gigantescas macromoléculas que formam os ribossomos. Para determinar a estrutura desse complexo molecular usando essa técnica – que utiliza raios X e é a única que permite obter informações com definição atômica sobre macromoléculas desse tamanho –, precisamos obter cristais da macromolécula a ser estudada (tecnicamente, diz-se que a macromolécula precisa ser cristalizada). No entanto, essa etapa é muito difícil com os ribossomos, por serem complexos gigantes de RNA e proteína. O trabalho de vários anos de Yonath foi fundamental para encontrar as condições ideais de cristalização dos ribossomos, para que fosse possível a obtenção de cristais das subunidades 30S e 50S que difratassem bem – isto é, que pudessem espalhar adequadamente os raios X, o que permite revelar detalhadamente a estrutura da proteína estudada (assim como uma radiografia nos mostra detalhes internos de nossos corpos).

Mas, para a determinação de estruturas dos ribossomos, ainda era necessário resolver o problema central da cristalografia de proteínas: o chamado problema das fases. O problema das fases pode ser explicado da seguinte maneira: imagine uma orquestra sinfônica composta de vários instrumentos diferentes. Para que o som dessa orquestra saia em

**Venkatraman Ramakrishnan** ▶ Nasceu em Chidambaram (Índia), em 1952. Doutor em física (1976) pela Universidade de Ohio (Estados Unidos). Pesquisador da Divisão de Estudos Estruturais do Laboratório de Biologia Molecular MRC, em Cambridge (Inglaterra).



**Thomas A. Steitz** ▶ Nasceu em Milwaukee (Estados Unidos), em 1940. Doutor em biologia molecular e bioquímica (1966) pela Universidade Harvard (Estados Unidos). Pesquisador do Instituto Médico Howard Hughes da Universidade Yale (Estados Unidos).



**Ada E. Yonath** ▶ Nasceu em Jerusalém (Israel), em 1939. Doutora em cristalografia de raios X (1968) pelo Instituto Weizmann de Ciências (Israel). Diretora do Centro Helen & Milton A. Kimmelman do Instituto Weizmann de Ciências.



harmonia, é preciso que todos os músicos comecem e terminem sua parte em um momento exato, contribuindo, portanto, para uma melodia comum. O problema das fases aplicado a uma orquestra seria justamente a definição da sincronia das participações dos instrumentos individuais na melodia comum. Da mesma maneira, o resultado da difração dos raios X tem que ser ‘colocado em harmonia’, para que se possam calcular as posições dos átomos na macromolécula em estudo.

Nesse sentido, foram cruciais os trabalhos de Steitz e Ramakrishnan. A determinação das fases permitiu a eles obter estruturas de subunidades 50S (Steitz) e 30S (Ramakrishnan) e depois dos ribossomos inteiros (70S). A determinação da estrutura dos ribossomos foi fundamental para entender como os mesmos trabalham.

A compreensão de como os ribossomos funcionam é muito importante para o entendimento científico da vida em nível mo-

lecular. Esse conhecimento terá aplicações e impactos imediatos em nossa vida, pois vários antibióticos usados pela medicina moderna para tratar, por exemplo, infecções bacterianas atuam bloqueando atividades de ribossomos bacterianos. Se esses complexos macromoleculares não funcionam adequadamente, as bactérias não são capazes de sobreviver. Os laureados deste ano demonstraram também como diferentes moléculas se ligam aos ribossomos, inviabilizando o funcionamento dessas fantásticas fábricas de proteínas.

Assim, os ribossomos apresentam-se como importantes alvos para o desenvolvimento de novos antibióticos – mais eficientes e com menos efeitos colaterais – que, por sua vez, vêm ajudando a diminuir o sofrimento e a salvar vidas.

#### **Igor Polikarpov**

*Departamento de Física e Informática, Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo*



# A esculpidora da linguagem

O grande cuidado com a escolha das palavras e a profunda reflexão e consciência sobre o amplo significado delas no texto criam a escritora marcante, inconfundível e viva de Herta Müller. Seu estilo moldado de frases curtas, de imagens de uma riqueza inesgotável e de uma precisão extrema da língua alemã revela a intensa qualidade poética que sempre encontra novos e surpreendentes usos em seus textos.

Para exemplificar esse trabalho de entalhar cada palavra no texto, cito, a seguir, um tre-

cho do ensaio de Herta Müller “*Wenn wir schweigen, werden wir unangenehm – wenn wir reden, werden wir lächelich*” (Quando nos calam, tornamo-nos desagradáveis – quando falamos, nos tornamos ridículos). No dialeto da aldeia, diz-se: o vento vai (*geht*). Já no alemão culto que se aprende na escola, diz-se: o vento sopra (*weht*). Isso soava para ela, então uma garota de sete anos, como se o vento fosse se ferir (*weh tun*).

No romeno, também se diz: o vento bate (*schlägt*). O barulho do movimento torna-se audível imediatamente quando pronunciamos o vocábulo bater, e, nesse caso, o vento não se fere, mas magoa e fere os outros.

Diferenças como na concepção de soprar o vento também se verificam no cessar do vento. Na língua alemã, se diz: o vento se acalmou (*hat sich gelegt*). O verbo *legen – gelegt* representa que o vento se deitou sobre uma superfície plana e horizontal, mas, em romeno, se diz: o vento parou (*ist stehen geblieben*). Aqui, o verbo *stehen* representa um movimento abrupto em sentido vertical.

A preocupação com o feitiço de cada palavra e a sua relação

com as demais caracterizam a artista em seu trabalho de esculpir a obra.

A língua materna alemã de Müller, língua de uma minoria da Romênia de Nicolau Ceaucescu (1918-1989), líder comunista que foi presidente do país entre 1974 e 1989, sempre está em consonância com a língua romena. Para ela, muitas vezes, é a língua do opressor que lhe fornece palavras mais apropriadas para expressar ou descrever um fato. Herta Müller nunca escreveu em romeno, mas esse idioma sempre escreve com ela, pois cresceu dentro de seu olhar.

Frequentemente, lemos livros que testemunham tempos difíceis. Também nos livros dessa escritora romeno-alemã os tempos difíceis são forçosamente abordados, pois, como ela própria declara, “falo da vida amputada pela ditadura, relato o cotidiano de uma minoria alemã na região do Banat e o seu consequente desaparecimento após a imigração para a Alemanha. Para muitos, meus livros são testemunhos. Contudo, não me vejo como testemunha quando escrevo. Aprendi a escrever a partir do calar e do ocultar”.

REUTERS/THOMAS PETER

**Herta Müller** ▶ Nasceu em Nitzkydorf (Romênia), em 1953. Estudou literatura romana e alemã na Universidade de Timisoara (Romênia). Foram editados em português os seguintes livros: *O homem é um grande fiasco sobre a terra*, *A terra das ameixas verdes* e *O compromisso*.



“Não posso”, disse ela em entrevista, “colocar minha cabeça em um cofre; preciso continuar vivendo com meu passado. Vivi mais de 30 anos em uma ditadura; não vou poder separar totalmente todas as coisas do círculo problemático que trouxe comigo. E isto provavelmente não mudará apesar de viver agora no Ocidente, pois experiências se acumulam, e aprender é relacionar uma coisa com outra”.

Quando nada mais faz sentido em nossas vidas, as palavras também desmoronam. Todas as ditaduras, sejam de direita ou de esquerda, sejam de facções religiosas ou ateístas, abusam da língua. Elas vendam os olhos das palavras e tentam extinguir o entendimento da língua. A língua decretada, então, se torna tão inimiga como o próprio aviltamento.

Herta Müller, vencedora do Nobel de Literatura deste ano, veio para o Brasil, pela primeira vez, em novembro de 1993, para participar do encontro de autores brasileiros e alemães que objetivava uma reflexão sobre o tema ‘Literatura e identidade: resgate ou emancipação da memória?’ Esse evento científico-cultural foi realizado pelo Instituto Goethe de

São Paulo. Nessa ocasião, participaram, entre outros, autores brasileiros, como o saudoso Antonio Callado (1917-1997), [José Ribamar] Ferreira Gullar e Adélia Prado, e autores alemães, como Ulrich Plenzdorf (1934-2007). Porém, foi a pequena e desconhecida autora romeno-alemã que cativou e seduziu todos com sua autoapresentação. Esse tópico fazia parte da programação.

“Nasci, em 1953, em Nitzkydorf, no ano em que Stalin morreu fisicamente; espiritualmente, ainda viveu por muitos anos. A aldeia fica no Banat romeno, a duas horas de carro de Belgrado ou de Budapeste. Uma população de camponeses com fronteiras brancas, rosas e azul-claros ou com casas triangulares em ruas permanentemente simétricas. Meu pai odiava o trabalho no campo e se tornou, quando saiu do serviço nazista e voltou para casa, motorista de caminhão e alcoólatra. Nos atalhos, isso caminha junto. Minha mãe foi e continuou sendo camponesa nas plantações de milho e de girassol. O milho é, para mim, pura e simplesmente, a planta socialista: ‘ela tem bandeiras, cresce em colunas, rouba o olhar e suas fo-

lhas cortam as mãos na lida’. Na plantação de milho, a gente se transforma, em um único dia, de criança em velho. Assim é que esclareço, para mim, o fato de minha mãe com vinte anos ser uma mulher velha...”

Enquanto ela lia seu texto, os presentes no grande auditório, alunos, professores e convidados, dispensaram os fones de ouvido com tradução simultânea, para ouvir a voz, a entoação e a dicção perfeitas dessa jovem mulher. O silêncio foi absoluto, e o encantamento encontrou uma dimensão. Foi um momento mágico que me marcou para sempre. A partir desse evento, comecei a ler, a estudar, a divulgar e a traduzir Herta Müller, pois, quando se pretende traduzir, deve-se escolher o autor como se escolhe um amigo, de gosto assemelhado ao nosso. Palavras de Voltaire.

#### Ingrid Ani Assmann de Freitas

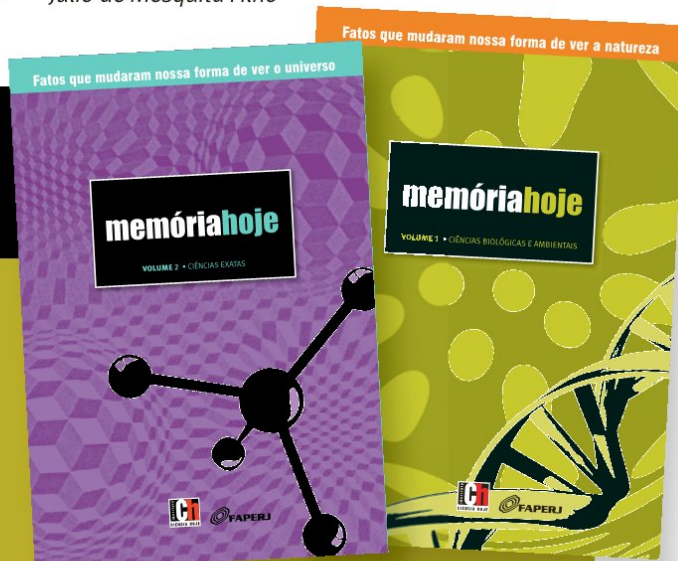
*Departamento de Letras Modernas,  
Faculdade de Ciências  
e Letras de Assis,  
Universidade Estadual Paulista  
Júlio de Mesquita Filho*

## Um mergulho na história da ciência

CONHEÇA NESTES 2 VOLUMES OS FATOS QUE MUDARAM NOSSA FORMA DE VER O UNIVERSO E A NATUREZA

DO TELÉGRAFO SEM FIO À INTERNET | DA INVENÇÃO DA PILHA À ERA ESPACIAL | DA ORIGEM DAS ESPÉCIES AO RITMO CARDÍACO | DO GÁS HILARIANTE AO REFLEXO CONDICIONADO

PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR 0800 727 8999 [www.cienciahoje.org.br](http://www.cienciahoje.org.br)





# A RADIAÇÃO CÓS





# MICA DE FUNDO

*Um ruído fraco está presente em todos os lugares do universo, independentemente da direção em que observamos o céu. Esse ruído é captado até mesmo por TVs. Para notá-lo mais claramente, basta deixar o aparelho ligado em um canal em que não haja transmissão: um ‘chuvisco’ aparecerá na tela, e um chiado será ouvido no alto-falante. Cerca de 1% desse ruído – conhecido como radiação cósmica de fundo em micro-ondas – viajou desde os primeiros instantes do universo para chegar até nossos aparelhos. Nas últimas décadas, graças às observações dessa radiação, a astronomia e a física sofreram avanços espetaculares. Mas o que é esse ruído? Como ele foi descoberto? Qual é a importância dele para a astronomia?*

**Thyrso Villela Neto**

*Divisão de Astrofísica, Coordenação Geral de Ciências Espaciais e Atmosféricas,  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (São José dos Campos, SP)*

**A radiação cósmica de fundo** em micro-ondas (RCFM) é um ruído de origem cosmológica que pode ser observado hoje em todo o céu. Ela, portanto, chega à Terra, vinda de todas as direções do espaço. A RCFM pode ser entendida como um ‘fóssil’ de uma época em que o universo ainda era muito jovem – muito antes de surgirem as primeiras galáxias –, quando a matéria era predominantemente constituída por prótons e elétrons, que formavam, juntamente com as partículas (fótons) que constituem a RCFM, uma espécie de sopa primordial, quentíssima.

De seu início, supostamente em um estado de grande densidade e alta temperatura, o universo evoluiu constantemente, se expandindo. Quando tinha aproximadamente 380 mil anos de idade, com temperatura em torno de 3 mil kelvin (algo como 2,7 mil graus celsius), radiação (fótons) e matéria (prótons e elétrons) ainda interagiam bastante. A partir dessa época, a energia média dos fótons se tornou menor do que a energia necessária para manter separados esses dois tipos de partículas. Como consequência, os elétrons (negativos) foram capturados pelos prótons (positivos), formando átomos neutros de hidrogênio (figura 1).

Com a diminuição do número de elétrons livres, matéria e radiação passaram a não mais interagir de forma significativa, e ocorreu a separação entre elas. Essa época é conhecida como recombinação.



## RETRATO DA INFÂNCIA

A RCFM é uma das mais poderosas ferramentas de estudo da cosmologia. Nenhum outro dado astronômico revela um passado mais remoto do universo, nem mesmo as observações de galáxias e dos quasares mais distantes. Algumas comparações: i) a luz do Sol viaja cerca de oito minutos para chegar até nós; ii) a luz da estrela mais perto da Terra leva cerca de quatro anos e meio para chegar aqui; iii) a luz da galáxia Andrômeda, uma das mais próximas ao nosso planeta, precisa de alguns milhões de anos para nos atingir; iv) a RCFM, por sua vez, leva em torno de 13,3 bilhões de anos para fazer essa

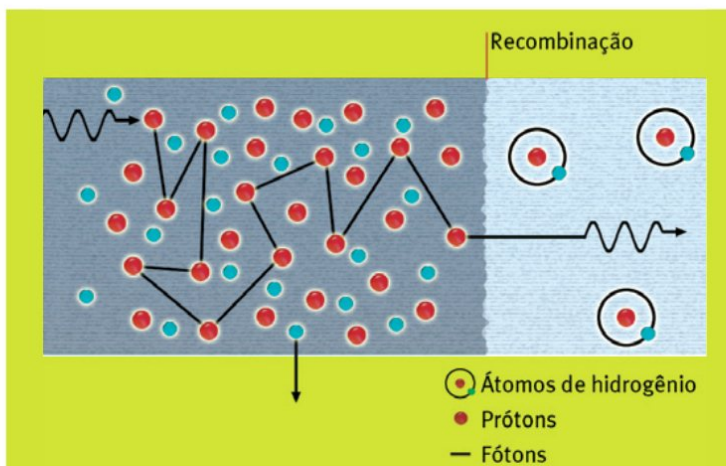


Figura 1. Cerca de 380 mil anos depois do *Big Bang*, quando a temperatura do universo era algo em torno de 2,7 mil graus celsius, matéria e energia ainda interagiam bastante. À medida que o universo foi esfriando, prótons e elétrons começaram a se combinar, para formar átomos de hidrogênio, e os fótons (radiação) passam a caminhar livremente. Essa época é conhecida como recombinação

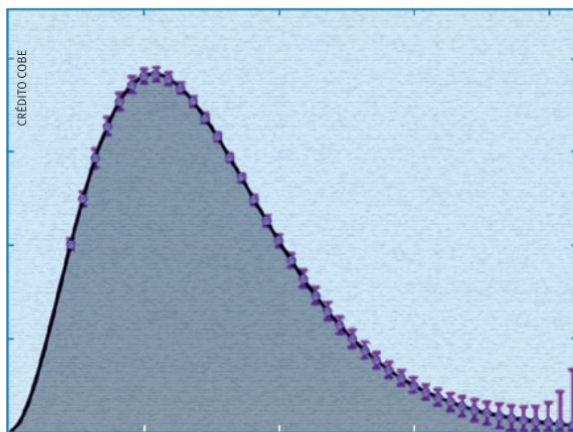


Figura 2. Dados obtidos pelo detector Firas, instalado no satélite COBE, mostram coincidência impressionante entre o espectro de energia da RCFM (pontos com barras) e aquele de um corpo negro à temperatura de 2,7 kelvin (curva)

viagem. Portanto, estudar essa radiação é como observar um retrato do universo com apenas 380 mil anos – em tempos cosmológicos, praticamente um recém-nascido.

Os astrofísicos buscam medir propriedades da RCFM para entender o que aconteceu no início do universo. Essas medidas são feitas por experimentos que observam o céu na faixa de micro-ondas, com instrumentos que efetuam essas medidas no solo (em geral, em locais de altas altitudes) ou no espaço (a bordo de satélites, foguetes e balões estratosféricos).

## COMO UM CORPO NEGRO

A existência da RCFM foi prevista, na década de 1940, pelo físico russo George Gamow (1904-1968), em parceria com dois colegas norte-americanos, Ralph Alpher (1921-2007) e Robert Herman (1914-1997). Isso se deu quando o trio estudou a origem dos elementos químicos e o estado da matéria no universo primordial.

Se esse modelo estivesse correto, o espectro dessa radiação (o modo como sua intensidade varia com a frequência) deveria ser semelhante ao espectro de um corpo negro, ou seja, um objeto hipotético que absorve toda a radiação que incide sobre ele. A intensidade da radiação devolvida ao meio por um corpo negro depende apenas da temperatura. Hipoteticamente, se um corpo negro estiver a 0 kelvin, ele não emitirá radiação alguma. Já a 2,7 kelvin (cerca de 270 graus celsius negativos), sua emissão será, principalmente, na faixa de micro-ondas.

Mas qual a relação disso com o universo?

A RCFM tem uma temperatura de aproximadamente 2,7 kelvin – daí o termo ‘micro-ondas’ em seu nome. Como ela é observada em todas as direções, podemos deduzir que a temperatura média do universo hoje é também 2,7 kelvin (figura 2). Se a RCFM tivesse realmente espectro de corpo negro, significaria que o universo teria passado por um período de equilíbrio térmico entre radiação e matéria, como previsto pelo modelo.

Qualquer perturbação que a matéria tenha sofrido no início do universo teria sido também sentida pela RCFM, devido ao fato de essas duas componentes terem estado fortemente acopladas. Portanto, é natural pensar que as perturbações (ou variações) na temperatura da RCFM (isto é, desvios do espectro original dessa radiação) possam nos dar pistas sobre os processos físicos que reinaram no universo primordial e que levaram à formação das estruturas de matéria. Essa é uma ideia interessante, porque não temos maneira direta de investigar



esses processos, pois é impossível voltar o filme da história da evolução do universo, que mostraria como as galáxias e os aglomerados de galáxias se formaram. Essas estruturas já estão formadas, e não temos outro acesso ao início do universo a não ser por meio de estudos de pequenos desvios da forma do corpo negro na RCFM, ou seja, de pequenos desvios de sua temperatura.

## TAREFA DIFÍCIL

Medir o espectro da RCFM de forma a verificar se ele realmente era semelhante ao de um corpo negro foi tarefa muito difícil, porque essa radiação é um sinal muito fraco, e observá-lo em várias frequências é também um grande desafio.

Outro problema: medir diferenças extremamente pequenas (da ordem de centésimos de milésimo de graus celsius) de temperatura no céu. Para isso, foi necessário empregar os melhores receptores de micro-ondas, as melhores técnicas de baixa temperatura (criogenia), entre outros recursos, para que os experimentos pudessem efetivamente medir algum sinal de origem cosmológica.

Vários fatores complicam a realização desses experimentos: nossa atmosfera, que emite micro-ondas e também absorve parte das que vêm do céu; nossa própria galáxia (a Via Láctea), que ocupa grande área do céu e atrapalha a observação direta das micro-ondas cosmológicas; e até as emissões do próprio instrumento de medição, milhões de vezes mais intensas que essas pequenas flutuações de temperatura da RCFM.

O desafio não era só científico. Era também tecnológico.

## GRANDE PREOCUPAÇÃO

Observações da RCFM só foram possíveis depois de ter sido aperfeiçoada a tecnologia de detecção desse tipo de onda eletromagnética.

A primeira observação de ondas de rádio provenientes do céu ocorreu, em 1931, de forma acidental. O engenheiro norte-americano Karl Jansky (1905-1950), que trabalhava na investigação de problemas de comunicação entre as cidades de Nova York e Londres, descobriu que ondas de rádio chegavam à Terra, vindas da Via Láctea.

Em 1964, pouco mais de 30 anos após a descoberta de Jansky, outros dois pesquisadores norte-americanos, Arno Penzias e Robert Wilson, dos Laboratórios Bell (Estados Unidos), estavam testando receptores para serem usados em medidas da

emissão em micro-ondas de nossa galáxia quando se depararam com um ruído persistente em suas observações. Independentemente da região do céu para a qual apontavam a antena, do dia e da hora, o excesso de sinal que eles mediam era sempre o mesmo.

A observação de Penzias e Wilson não era suficiente para mostrar que a RCFM seguia a lei do corpo negro, porque só um ponto do espectro havia sido medido (na frequência de 4 gigahertz). Apesar dessa dúvida, a dupla ganhou o Nobel de Física de 1978 pela descoberta da RCFM.

Ironicamente, quando eles recebiam o prêmio, na Suécia, os resultados de um grupo da Universidade da Califórnia, em Berkeley (Estados Unidos), estavam sendo submetidos a publicação. O artigo relatava desvios da curva característica de um corpo negro.

Uma grande preocupação tomou conta da comunidade científica.

## GRANDE EXPLOÇÃO

Tentativas de se medir o espectro da RCFM foram feitas para verificar se ele realmente era consistente com o previsto pela lei que rege o comportamento de um corpo negro, a chamada lei de Planck, homenagem ao físico alemão Max Planck (1858-1947). Esses experimentos, no entanto, não definiram claramente a situação.

Finalmente, a confirmação de que a RCFM tem espectro de corpo negro quase perfeito veio por meio das observações feitas com o detector Firas (sigla, em inglês, para espectrômetro absoluto de infravermelho distante), em 1990, um dos experimentos que estavam a bordo do satélite Cobe (sigla, em inglês, para Explorador do Ruído de Fundo Cósmico). Esse resultado se tornou uma das mais fortes evidências a favor do modelo conhecido por *Hot Big Bang* (hoje, apenas *Big Bang*), que defende que o universo começou a partir de uma 'explosão'.

Mas, paralelamente às tentativas de se medir o espectro da RCFM, era necessário verificar se a RCFM realmente estava presente em todo o céu e se ela apresentava desvios de sua temperatura. A ideia era testar a hipótese de que, se a RCFM tivesse realmente origem cosmológica, um observador que se movesse em relação a ela deveria observar o efeito desse deslocamento, do mesmo modo que uma pessoa percebe a alteração no som de uma sirene de ambulância caso esta esteja se aproximando ou se afastando dela – esse fenômeno é chamado efeito Doppler, estudado pelo físico austríaco Christian Doppler (1803-1853). ▶



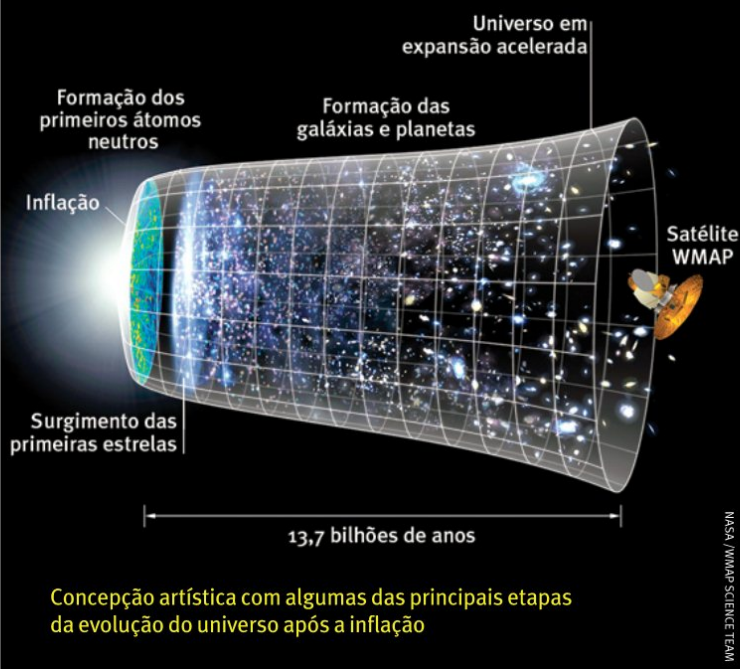
## Inflação: solução de um problema

O fato de a temperatura da RCFM ser igual em todas as direções do espaço foi um ponto a favor do modelo *Big Bang*, que prevê essa ‘homogeneidade’ (isotropia). Mas esse resultado trazia embutido um problema: como era possível que regiões tão distantes no céu tivessem a mesma temperatura?

Se considerarmos que toda informação só pode ser transmitida tendo a velocidade da luz como limite superior (300 mil km/s), não seria possível que essas regiões tivessem ‘trocado informação’ (no caso, tivessem atingido a mesma temperatura). Isso seria impossível pelas restrições impostas pela velocidade da luz e pela idade estimada do universo.

Como, então, todas as regiões do universo têm a mesma temperatura?

Para solucionar esse problema, uma ideia nova foi introduzida no modelo cosmológico: a inflação. Ela faz a suposição de que o universo nos seus instantes iniciais, quando era extremamente pequeno, passou por um momento de rápida expansão, fazendo com que as informações pudessem ser transmitidas de um ponto a outro, mesmo muito distantes entre si, explicando assim a isotropia da RCFM observada hoje (figura).



Se a ambulância se aproxima de nós, percebemos seu som mais agudo; se ela se afasta, o som da sirene se torna mais grave. No caso da RCFM, ocorre algo semelhante: se nos movemos contra ela (sentidos opostos), notamos que ela aumenta de temperatura; se o deslocamento se dá no mesmo sentido, sua temperatura para nós diminui.

## PROVA DEFINITIVA

Vários experimentos a bordo de balões conseguiram resultados muito bons ao medir o efeito Doppler da RCFM. A figura 3, construída com dados obtidos pelo detector DMR (sigla, em inglês, para radiômetro diferencial de micro-ondas), a bordo do Cobe, mostra como é a variação de temperatura da RCFM no céu. Os mapas foram construídos em cores falsas, apenas para nos ajudar a visualizar um fenômeno que nossos olhos não veem, pois ele se manifesta na faixa de micro-ondas.

Se observado de forma superficial (figura 3A), o céu se apresenta totalmente uniforme em termos de temperatura, sem nenhuma estrutura aparente (ver ‘Inflação: solução de um problema’). Quando melhoramos a qualidade das medidas por um fator mil, o céu se apresenta com duas regiões de temperaturas claramente diferentes (laranja e azul), separadas de 180 graus (figura 3B). Esse efeito se deve ao nosso movimento – o da Terra – em relação à RCFM, que provoca uma diferença de temperatura, da ordem de três milésimos de graus celsius entre duas direções do céu: em um sentido, a temperatura é maior (mancha laranja); no outro, a temperatura é menor (azul).

As observações estavam mostrando que a RCFM tinha realmente origem cosmológica, mas faltava a prova definitiva: o retrato do universo primordial impresso nas pequenas flutuações de temperatura da RCFM, que nos revelaria o que teria acontecido com a matéria.

## SENSIBILIDADE E PRECISÃO

A detecção dessas flutuações de temperatura da RCFM foi feita pelo DMR em 1992. Essas flutuações são da ordem de microkelvin (milionésimos de grau centígrado). Essa descoberta foi considerada uma das mais importantes da ciência recente e teve profundo impacto na cosmologia, pois, pela primeira vez, revelava como era o universo há mais de 13 bilhões de anos.



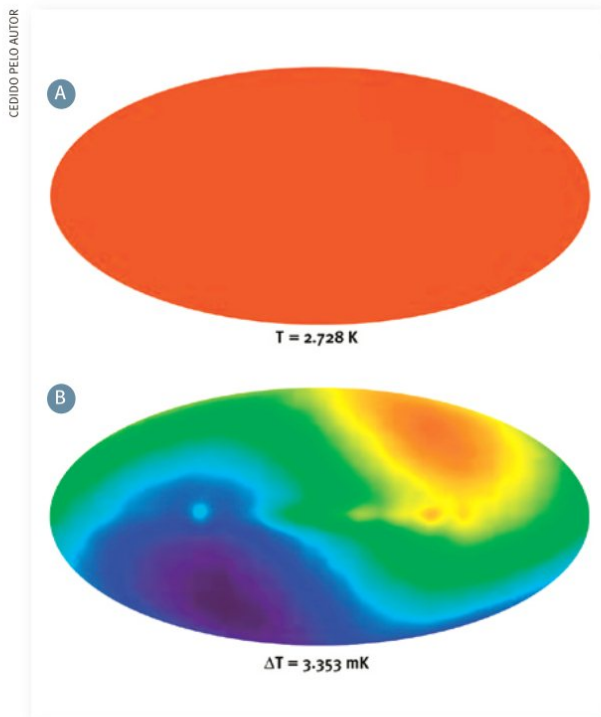


Figura 3. Em A, o céu observado de forma superficial, com uma temperatura da RCFM completamente homogênea. Em B, quando a qualidade das medidas aumenta mil vezes, notam-se claramente duas regiões, separadas de 180 graus, com temperaturas diferentes (laranja, mais quente; azul, mais fria). Isso se deve ao fato de a Terra estar se movendo em relação à RCFM. Esse resultado mostrou que a RCFM tem origem cosmológica

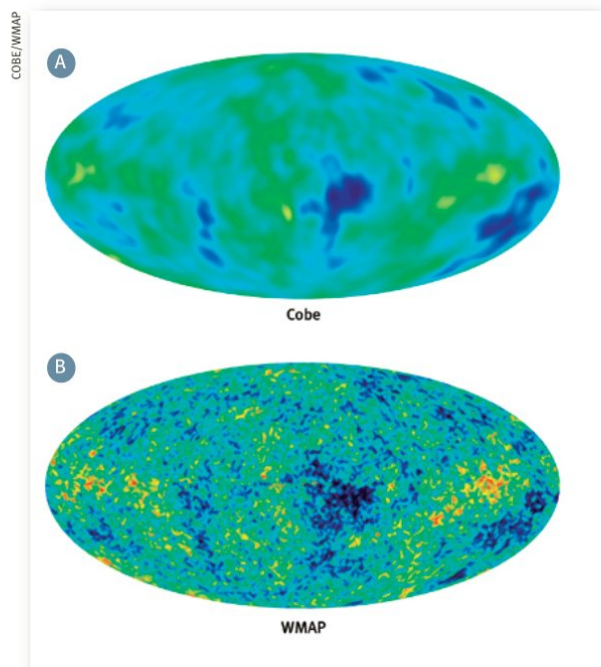


Figura 4. Em A, flutuação da temperatura da RCFM medida pelo satélite Cobe. Em B, o mesmo tipo de medida feita pelo satélite WMAP. As partes vermelhas representam as temperaturas mais altas; as azuis, as mais frias

Embora notáveis, os resultados do DMR apresentavam uma limitação: os dados não permitiam que fossem obtidas informações sobre o processo de formação de galáxias – só foi possível se ter ideia de como eram as grandes estruturas. Por isso, outros experimentos, operando no solo, a bordo de balões e satélites, começaram a medir flutuações de temperatura da RCFM em uma grande faixa de frequências, com grande sensibilidade.

Entre esses experimentos, destaca-se o satélite WMAP (sigla inglesa para Sonda Wilkinson para Anisotropia em Micro-ondas), lançado em 2001. Em relação ao Cobe, ele é 45 vezes mais sensível e consegue ver detalhes de como a RCFM se distribui no céu de forma 33 vezes mais precisa. A figura 4 ilustra essas características do WMAP, comparadas com um mapa do Cobe.

Os dados do WMAP permitiram determinar com precisão quantidades fundamentais do universo, como idade, composição, geometria.

## GRANDES DESAFIOS

O advento da era espacial proporcionou um avanço fenomenal na astronomia. Particularmente, os estudos sobre a RCFM foram muito beneficiados com o lançamento de quatro satélites nos últimos 26 anos: o Relict, o Cobe, o WMAP e, este ano, o Planck, da agência espacial europeia (ESA). Fora essas sondas, vários experimentos foram feitos – inclusive por pesquisadores brasileiros –, tendo por base tecnologia espacial e utilizando-se de balões estratosféricos e foguetes. Dessa forma, a atmosfera finalmente foi vencida, e descobrimos, por meio das observações da RCFM, que o universo ainda nos reserva muitas surpresas.

Há 400 anos, Galileu, ao lançar seu olhar para o céu, através de um telescópio, certamente não poderia imaginar que descobriríamos tantas coisas sobre o universo ao observar um ruído que não pode ser visto com os nossos olhos...

Nas últimas décadas, graças às observações da RCFM, a astronomia e, conseqüentemente, toda a física sofreram avanço espetacular. Os grandes desafios que a natureza nos apresenta – e que no início do século passado estavam ligados ao mundo microscópico – estão hoje relacionados às grandes escalas do universo.

E a RCFM continua nos ajudando a superar esses desafios!

### Sugestões para leitura

- MAKLER, M.; VILLELA, T. 'Cosmologia – a busca pela origem, evolução e estrutura do universo'. Série *Desafios da Física* (CBPF). Disponível em formato PDF em <http://mesonpi.cat.cbpf.br/desafios/>
- ABDALLA, M. C. B.; VILLELA, T. *Novas janelas para o universo*. São Paulo: Editora Unesp (2005).
- VILLELA, T. 'Cosmologia'. In: Ivan S. Oliveira e Cássio Leite Vieira. (orgs.). *Física hoje, uma aventura pela natureza: dos átomos ao universo*. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2007, p. 53-67.
- VILLELA, T.; WUENSCH, C. A. 'Ecos de um passado distante'. *Ciência Hoje*, v. 39, n. 233, p. 12-14 (2006).
- VILLELA, T. 'A energia escura'. *Ciência Hoje*, v. 35, n. 206 p. 14-15 (2004).
- VILLELA, T.; FERREIRA, I.; WUENSCH, C. A. 'Cosmologia observacional: a radiação cósmica de fundo em micro-ondas'. *Revista da USP* v. 62, pp. 104-115 (2004).



# Doença de Chagas

A invasão  
silenciosa do  
parasito

Figura 1. O protozoário *Trypanosoma cruzi*, transmitido para os humanos pelos insetos conhecidos como barbeiros, é o causador da doença de Chagas (na imagem, exemplares do protozoário interagem com célula cardíaca)





*Uma nova doença humana foi descrita há exatos 100 anos, no Brasil. Usando uma abordagem inovadora, tanto no aspecto experimental quanto no investigativo, o médico sanitário brasileiro Carlos Chagas (1878-1934) identificou o causador da enfermidade (o protozoário Trypanosoma cruzi), o mecanismo de transmissão para o ser humano e os principais danos que ocorrem no organismo dos infectados. Em homenagem a seu descobridor, a nova enfermidade é hoje chamada de doença de Chagas. Por esse e outros feitos, Carlos Chagas foi duas vezes indicado ao Nobel de Medicina, em 1913 e em 1921, mas não foi premiado.*

*Essa doença continua a ser estudada, e ainda surpreende e inquieta os pesquisadores. Recentemente, veio à tona um novo aspecto da transferência do T. cruzi entre o inseto transmissor e o hospedeiro humano. Ao contrário do que se acreditava, o inseto não é apenas um inoculador do parasito. Moléculas presentes em sua saliva e em suas fezes podem determinar o sucesso da infecção, tornando-a mais 'silenciosa' e dificultando a percepção dos protozoários pelas células do sistema de defesa humano.*

**Mário Alberto C. Silva-Neto e Geórgia C. Atella**

*Instituto de Bioquímica Médica, Programa de Biologia Molecular e Biotecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro*

**O sangue, rico em proteínas e gorduras, é uma excelente fonte de nutrientes**, que atrai variados organismos. O hábito de se alimentar de sangue (hematofagia) está presente hoje em diferentes animais, como piolhos, pulgas, mosquitos, carrapatos, sanguessugas, morcegos e outros. Ao longo da evolução da vida na Terra, como indicam os estudos sobre as relações de parentesco de todos os seres vivos, a hematofagia teria surgido cerca de 20 vezes, de forma independente, somente entre os artrópodes – animais com 'esqueleto' externo, entre eles insetos, aracnídeos e crustáceos. São conhecidas atualmente cerca de 17 mil espécies de organismos chupadores de sangue.

Muitos deles convivem, mesmo em ambientes urbanos, com a nossa espécie, e nos incluem entre as suas fontes de sangue. O grande problema é que, enquanto eles se deliciam com nosso sangue, nos transmitem centenas de vírus, bactérias e outros micro-organismos capazes de causar doenças no organismo humano.

Hoje, 10% da população mundial estão infectados por algum tipo de doença transmitida por animais hematófagos, como mosquitos, carrapa-

tos e barbeiros. A lista inclui malária, dengue, leishmaniose, febre amarela, encefalites, febres hemorrágicas e muitas outras, entre elas a doença de Chagas (figura 1). Em todos esses casos, os patógenos foram introduzidos no paciente através da picada de um inseto ou aracnídeo, tecnicamente denominado vetor. Os mecanismos de transmissão estão intimamente relacionados ao tipo de patógeno (vírus, protozoário ou bactéria) e ao estilo de vida do vetor.

Quando um mosquito, carrapato ou barbeiro alcança um ponto onde é possível perfurar a pele do hospedeiro, usa vários estímulos locais para identificar a posição adequada onde fará sua refeição com sangue. Receptores químicos, na extremidade de suas partes bucais ou suas antenas, inspecionam a pele em busca dos 'sabores' adequados. Outros receptores, também presentes nas partes bucais, indicam qual o melhor local para a penetração da pele. Como é nesse momento que os agentes causadores de doenças entrarão no corpo humano, olhar bem de perto as partes bucais do animal, quando está prestes a inseri-las em nossa pele, é uma oportunidade para novas descobertas sobre essas enfermidades. ▶





Figura 2. Os barbeiros da espécie *Rhodnius prolixus* estão entre os principais transmissores do protozoário causador da doença de Chagas

Após a penetração da pele, serão despejadas naquele ponto certas moléculas – mediadores bioquímicos – que modificarão localmente as respostas do organismo do hospedeiro à ‘invasão’. O que significa isso? Todo mundo já perfurou ou cortou a pele ou a ponta de um dedo, acidentalmente. Nesses casos, observamos que o sangue flui facilmente nos instantes iniciais, mas em seguida torna-se rapidamente mais viscoso, até que o sangramento é estancado naturalmente. Esse fenômeno simples resulta de uma série de mecanismos desencadeados, a partir da lesão, no próprio sangue e nos tecidos lesionados. O processo completo é denominado hemostasia.

Para evitar o estancamento, a saliva dos animais hematofagos, sejam morcegos, piolhos ou barbeiros, contém substâncias que mantêm a fluidez do sangue no local da picada, durante a ingestão, e depois no interior do tubo digestivo do vetor. O interesse científico por essas moléculas é grande, gerando pesquisas em muitos países. Tais substâncias, na ver-

dade, representam soluções que surgiram há muitos milhões de anos, durante a evolução desses animais, e permitiram o consumo do sangue. Basta lembrar que os primeiros insetos hematofagos, segundo os registros fósseis, têm entre 65 milhões e 135 milhões de anos, e a espécie humana (sem levar em conta seus ancestrais imediatos, os homínídeos) surgiu apenas há cerca de 2 milhões de anos. Assim, somos um ‘prato’ recente no cardápio dos hematofagos e certamente eles já tinham, antes que entrássemos em sua dieta, uma série de mecanismos bioquímicos bem-sucedidos que facilitam a obtenção de sangue.

## O exemplo do barbeiro

Para estudar esses mecanismos, utilizamos, em nosso laboratório, barbeiros da espécie *Rhodnius prolixus* (figura 2). Barbeiros, ou chupões, são nomes populares dos insetos da ordem dos percevejos que são vetores da doença de Chagas. *R. prolixus* e *Triatoma infestans* são as principais espécies transmissoras do *Trypanosoma cruzi* para humanos e outros animais. As partes bucais dos barbeiros resultam da fusão de vários apêndices que assumiram a forma de um tubo com dois canais. Um dos canais, o de menor calibre, é usado para injetar a saliva do inseto na pele do hospedeiro, durante a alimentação, e o outro para remover ou sugar o sangue (figura 3).

A interação do barbeiro com o *T. cruzi* começa com a ingestão do parasito, durante sua ‘refeição’ em um ser humano infectado pelo protozoário. No tubo digestivo do inseto, começa uma complexa cadeia de eventos. Na porção anterior desse tubo, a forma que o parasito tinha no sangue humano (chamada de tripomastigota sanguíneo) transforma-se em outra, denominada epimastigota. Em seguida, na porção posterior do tubo digestivo, o parasito sofre uma série de divisões e multiplica-se muitas vezes. Já na porção final do aparelho digestivo (o reto) do inseto, o parasito transforma-se, mais uma vez, e dá origem à forma infectiva (tripomastigota metacíclico), eliminada nas fezes e na urina do inseto sempre que este se alimentar de sangue na pele de algum animal (figura 4).

É importante ressaltar que, a partir daí, podem existir duas rotas diferentes de penetração do parasito no hospedeiro: pelo contato das fezes com o ponto da pele perfurado pelas partes bucais do barbeiro e pelo contato com os olhos, no caso de o indivíduo ou o paciente coçar a pele no local da picada e em seguida esfregar os olhos (por exemplo, ao acordar). Nesse último caso, as

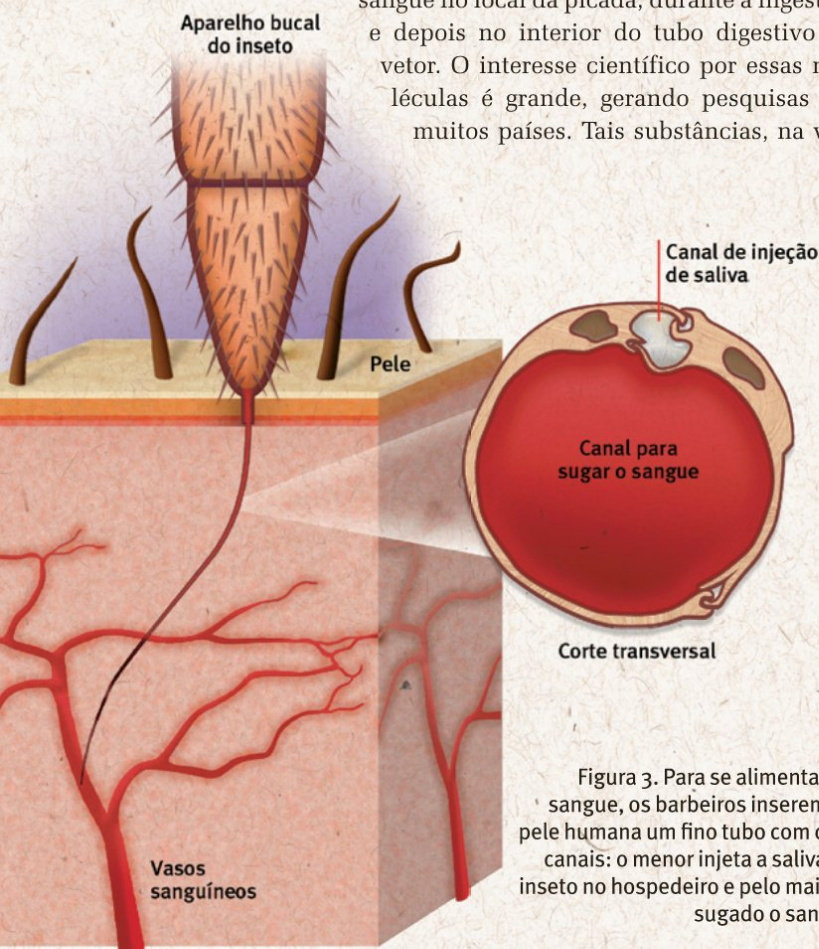


Figura 3. Para se alimentar de sangue, os barbeiros inserem na pele humana um fino tubo com dois canais: o menor injeta a saliva do inseto no hospedeiro e pelo maior é sugado o sangue



extremidades dos dedos, contaminadas pelas fezes, levam o parasito diretamente para a mucosa ocular, de onde este pode chegar à circulação sanguínea.

Sempre foi difícil entender por que a perfuração da pele, seguida da injeção da saliva e, muitas vezes, da contaminação do local pelas fezes do barbeiro (infetadas pelo *T. cruzi* em alguns casos), não causa no local uma intensa resposta inflamatória e uma forte reação do sistema imune do hospedeiro. Essas reações são naturais, até quando espetamos o dedo no espinho de uma planta, já que nossa pele é constantemente 'patrulhada' por células especializadas no reconhecimento de moléculas estranhas ao nosso organismo, mas em geral ocorrem de maneira reduzida no caso de picadas de barbeiros.

Algumas dessas células são chamadas de macrófagos. Elas são capazes de reconhecer, envolver os agentes patogênicos e trazê-los para seu interior em 'bolhas' denominadas vacúolos. Os macrófagos então inundam essas bolhas com substâncias tóxicas para a maioria dos patógenos, como o óxido nítrico, um gás microbicida. Esse processo é denominado fagocitose.

Quando ocorre algum dano nos vasos, ou é iniciado um processo de infecção – por vírus, bactérias ou parasitos (como *T. cruzi*) –, os macrófa-

gos que circulam no sangue são ativados e, além de englobar e destruir materiais e organismos estranhos, produzem diversas substâncias químicas e as lançam na corrente sanguínea. Essas substâncias atuam como mensageiros que estimulam outras células do sistema de defesa, os linfócitos, a também combater os invasores, e atraem para o local afetado os monócitos (forma imatura dos macrófagos). A mensagem química induz a rápida proliferação dos monócitos, que sofrem alterações celulares durante a divisão e tornam-se macrófagos, qualificados para a fagocitose.

## Uma molécula versátil

Por muito tempo, os pesquisadores suspeitaram que insetos vetores de certas doenças produziam moléculas que 'silenciavam' a resposta imunológica local. Ou seja, que diminuía a ação microbicida dos macrófagos do hospedeiro contra os agentes patogênicos inoculados. Imaginava-se que, ao longo da evolução, os hematófagos poderiam ter desenvolvido essas moléculas (chamadas de imunossupressores), o que facilitaria a infecção por parasitos, como o causador da doença de Chagas. Até agora, no entanto, a maioria das proteínas en-

Figura 4. Esquema simplificado do ciclo de vida do *Trypanosoma cruzi*, protozoário que causa a doença de Chagas





contradas na saliva dos vetores da doença de Chagas não havia apresentado propriedades imunossupressoras.

Nosso grupo, na Universidade Federal do Rio de Janeiro, estuda essas moléculas e, há cerca de seis anos, descobriu que a saliva do barbeiro contém, além de proteínas, um conjunto de fosfolípidios (gorduras ligadas a um derivado do ácido fosfórico). Tais compostos, assim como os demais componentes da saliva, são injetados na pele do hospedeiro durante a alimentação do inseto. Um deles atraiu particularmente a nossa atenção: a lisofosfatidilcolina (conhecida pela sigla LPC), que é, na verdade, um fosfolípido que perdeu uma de suas 'caudas' de ácidos graxos (grupos químicos existentes em todos os lipídios).

A presença da LPC na saliva do barbeiro é muito interessante, pois inicialmente imaginamos que se tratava de mais um composto anti-hemostático, ou seja, que evitava o estancamento do sangramento, já que bloqueava a agregação das plaquetas. As plaquetas são células sem núcleo

presentes no sangue que, acionadas, aderem umas às outras e ajudam a bloquear o local em que o vaso foi rompido, interrompendo o sangramento. Várias substâncias anti-hemostáticas atuam inibindo a agregação plaquetária.

Entretanto, após essa descoberta, observamos que camundongos contaminados com saliva de barbeiro, e depois infectados no mesmo local com o *T. cruzi*, apresentavam em alguns dias maior número de parasitos no sangue que aqueles infectados na ausência da saliva do inseto. Esse resultado indicou que a interação da saliva com a pele 'prepara' o local para uma posterior colonização pelo parasito, que pode chegar até ali nas fezes do inseto. Não sabíamos ainda, porém, por meio de qual mecanismo a saliva ajudava a infecção posterior pelo parasito.

Nossa primeira suspeita recaiu sobre os macrófagos. Talvez a saliva contivesse uma ou mais moléculas imunossupressoras que silenciavam a ação dos macrófagos. Outra descoberta interessante, nesse ponto, foi a de que a LPC é um

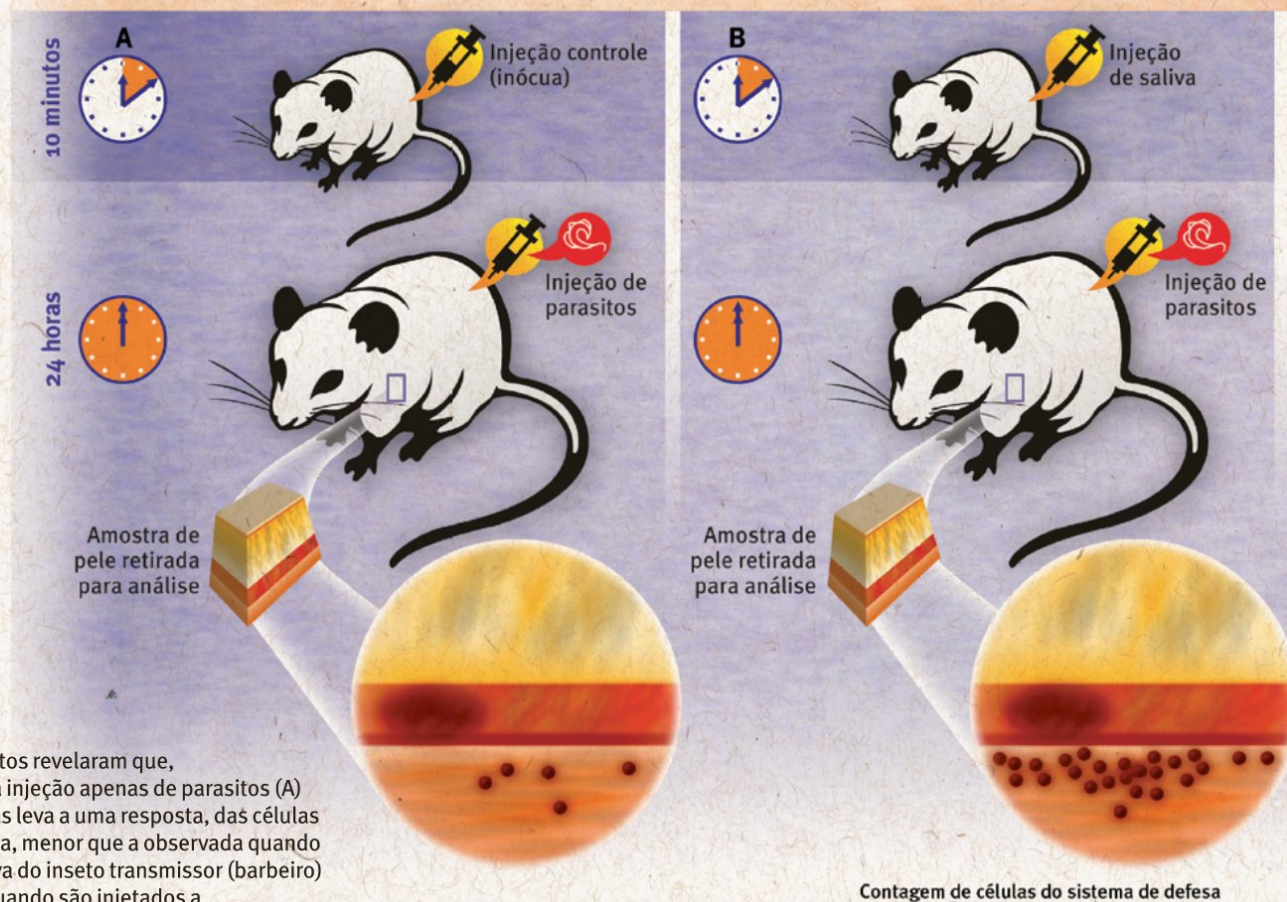


Figura 5. Experimentos revelaram que, em camundongos, a injeção apenas de parasitos (A) da doença de Chagas leva a uma resposta, das células do sistema de defesa, menor que a observada quando são injetados a saliva do inseto transmissor (barbeiro) e parasitos (B) ou quando são injetados a lisofosfatidilcolina (LPC) e os parasitos (C)



potente atrator de monócitos e macrófagos, ou seja, atua como 'mensagem' química para essas células. Esse achado pareceu estranho: se mais células de defesa estão sendo atraídas para o local da infecção por *T. cruzi*, seria esperado que os parasitos fossem destruídos com mais eficiência. Curiosamente, nossos experimentos mostraram o contrário.

Tais experimentos revelaram que os macrófagos sofriam modificações ao entrar em contato com a saliva. Primeiro, a concentração de cálcio em seu interior aumentava, o que alterava toda a sua rede de sinalização ou programação celular. Segundo, a produção do óxido nítrico era suprimida, mas sem alterar a programação dessas células para a fagocitose. Isso significava que os macrófagos eram fortemente atraídos para o local em que havia LPC (ou saliva) e 'capturavam' o *T. cruzi*, mas este, uma vez no interior dessas células, não era destruído pelo óxido nítrico. Estávamos, portanto, diante de um novo mecanismo que, por um lado, maximizava a infecção por atrair as células de defesa do

hospedeiro, mas por outro as tornava mais suscetíveis à invasão pelo *T. cruzi*.

O mecanismo de silenciamento do sistema de defesa do hospedeiro pela LPC da saliva do barbeiro apresenta outras características interessantes. A LPC pode não ser reconhecida, pelo hospedeiro, como uma molécula estranha. Isso foi evidenciado quando obtivemos sua estrutura química, rigorosamente a mesma de LPCs normalmente encontradas no plasma humano. Ou seja, ela não dispara um mecanismo de alerta mais específico ou agressivo por parte das células de defesa humanas. Outro aspecto interessante foi que, em seguida, quando examinamos as fezes do barbeiro, descobrimos que também ali existe LPC. Ou seja, nas duas formas de contaminação do parasito da doença de Chagas – no local da picada do barbeiro na pele (onde há saliva e fezes) ou por contato das fezes do barbeiro com a mucosa ocular – haverá LPC envolvida.

Finalmente, outro grupo brasileiro, chefiado pela bioquímica Maria Julia Manso Alves, da Universidade de São Paulo, descreveu que aparentemente o parasito também libera LPC. Esse grupo demonstrou que a injeção de vesículas liberadas pelo parasito aumenta a infecção no coração de animais experimentais. Assim, a presença da LPC, seja aquela da saliva e das fezes do inseto vetor ou aquela talvez liberada na circulação do hospedeiro pelo próprio *T. cruzi*, parece sempre 'conspirar' a favor do parasito.

Esses dados, revelados somente agora a partir de observações no vetor, no parasito e no hospedeiro humano, nos ensinam que, embora as descobertas de Carlos Chagas sejam centenárias, ainda existem, na transmissão e na gênese da doença que ele identificou, uma série de mecanismos de evolução molecular muito antigos e em sua maioria não plenamente conhecidos. Sua compreensão em detalhes pode demorar mais um século para ocorrer, mas certamente esses mecanismos têm características únicas, que irão manter aguçada a nossa curiosidade científica e a nossa preocupação com a saúde pública por um bom tempo. ■

#### Sugestões para leitura

- KROPF, Simone P. & MASSARANI, Luiza. *Carlos Chagas. A ciência para combater doenças tropicais*. Rio de Janeiro, Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/ Fiocruz, 2009.
- MESQUITA, R. D.; CARNEIRO, A.B.; BAFICA, A. e outros. 'Trypanosoma cruzi infection is enhanced by vector saliva through immunosuppressant mechanisms mediated by lysophosphatidylcholine', in *Infection and Immunity*, v. 76(12), p. 5.543, 2008.
- REY, Luís. *Parasitologia*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2001.
- TORRECILHAS, A. C. T.; TONELLI, R. R.; PAVANELLI, W. R.; SILVA, J. S.; SCHUMACHER, R. I.; SOUZA, W.; CUNHA-E-SILVA, N.; ABRAHAMSOHN, I. A.; COLLI, W. & MANSO-ALVES, M. J. 'Trypanosoma cruzi: parasite shed vesicles increase heart parasitism and generate an intense inflammatory response', in *Microbes and Infection*, v. 11(1), p. 29, 2009.





*A criação de peixes ornamentais em aquários – o aquarismo – é uma das atividades de lazer mais praticadas no mundo, mas também é uma crescente fonte de disseminação de peixes não nativos em corpos d’água de diversos países. Essa introdução de espécies de outras regiões por aquaristas pode ter desastrosos impactos sobre ecossistemas marinhos e de água doce e até na integridade física das pessoas. Peixes de aquário nunca devem ser libertados no meio ambiente. Para se desfazer de seus peixes, os aquaristas devem seguir as recomendações feitas por instituições da área ambiental: doá-los, vendê-los ou, se não for possível, sacrificá-los com anestésicos ou congelamento.*

**André Lincoln Barroso de Magalhães**  
**e Newton Pimentel de Ulhôa Barbosa**  
*Programa de Pós-graduação em Ecologia,  
Conservação e Manejo de Vida Silvestre,  
Instituto de Ciências Biológicas,  
Universidade Federal de Minas Gerais*

**Claudia Maria Jacobi**  
*Departamento de Biologia Geral,  
Instituto de Ciências Biológicas,  
Universidade Federal de Minas Gerais*

O kinguio,  
ou peixe-dourado  
(*Carassius auratus*),  
nativo da China,  
hoje é encontrado  
em rios e lagos de várias  
partes do mundo.  
Essa espécie  
foi o primeiro peixe  
de aquário da humanidade  
e só não é encontrado  
no Ártico e na Antártida



# PEIXES DE AQUÁRIO

## *Animais de estimação ou pestes?*

**A prática de confinar peixes para fins contemplativos é antiga.** Acredita-se que a história do aquarismo remonte aos antigos egípcios e romanos, mas foi na China e no Japão que essa prática se desenvolveu, entre os anos 970 a 1279 do atual calendário. O aquarismo chegou à Europa no século 17, à América do Norte no século 18 e ao Brasil no final do século 19. Nas últimas décadas, a criação de peixes marinhos e de água doce em aquários experimentou muitos avanços técnicos e ganhou adeptos em todo o mundo. Hoje, o mercado mundial de peixes ornamentais movimenta, por ano, cerca de US\$ 3 bilhões, e a indústria de equipamentos e acessórios para aquarismo, incluindo a literatura especializada, ultrapassam os US\$ 15 bilhões. ▶

© AMANAMAGES/CORBIS/CORBIS (R)/LATINSTOCK





Figura 1. O peixe amazônico cará-papa-terra (*Geophagus* cf. *albifrons*) foi descoberto recentemente em rios do estado de São Paulo, e provavelmente foi introduzido nessa nova região por meio de soltura por aquaristas

Os Estados Unidos representam um exemplo desse crescimento. Naquele país, a aquariorfilia é a terceira atividade de lazer mais praticada pela população, perdendo apenas para a fotografia e a filatelia (coleção de selos). Uma pesquisa realizada em 1994 revelou que mais de 10 milhões de lares norte-americanos tinham aquários. No Japão, estima-se que existam cerca de 1,2 milhão de aquaristas. Nesse país da Ásia, a prática da aquariorfilia está relacionada a crenças e superstições de que “ter um aquário traz sorte”. No Brasil, esse passatempo ainda tem poucos apreciadores, em comparação com Estados Unidos e Japão: estima-se que mais de 500 mil aquários residenciais estejam espalhados pelo território nacional.

Estudos sobre essa atividade mostraram que a presença de aquários nos lares proporciona melhor qualidade de vida para as pessoas. Alguns resultados positivos do aquarismo seriam: desenvolvimento do senso de responsabilidade, da iniciativa e da confiança em crianças, redução no nível de estresse em adultos e melhoria do bem-estar físico e psicológico em idosos (inclusive benefícios como tratamento suplementar para a doença de Parkinson).

Infelizmente, muitas pessoas que praticam essa atividade não cuidam de modo adequado de seus aquários, por diversos motivos. O interesse dos aquaristas pode ser afetado por problemas como o crescimento exagerado de algumas espécies, entre elas o pacu-de-barriga-vermelha; o comportamento agressivo de outras, como o oscar ou o apaiari, que atacam outros peixes colocados no mesmo aquário; e a morte de exemplares, decorrente de falhas de manutenção. Manter um aquário de maneira adequada exige alguns conhecimentos e cuidados básicos em relação a limpeza, condições da água – temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), oxigenação e renovação do meio –, alimentação dos peixes e outros. Ao desistir da atividade, muitos aquaristas, por compaixão, relutam em sacrificar seus peixes e os libertam em ambientes naturais, por não saber que essa atitude não é correta.

FOTO EDIADA PELOS AUTORES



Figura 2. O bagre-andarilho (*Clarias batrachus*), da África, tem sido coletado nos Estados Unidos. Esse peixe de aquário é considerado uma das cem espécies não nativas mais nocivas para o ambiente no mundo

FOTO TOM MCHUGH/PHOTORESEARCHERS/LATINSTOCK



FOTO MARK SMITH/PHOTORESEARCHERS/PHOTORESEARCHERS/LAINTSTOCK

Estudo realizado pelo biólogo Ian Duggan, do Instituto de Pesquisas Ambientais dos Grandes Lagos no Canadá, sugeriu que os peixes ornamentais mais populares, comumente disponíveis no comércio mundial, são introduzidos nos ambientes naturais mais facilmente e em maior quantidade do que as espécies raras. Esses peixes mais comuns são os ciclídeos (acarás e mbunas), os poecilídeos (*guppies*, *platys*, molinésias e espadinhas), os caracídeos (tetras, piabas e lambaris), os ciprinídeos (carpas, *kinguios*, barbos e paulistinhas), os belontídeos (peixes-de-briga, peixes-do-paráiso, *colisas* e *tricogasters*) e os loricarídeos (cascudos).

Pesquisadores da agência Pesquisas Geológicas dos Estados Unidos (USGS, na sigla em inglês) também mostraram que, naquele país, a liberação no ambiente de peixes de aquário é a segunda maior causa de introdução de espécies não nativas. Esse tipo de invasão biológica é mais grave no estado da Flórida. Em Taiwan, na Ásia, pesquisadores das universidades de Kaohsiung e Taiwan, e do Zoológico de Taipei, descobriram que 20 das 26 espécies de peixes não nativos presentes nos ambientes naturais daquele país foram introduzidas devido a solturas de aquaristas.

No Brasil, a maioria das informações sobre introduções de peixes diz respeito a fugas de empresas de piscicultura, sendo raros os relatos de solturas por aquaristas. Mesmo assim, há registros de detecção de espécies ornamentais em áreas onde antes não viviam. Na bacia do alto rio Paraná, em São Paulo e Paraná, foram encontrados o tetra-preto, o tetra-foguinho, o plati, o espadinha e o cará-porquinho, e na bacia do rio Tibagi, também nos dois estados, o guppy. Na represa de Salto Grande, no rio Paranapanema (divisa de São Paulo e Paraná), estudos detectaram o peixe-faca ou sarapó. Apenas em São Paulo, foram registrados o oscar, na bacia do rio Pardo, e acará-açu e cará-papa-terra (figura 1), na bacia do rio Grande. Apenas no Paraná, o dojô foi registrado nos rios Barigui e Iguaçu. No Rio de Janeiro, o guppy e o espadinha foram coletados na lagoa Rodrigo de Freitas. Em Minas Gerais, há registros de kinguio, guppy, plati-variado e espadinha na bacia dos rios Doce, São Francisco e Paraíba do Sul. Mais recentemente, foi encontrado o peixe-cachorro na Lagoa dos Patos e em rios próximos, no Rio Grande do Sul.

A invasão de ambientes naturais por espécies não nativas é atualmente uma das maiores causas de perda de biodiversidade no planeta. Plantas e animais exóticos, quando se estabelecem em uma nova região, podem introduzir doenças e agentes



Figura 3. Nativo da América Central, o acará (*Archocentrus nigrofasciatus*) foi introduzido recentemente na Austrália devido ao aquarismo. Segundo a lei ambiental australiana, os aquaristas que liberam peixes no ambiente estão sujeitos a multa de 150 mil dólares australianos

patogênicos que não existiam ali, além de competir por espaço e alimento com as espécies locais, o que pode reduzir suas populações e até levar algumas à extinção.

Segundo estudos da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, na sigla em inglês), 33 das 100 espécies introduzidas mais prejudiciais foram disseminadas devido ao aquarismo. Entre elas estão a carpa-colorida e o bagre-andarilho (figura 2). Pesquisadores do Centro de Pesquisas Ambientais Smithsonian, nos Estados Unidos, também mostraram que a soltura de peixes de aquário por leigos é um dos cinco principais caminhos para a introdução de espécies não nativas em todo o mundo. Os peixes de aquário não nativos libertados pelos donos podem se tornar espécies invasoras e causar sérios danos não só para as espécies nativas, mas também para os ecossistemas e a saúde humana.

## Tristes exemplos pelo mundo

Alguns casos de invasão biológica por peixes ornamentais já foram descritos em vários locais do mundo. Na Austrália, um acará (figura 3) oriundo da América Central vem competindo por alimento com populações de peixes nativos. Na Dinamarca, o peixe asiático kinguio foi responsável pela disseminação de parasitas entre as espécies nativas. ▶





Figura 4. O *guppy*, lebiste ou barrigudinho (*Poecilia reticulata*) é uma das espécies de peixes ornamentais mais populares e mais introduzidas. A imagem mostra casal de *guppies* – fêmea (acima) e macho (abaixo) – liberados por aquaristas e coletados no Parque Estadual do Itacolomi, em Minas Gerais.

No Brasil, o *guppy* (figura 4), nativo do norte da América do Sul, é a espécie mais abundante em lagoas do Parque Estadual do Itacolomi e na cidade de Ouro Preto, em Minas Gerais.

Na Flórida, nos Estados Unidos, cascudos sul-americanos fizeram buracos em barrancos nos lagos onde foram introduzidos, e cientistas estimaram que a erosão provocada por esses buracos avance a uma taxa de 4 m por ano.

No litoral dos estados norte-americanos da Carolina do Norte, Carolina do Sul e Flórida, e na República Dominicana, a presença do peixe-leão (figura 5), espécie asiática, é uma ameaça constante para os banhistas, pois é agressivo e extrema-

mente venenoso. Ainda no litoral da Flórida, além da perigosa presença do peixe-leão, há ainda peixes-cirurgiões dos oceanos Índico e Pacífico, entre eles o peixe-cirurgião-amarelo (figura 6), que podem provocar cortes profundos na pele devido a espinhos afiados localizados na base de suas caudas.

## O que deve ser feito

A comprovação científica dos riscos decorrentes da introdução de animais ou vegetais em ambientes onde não existiam antes deixa claro que não se devem soltar peixes de aquário em rios e lagos. Mas como deve agir alguém que desiste de manter um aquário em casa?

Existem, nesse caso, procedimentos apropriados, recomendados por instituições ambientais de outros países, como a norte-americana Habitattitude (figura 7), e brasileiras, como o Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Os principais pontos a serem levados em consideração pelos aquaristas são: a) nunca

Figura 5. O venenoso peixe-leão (*Pterois volitans*), espécie originalmente da Ásia, pode ser encontrado hoje no oceano Atlântico (no litoral da República Dominicana, por exemplo) devido à soltura por aquaristas



## ATENTOS A INVASÕES BIOLÓGICAS

Os dois primeiros autores, André L. B. de Magalhães (biólogo) e Newton P. de U. Barbosa (veterinário), trabalham com invasões biológicas. O primeiro, doutorando em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre pela UFMG e professor do curso de ciências biológicas do Centro Universitário UMA (Minas Gerais), estuda a introdução de peixes ornamentais exóticos no polo de piscicultura ornamental de Muriaé (MG), na bacia do rio Paraíba do Sul, e também o comércio de peixes de aquário como fonte potencial da dispersão de espécies exóticas. O segundo, também doutorando em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre pela UFMG, estuda invasões biológicas no cerrado e em campos rupestres, em especial na serra do Espinhaço, em Minas Gerais. Cláudia Jacobi é professora e doutora do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG e uma de suas linhas de pesquisa aborda os fenômenos de dispersão de organismos, inclusive o comportamento de espécies invasoras terrestres e aquáticas.



FOTO MARK SMITH/PHOTORESEARCHERS/LATINSTOCK

solte os peixes vivos diretamente em ambiente naturais (oceanos, lagoas, rios, córregos) ou artificiais (represas, açudes, canais); b) nunca os libere pela descarga sanitária de casa; c) doe o peixe para outro aquarista ou loja de aquários, escola, universidade, asilo, presídio, hospital, sempre avisando que a doação é gratuita; d) anuncie o peixe em jornais e na internet (em páginas de comunidades de aquarismo ou no Orkut, no Mercado Livre, no Kimercado e no QueBarato!), sempre avisando que a venda é por um preço bem em conta para o comprador.

Se todas as alternativas acima não derem resultado, a recomendação é pedir a um veterinário para sacrificar o animal empregando um dos métodos previstos na Resolução 714 (de 2002) do Conselho Federal de Medicina Veterinária, que trata da eutanásia em animais. Os métodos recomendados para anfíbios (e válidos para peixes) incluem o uso de barbitúricos, hidrócloro de benzocaína, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) e outros. O sacrifício do animal também pode ser feito em casa, colocando-o em um recipiente com água e levando-o ao congelador. Como os peixes são pecilotérmicos, ou seja, têm temperatura corporal igual à do ambiente, o frio do congelador reduzirá sua temperatura, anestesiando-o antes da morte. Esse método caseiro é considerado o menos traumático para se sacrificar um peixe.



Figura 6. Espinhos na base da cauda do peixe-cirurgião-amarelo (*Zebrasoma flavescens*), espécie dos oceanos Índico e Pacífico introduzida no oceano Atlântico, podem provocar cortes dolorosos na pele se o peixe for incorretamente manuseado

Os aquaristas que não seguem essas recomendações e optam por liberar o animal no ambiente cometem crime ambiental (“disseminar doença ou praga ou espécies que possam causar dano à agricultura, à pecuária, à fauna, à flora ou aos ecossistemas”) previsto na Lei 9.605 (de 1998). Além disso, podem provocar prejuízos ecológicos irreparáveis, porque é praticamente impossível erradicar um peixe de aquário estabelecido em um novo ambiente. ■



Figura 7. Folhetos dos programas australiano (A), brasileiro (B) e norte-americano (C) de prevenção de solturas de peixes de aquário

**Sugestões para leitura**

DUGGAN, I. C.; RIXON, C. A. M. & MACISAAC, H. J. 'Popularity and propagand pressure: determinants of introduction and establishment of aquarium fish', in *Biological Invasions*, v. 8 (2), p. 377, 2006.

FULLER, P. L.; NICO, L. G. & WILLIAMS, J. D. *Nonindigenous fishes introduced into inland waters of the United States*. Bethesda, American Fisheries Society, 1999.

LANGIANI, F.; CASTRO, R. M. C.; OYAKAMA, O. T.; SHIBATA, O. A.; PAVANELLI, C. S. & CASATTI, L. 'Diversidade da ictiofauna do alto rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras', in *Biota Neotropica*, v. 7 (3), p. 181, 2007.

ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R. & RIETZLER, A. C. *Espécies invasoras em águas doces: estudo de caso e propostas de manejo*. São Carlos, Editora Universidade Federal de São Carlos, 2005.



# CHICO SCIENCE & NAÇÃO ZUMBI!

## ENTRE A MODERNIDADE E A TRADIÇÃO

*Poucos artistas destacam-se, dentro do diversificado cenário da música popular brasileira, com composições e atitudes criativas sem vincular-se diretamente às fórmulas padronizadas e imediatas da canção de sucesso. Um exemplo foi o pernambucano Chico Science, que nos anos 90 misturou gêneros tradicionais e modernos, como o maracatu e o rock, no grupo Chico Science & Nação Zumbi. Junto com outros grupos e músicos de Recife, criaram o mangubeat, importante movimento cultural que trouxe atitudes e estéticas renovadoras para a música de Pernambuco e do Brasil.*

**Herom Vargas**

Programa de Mestrado em Comunicação,  
Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS),  
e Faculdade de Comunicação,  
Universidade Metodista de São Paulo (Umesp)



A canção popular brasileira tem sido bastante estudada nos últimos anos. O motivo desse interesse não está apenas na qualidade de seus compositores e suas obras, mas também nas relações que ela criou, de um lado, com as tradições e, de outro, com as novidades que surgem a todo momento. Não é à toa que historiadores, sociólogos, musicólogos e pesquisadores em comunicação têm se dado conta da importância da música popular tanto em sua linguagem – mistura de letra, música e performance – quanto nas relações com a sociedade, as ideologias e os meios de comunicação. ▶

Foto: FRED ORRINO



Reproduzida tecnicamente e divulgada de forma massiva desde o início do século 20, a música popular tornou-se presente no dia a dia dos habitantes das cidades como uma espécie de trilha sonora. Isso ocorreu, em parte, por conta do disco, da popularização do rádio, da televisão e, atualmente, dos aparelhos portáteis de audição individual (desde toca-fitas e *walk man* até os atuais *ipod* e MP3 *players*). A canção está ainda no assobio desprezioso na rua ou durante o trabalho e em praticamente todos os rituais sociais. Tornou-se, por isso, um passaporte para a sociabilidade e um instrumento de identidade cultural.

Há canções que incorporam em sua estrutura de linguagem várias informações culturais e, por isso, adquirem grande importância. Nelas, um ouvido atento pode observar detalhes da vida, da sociedade e da cultura indicados em poucos sons e palavras. Alguns compositores conseguem tratar de temas complexos de maneira simples, ou revelam grandes questões dentro de situações aparentemente corriqueiras. Podem, inclusive, utilizar formas poéticas ou musicais ancestrais, mas tocadas com instrumentos e/ou arranjos contemporâneos, fazendo com que passado e presente entrem em diálogo.

Claro que isso ocorre em vários graus e intensidades. Não são todas as canções que trazem tal riqueza ou que conseguem conjugar informações de tempos distintos. Em geral, as músicas de maior sucesso e divulgação nos meios de comunicação tendem a ser mais 'pobres' nesse aspecto. Como são produzidas dentro de um padrão quase industrial, para uma audição imediata e desatenta e um consumo intenso e passageiro, tendem a ser superficiais, com melodia agradável, ritmo cativante e refrão que se repete ao longo dos cerca de três minutos de duração – tempo padronizado pela gravação em disco e para execução nas rádios.

Essas regras da indústria fonográfica e da produção para o consumo, porém, não são mecânicas. Algumas composições, mesmo que se tornem sucessos, têm características bastante criativas, nítidas aos ouvidos mais atentos.

## TRÊS CAMPOS CULTURAIS EM UM

Um dos aspectos que a música popular apresenta, sobretudo no Brasil, é a capacidade de juntar elementos das culturas tradicionais ou folclóricas com outros de origem erudita em um produto cuja existência está ligada aos meios de comunicação contemporâneos. Por isso, a canção pode englobar três grandes campos da cultura: tem suas raízes na tradição, pode ser produzida por poetas e músicos de formação culta, e ao mesmo tempo tem sua circulação na sociedade baseada nos mecanismos da mercadoria e da cultura de massas.

Essas relações entre três campos culturais – popular, erudito e massivo, cada um com suas próprias dinâmicas – podem ser evidenciadas em canções como as compostas por Ernesto Nazareth (1863-1934), Catulo da Paixão Cearense (1863-1946), Pixinguinha (Alfredo Viana Filho, 1897-1973), Benedito Lacerda (1903-1958), Tom (Antonio Carlos) Jobim (1927-1994) e Vinícius de Moraes (1913-1980), Aldir Blanc e João Bosco, Fernando Brandt e Milton Nascimento, Caetano Veloso, Gilberto Gil e Chico Buarque, entre muitos outros.

No entanto, mesmo que as canções recebam influências de múltiplos matizes, é impossível reduzi-las a qualquer um deles. Mesmo que um ou outro sejam percebidos com maior evidência, cada composição é, eminentemente, síntese de informações e confluência de tempos. Por isso, a complexidade da música popular, mesmo aquela de sucesso e consumo mais imediatos, precisa ser objeto de atenção de pesquisadores da cultura.







## CHICO SCIENCE & NAÇÃO ZUMBI

Dentro do imenso leque de criadores na história da música popular brasileira, um grupo destacou-se nos anos 90, na capital pernambucana, Recife, ao utilizar formas de hibridismo muito recorrentes. Esse grupo é o Chico Science & Nação Zumbi, formado a partir da união do Loustal, uma banda de *rock*, com o bloco de samba-*reggae* Lamento Negro. Seu trabalho de junção de elementos musicais tradicionais (ritmos, instrumentos, gêneros etc.) com as correntes musicais globalizadas da atualidade transformou-se em um marco importante para as culturas musicais pernambucana e brasileira.

Chico Science – nome artístico do cantor e compositor Francisco de Assis França, nascido em Olinda (PE) em 1966 – foi o principal mentor do ‘manguebeat’, importante movimento cultural surgido no Recife nos anos 90. Sua morte trágica, em um acidente com seu carro, em fevereiro de 1997, foi um forte golpe na cena musical local, mas não arrefeceu o ânimo de vários outros grupos que ajudaram a criar o movimento, como Mundo Livre S.A., Mestre Ambrósio, Cascabulho, Devotos e outros. O Nação Zumbi também continuou atuante, com outro integrante do grupo substituindo Chico Science como vocalista.

O grupo Chico Science & Nação Zumbi surgiu a partir do interesse de Science em aproveitar a intensidade da percussão do maracatu e adaptá-la à sonoridade das guitarras distorcidas do *rock* e à rítmica peculiar do *rap* e da *soul music* norte-americanos. O intuito era obter uma sonoridade diferente de tudo o que existia até então na música brasileira e, com isso, injetar ânimo na cena musical pernambucana. Segundo os jovens músicos, o que se ouvia em Recife limitava-se ao carnaval, aos sucessos produzidos no eixo Rio-São Paulo e divulgados pelas rádios ou às composições herdeiras do movimento armorial, criado nos anos 70 pelo escritor Ariano Suassuna. O movimento armorial propunha uma música de caráter erudito, mas com uso de elementos tradicionais do sertão nordestino (instrumentos, ritmos e timbres, como se ouve, por exemplo, nos discos do grupo Quinteto Armorial).

Ao contrário, a ideia dos novos grupos era produzir uma música popular com caráter experimental, mesclando as informações poéticas e musicais dos gêneros tradicionais locais com as novidades do cenário musical da época (*heavy metal*, *rap*, *sampler* e outros gêneros), mas com a intenção de fugir tanto da erudição hermética e nacionalista dos armoriais quanto da pressão dos sucessos trazidos do Sudeste pelo rádio, pela televisão e pelas gravadoras.

O grupo musical pernambucano Chico Science & Nação Zumbi surgiu nos anos 90 com a proposta de unir a música tradicional de Pernambuco e gêneros atuais como o *rock* e o *rap*.





## MARACATU UNIDO AO ROCK

Nas composições de Chico Science e seu grupo é possível detectar uma nova apropriação da tradição, diferente do 'purismo' dos armoriais. Suas propostas eram o uso experimental das manifestações musicais de Pernambuco (maracatu, coco, ciranda, embolada e alguns instrumentos de percussão) mescladas a elementos do *rock*, do *funk*, do *rap* e da música eletrônica, e a inserção dessa produção inovadora nas estruturas dominadas pela canção de massa, por meio de gravação de discos, divulgação comercial, veiculação em rádios, presença em trilhas de novelas televisivas e apresentações em festivais e turnês na Europa e nos Estados Unidos.

Entre as várias referências culturais do grupo, a principal era o maracatu, um folguedo folclórico vinculado ao Recife. Os maracatus são agremiações populares que desfilam nas ruas, no carnaval, com enredos que comemoram a coroação de um rei e de uma rainha negros, embalados pela música de forte ritmo sincopado. Existem basicamente dois gêneros de maracatu. O mais conhecido é o maracatu-nação ou de baque virado. Esse tipo utiliza alfaias, ou seja, tambores de som grave (zabumbas ou bombos), e o nome 'virado' significa dobrado, porque os grupos utilizam mais de um tambor grave e tambores de som mais agudo (como caixa ou tarol), além do gonguê (instrumento de metal, com a forma de uma campânula, tocado com um bastão de madeira). O outro é o maracatu rural, também chamado de maracatu-orquestra ou de baque solto, porque é tocado com apenas um tambor, caixas, chocalhos e instrumentos de sopro.

Ambos têm sua origem ligada às tradições afro-brasileiras, como tantas outras formações festivo-musicais de caráter religioso e profano que demonstram o sincretismo cultural entre o africano

O grupo Chico Science & Nação Zumbi deixou dois discos próprios (*Da lama ao caos*, 1994 e *Afrociberdelia*, 1996) e participou de uma coletânea (*Maracatu atômico*, 2000)

escravizado no Brasil, o indígena subalterno e o português dominante. As letras das toadas (canções) do maracatu em geral homenageiam a agremiação, o rei ou a rainha, ou chamam o povo para a festa. Apesar das muitas variações do maracatu de baque virado, os aspectos mais característicos são as batidas contínuas do gonguê (que dão o andamento do ritmo, como uma 'guia'), os rufos na caixa e os baques das alfaias em síncope característica. Vale frisar que, diferentemente do samba carioca, não são as percussões de timbres graves que fazem a marcação, mas o som agudo do gonguê.

Nos dois discos de Chico Science & Nação Zumbi (*Da lama ao caos*, lançado em 1994, e *Afrociberdelia*, de 1996), há letras que permitem reconhecer o emprego dessa tradição dentro da música popular moderna. Um exemplo está na letra da composição *O cidadão do mundo* (disco *Afrociberdelia*), que diz: "Vou juntar a minha Nação/ na terra do maracatu/ (...) / Eu vi, eu vi/ A minha boneca vodu/ Subir e descer no espaço/ Na hora da coroação/ Me desculpe/ mas esta aqui é a minha Nação." Percebem-se referências diretas à 'nação' (grupo de maracatu), à calunga (boneca), às evoluções dos componentes e seus estandartes e à cerimônia da coroação. Na canção *Mateus enter* (disco *Afrociberdelia*), além de citar Mateus, um personagem burlesco do maracatu, a letra indica um tipo de chamamento do povo das ruas para a festa: "Eu vim com a Nação Zumbi/ aos seus ouvidos falar/ Quero ver a poeira subir/ e muita fumaça no ar."

Se compararmos essas letras às das toadas com que grupos tradicionais de maracatu congratulam-se com o povo, a estrutura é muito próxima. Vejamos dois exemplos do Maracatu Nação Erê, grupo formado por crianças carentes de Recife: "Ô lelê, Ô lelê, Ô lelê, Ô lalá/ A Nação Erê acabou de chegar" (da música *Que baque é esse?*); "A boneca da dama do paço/ Resplandece toda a nação/ Tocando com essas crianças/ Trazendo esta multidão/ Multidão que vem pra cá/ Vem pra cá, vem dançar" (da música *Luanda, vem ver*). Essas duas composições integram o disco coletivo *Maracatu atômico*, do qual o Chico Science & Nação Zumbi também participou.

No disco *Da lama ao caos*, do grupo pernambucano, a faixa *Maracatu de tiro certo* exibe essa relação com os elementos desse folguedo no título e na percussão. A música começa com o toque do gonguê e de um berimbau. Depois entram a caixa e três tambores, construindo uma base rítmica sinco-



pada para a guitarra distorcida e o baixo de registro grave. A bateria (instrumento de forte presença no *rock*) é substituída por outras percussões, e essa seção rítmica de grande intensidade sonora interage com guitarra e baixo, instrumentos típicos da linguagem roqueira. Esse diálogo sonoro inusitado associa distintas estruturas rítmicas, mistura alguns de seus elementos e pulveriza diferenças entre ambas as formas musicais afro-americanas (maracatu e *rock*).

A eficiência dessa junção está principalmente na força acústica do maracatu, que se aproxima do alto volume dos instrumentos geralmente encontrado no *rock*. A ausência da bateria (no primeiro disco), pouco percebida, é compensada pela pujança do baque virado das alfaias. A rigor, ambos – maracatu e *rock* – aproximam-se, pois suas origens estão ligadas às tradições musicais afro-americanas baseadas no ritmo.

O próprio *rock*, representado nas canções do grupo, entre outros, pelos timbres da guitarra e do baixo, ganha outras nuances a partir da percussão, sobretudo pela síncope típica do maracatu e que não existe, na mesma forma, no gênero estrangeiro. Não se trata de simplesmente usar os tambores, mas de alterar os padrões de um gênero em função de outro. O grupo não faz maracatu, nem *rock*. Ao contrário, cria texturas sonoras inéditas, respeitando, ao mesmo tempo, ambas as tradições.

Esse respeito, porém, não é baseado na manutenção de uma possível pureza dos gêneros. A ideia é reconhecê-los e usar o que apresentam de melhor para realizar essa síntese criativa. Por isso, o elemento folclórico não é usado apenas como um coadjuvante: é dada a ele uma posição ativa. Aqui, por exemplo,

é o *rock* que adquire – ou readquire – alguns aspectos que apresentava em sua origem como música negra nos Estados Unidos, e que se perderam com sua absorção pela indústria cultural.

## CRIATIVIDADE NA CANÇÃO

As composições de Chico Science e de outros componentes do grupo são importantes pela característica híbrida de seu processo criativo e por terem reorganizado gêneros e formas musicais em novas estruturas. A força da aproximação entre o tradicional e o moderno não está simplesmente no estranhamento que provoca. Esse vigor apresenta-se no exercício experimental do grupo, que procurou manter e ressaltar uma característica fundamental da música popular brasileira: a capacidade de fundir polos culturais distantes em busca de sínteses inovadoras.

Chico Science & Nação Zumbi é mais um exemplo de criadores que conseguem acrescentar inovações à trajetória da canção brasileira. Essa posição de destaque pode ser creditada, em grande parte, ao próprio Science, por sua liderança e por ter sido o principal compositor do grupo. Sua capacidade criativa ficou evidenciada nas canções que deram ao grupo o reconhecimento da crítica especializada. Não é à toa que ele tem sido citado, por pesquisadores da cultura, entre os grandes criadores na tradição da música brasileira – os que conseguem reconstruir as tradições musicais e culturais do país. ■

### Sugestões para leitura

- PERRONE, Charles A. & DUNN, Christopher. (ed.) *Brazilian popular music & globalization*. Nova York, Routledge, 2002.
- TELES, José. *Do frevo ao manguebeat*. São Paulo, Ed. 34, 2000.
- SANTOS, José Henrique de F. *AFROPLAGIOCOMBINADORSCIBERDÉLICOS: afrociberdelia e plagiocombinação nas letras de Chico Science & Nação Zumbi*. Salvador, Quarteto Editora, 2006.
- VARGAS, Herom. *Hibridismos musicais de Chico Science & Nação Zumbi*. Cotia, Ateliê Editorial, 2007.
- NA INTERNET  
CliqueMusic ([cliquemusic.uol.com.br/artistas/nacao-zumbi.asp](http://cliquemusic.uol.com.br/artistas/nacao-zumbi.asp))  
WelcomeTo ([www.welcome.to/csnz](http://www.welcome.to/csnz))





# Ginkgo

*O Ginkgo biloba é uma das plantas medicinais mais comercializadas atualmente no mundo. É apontado como benéfico no tratamento de muitos problemas de saúde, mas as informações divulgadas sobre seus efeitos terapêuticos são em geral exageradas e sem base científica. Na verdade, pesquisas relatam com frequência efeitos adversos quando são utilizadas partes da planta fresca ou seca, que não passaram por um processo de remoção de substâncias tóxicas existentes na espécie. Não é recomendado o consumo do G. biloba fresco ou seco, na forma de chás ou em contato direto com a pele, devido à presença de substâncias capazes de provocar alergias ou reações tóxicas para o sistema nervoso.*

**Leopoldo C. Baratto**

*Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas,  
Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná*

**Juliana C. Rodighero**

*Curso de Especialização em Ciências Farmacêuticas,  
Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná*

**Cid Aimbiré de Moraes Santos**

*Departamento de Farmácia, Universidade Federal do Paraná*



# *biloba*

## *O chá das folhas é seguro?*

**As plantas medicinais e os medicamentos fitoterápicos** são utilizados em todo o mundo por apresentarem ação terapêutica contra variados problemas de saúde, mas são equivocadamente considerados de baixo risco de toxicidade. Tanto as plantas (folhas, cascas e outras partes, usadas ao natural, secas ou trituradas, ou em emplastos e chás caseiros) quanto os medicamentos industriais obtidos destas (os fitoterápicos) podem conter substâncias que exercem efeitos colaterais indesejáveis, do mesmo modo que os remédios compostos de substâncias sintéticas.

FOTO GETTY IMAGES





O *Ginkgo biloba*, árvore que lembra o pinheiro, é a única representante atual de sua família de plantas

O *Ginkgo biloba* é a única espécie ainda existente da família Ginkgoaceae, e por isso tem sido chamada de 'fóssil vivo' – há estruturas fossilizadas de ancestrais do gênero *Ginkgo*, semelhantes à espécie atual, com até 170 milhões de anos. Por apresentar propriedades terapêuticas, é uma das plantas mais empregadas em remédios caseiros ou em fitoterápicos em todo o mundo. Seu uso medicinal é milenar: registros chineses revelam que desde 2.800 a.C. a planta era usada na medicina tradicional do país, em especial para o tratamento de doenças respiratórias. Atualmente, suas folhas secas têm sido comercializadas indiscriminadamente e, indicadas para o tratamento de distúrbios de memória, são utilizadas por muitas pessoas por meio da automedicação, o que traz muitos riscos.

As principais indicações terapêuticas para os extratos de *G. biloba* são o tratamento de deficiências na cognição (em particular falhas de memória e dificuldade de concentração), depressão, vertigens, zumbidos no ouvido, dor de cabeça e síndromes de demência. Também são indicados para o combate à doença arterial periférica oclusiva Fontaine estágio II (claudicação intermitente), que compromete o desempenho físico dos pacientes, levando a dificuldades para caminhar. Outras recomendações incluem casos de asma, impotência sexual, alergias e síndrome pré-menstrual.

Para os extratos de *G. biloba* produzidos de maneira correta, com a eliminação das substâncias tóxicas, o uso geralmente não tem contraindicações. Os efeitos adversos são muito raros, mas em alguns casos podem ocorrer irritações gástricas leves, diarreia, flatulência, náusea, vômito, dor de cabeça, sangramento e reações alérgicas cutâneas por contato. Mesmo sem contraindicações, o uso de preparações à base de *G. biloba* deve ser evitado por pacientes com histórico de hipersensibilidade, crianças e grávidas.

Produtos à base de *G. biloba* podem ser encontrados nas farmácias em diversas apresentações: cápsulas, comprimidos, aerossóis sublinguais e tinturas, preparados a partir de extratos secos ou fluidos. Há também algumas preparações para uso na pele desenvolvidas a partir das folhas e indicadas para tratamento antienvhecimento e como protetor solar. Entretanto, a maioria dos fitoterápicos produzidos com essa planta é constituída por um extrato padronizado das folhas, obtido por meio de processos que envolvem várias etapas, as quais, ao final, concentram os componentes ativos e removem parte das substâncias potencialmente tóxicas.

## Um extrato padronizado

Os únicos extratos de *G. biloba* recomendados para uso terapêutico, segundo o Instituto de Drogas e Produtos Medicinais da Alemanha, são aqueles obtidos a partir de uma mistura de água e acetona e, na sequência, purificados sem a adição de outras substâncias. Essas técnicas, desenvolvidas por grandes empresas, são patenteadas e não divulgadas. Os produtos à base de *G. biloba* com o devido registro nos órgãos responsáveis e comercializados nas farmácias brasileiras são fa-



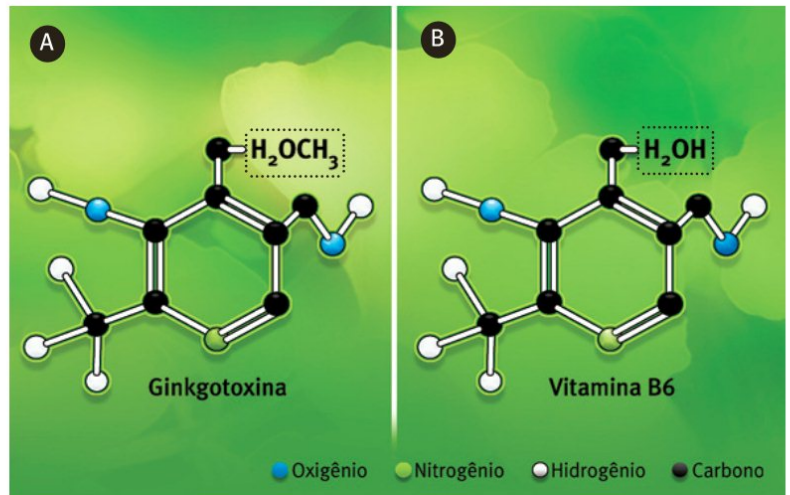
bricados com extratos padronizados geralmente adquiridos no exterior. As indústrias nacionais apenas os transformam em comprimidos, cápsulas e outras formas farmacêuticas.

No Brasil, a legislação sobre plantas medicinais, seus derivados primários e fitoterápicos, elaborada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), determina que, para obter o registro de produção, a indústria responsável deve apresentar relatórios de segurança, eficácia, produção e controle de qualidade, e a autorização para comercialização depende de uma pontuação mínima definida com base em estudos publicados em livros e periódicos científicos reconhecidos pelo órgão.

O extrato quimicamente complexo resultante do uso da mistura de água e acetona é composto por mais de 40 substâncias, apresenta concentrações mínimas garantidas e controladas dos compostos terapeuticamente ativos e elimina componentes indesejáveis que oferecem risco toxicológico. Estudos com culturas de células e em animais de laboratório demonstraram que o extrato padronizado de *G. biloba* assim obtido provoca dilatação de artérias e veias, facilitando a circulação sanguínea, aumentando a distribuição de sangue para os tecidos periféricos e o cérebro.

Além disso, alguns compostos neles presentes, chamados de ginkgolídeos, principalmente o ginkgolídeo B, inibem o fator de agregação plaquetária (PAF, na sigla em inglês), substância que promove a aglomeração de plaquetas no sangue (desencadeando a coagulação) e atua, também, em processos alérgicos inflamatórios. Pacientes que recebem qualquer tipo de medicação devem, portanto, estar atentos ao uso simultâneo com extratos de *G. biloba*, pois já foram constatadas interações com anticoagulantes e antiplaquetários. Recomenda-se a utilização desses extratos com cautela e com monitoração por um médico, já que os ginkgolídeos, por inibirem o PAF, podem provocar sangramentos, potencializar efeitos tóxicos no fígado e no aparelho auditivo e, ainda, alterar a concentração no plasma de alguns medicamentos ou interferir em seus efeitos.

Se os extratos padronizados apresentam segurança medicamentosa, isso não ocorre



quando são utilizadas preparações obtidas diretamente de folhas frescas ou secas da planta, como chás, pós, tinturas ou emplastos. Efeitos adversos são relatados com frequência, já que essas preparações não passam pelo processo de remoção das substâncias tóxicas. As folhas, assim como a polpa dos frutos e a casca das sementes, contêm substâncias como os ácidos ginkgólicos e a bilobalina que, do ponto de vista químico, são semelhantes às substâncias tóxicas encontradas na hera venenosa (espécie do gênero *Toxicodendron*) ou nas cascas da manga e da castanha-de-caju.

As partes da planta utilizadas para fins medicinais são, de fato, as folhas secas (por meio do extrato obtido com a técnica apropriada), mas o uso terapêutico dos frutos e das sementes é muito difundido pela medicina tradicional chinesa na Ásia Oriental, e casos de envenenamento por consumo excessivo de sementes já foram notificados na China e no Japão. As sementes contêm o alcaloide ginkgotoxina, substância tóxica estruturalmente semelhante à vitamina B6. A ginkgotoxina, quando ingerida, pode provocar convulsões, perda da consciência e parada cardiorrespiratória.

Por serem muito semelhantes (a diferença está apenas no radical químico indicado nas figuras), a ginkgotoxina (A) interfere em reações orgânicas que dependem da vitamina B6 (B), causando problemas de saúde



Sementes, folhas e frutos de *G. biloba*



# Qualidade de drogas

A análise de drogas vegetais durante aulas práticas da disciplina de farmacognosia do curso de Farmácia da Universidade Federal do Paraná e a monografia apresentada por J. C. Rodighero no curso de especialização em ciências farmacêuticas, também na UFPR, sob orientação C. A. Santos, foram a base para o texto deste artigo. Santos trabalha há anos com controle de qualidade de drogas vegetais como bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e integra o Comitê Técnico Temático de Plantas Medicinais da Farmacopeia Brasileira. Esse comitê visa elaborar monografias adequadas para a Farmacopeia Brasileira. A existência, no comércio, de folhas de *G. biloba* na forma seca para fazer chá motivou o estudo do tema.



O uso das folhas secas do *Ginkgo biloba*, em pó ou na forma de chás ou emplastos, não é recomendado porque pode causar intoxicações

## Sugestões para leitura

- ALONSO, Jorge. *Tratado de fitofármacos y nutracéuticos*. Rosário, Editora Corpus Libros, 2004.
- NEWALL, Carol A.; ANDERSON, Linda A. & PHILLIPSON, J. D. *Plantas medicinais: guia para profissionais de saúde*. São Paulo, Editorial Premier, 2002.
- SCHULTZ, Volker; HÄNSEL, Rudolf & TYLER, Varro E. *Fitoterapia racional: um guia de fitoterapia para as ciências da saúde*. Barueri, Editora Manole, 2002.

A vitamina B6 participa de reações enzimáticas importantes do metabolismo de aminoácidos e da biossíntese de neurotransmissores como a dopamina, a serotonina e o ácido gama-aminobutírico (Gaba). A ginkgotoxina interfere nesses processos, tomando o lugar da vitamina B6 nas reações e impedindo a síntese dos neurotransmissores. Como resultado, são reduzidos os níveis de Gaba, principal neurotransmissor inibitório, o que desregula a excitabilidade neuronal e, muitas vezes, provoca convulsões. Esse resultado foi demonstrado em estudos em que o extrato aquoso das sementes foi injetado em animais: estes apresentaram paralisia nos membros inferiores, convulsões e dor excessiva no ouvido, sintomas atribuídos à ginkgotoxina – a ‘antivitamina’ B6.

Nos frutos do *G. biloba* há alquifenóis e, entre eles, os ácidos ginkgólicos, grupo de substâncias consideradas tóxicas, capazes de induzir reações de hipersensibilidade, desencadeando respostas alérgicas por contato. Além de não contribuírem para ação terapêutica dos extratos, esses ácidos parecem inibir diversos sistemas de reações enzimáticas importantes. Como há evidências de que esses compostos possam ser mutagênicos e mesmo cancerígenos, as diretrizes de várias entidades regulatórias requerem, se não a remoção completa dessas substâncias dos extratos de *G. biloba*, ao menos sua restrição a uma concentração abaixo do limite máximo de cinco partes por milhão (5 ppm). Espera-se, com essas medidas, a eliminação ou a minimização dos efeitos tóxicos, embora não se possa garantir que esses compostos não se acumulem aos poucos no organismo humano.

## Segurança duvidosa

Diversos produtos comercializados sob a denominação de ‘Extrato de *Ginkgo biloba*’ são obtidos por extração simples, muitas vezes hidroalcoólica (em geral, maceração a frio com uma mistura de álcool etílico e água), sem o controle da quantidade exata de alquifenóis. A avaliação de 33 certificados de análise de amostras de extratos de *G. biloba* encontrados no mercado, em estudo realizado por um dos autores (J. C. Rodighero), revelou que nenhum relatava algum conteúdo em alquifenóis.

No entanto, estudo recente, feito no Departamento de Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal de Santa Catarina, mediu o teor de ácidos ginkgólicos de alguns fitoterápicos preparados à base de extratos de *G. biloba* (80 mg) e constatou que apenas um manteve-se dentro dos valores preconizados (menos de 5 ppm), enquanto os demais apresentaram valores muito acima do recomendado, variando de 17,99 ppm a 14.126,76 ppm de ácidos ginkgólicos. Os únicos produtos recomendados para uso são, porém, os preparados a partir de extratos padronizados.

Se o conhecimento existente hoje não permite garantir ao certo a segurança do uso dos extratos tecnicamente elaborados, o que se pode dizer da indicação popular (e comercialização) das folhas secas de *G. biloba* para distúrbios de memória, na forma simples de um chá? ■



# Guerra microbiana

Já diz o ditado que fogo se combate com fogo. E por que não usar bactérias, como os lactobacilos normalmente presentes em nosso corpo, contra outras bactérias ou leveduras patogênicas? É o que pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) estão fazendo. Eles isolaram quatro linhagens da bactéria *Lactobacillus crispatus* existentes no ambiente vaginal sadio e com alta capacidade de combater agentes infecciosos. Junto com uma empresa gaúcha, a Geyer Medicamentos, os cientistas pretendem usar essa bactéria para desenvolver um produto baseado em uma defesa natural, que reforçaria o ecossistema vaginal e impediria o surgimento de infecções.

A pesquisa surgiu de uma colaboração entre os departamentos de Microbiologia da UFMG e de Ginecologia do Hospital das Clínicas da mesma universidade para estudar a relação entre o aparecimento de infecções e distúrbios da microbiota vaginal. “Antigamente, se dizia flora vaginal, mas como as bactérias não são animais nem vegetais, tendo seu próprio domínio, a palavra correta, no caso dos *Lactobacillus*, é microbiota”, explica Jacques Nicoli, biólogo da UFMG e coordenador do estudo.

Segundo ele, o trabalho comparou, por meio de exames clínicos e microbiológicos, mulheres sadias e com infecção vaginal para identificar e contar quais espécies de lactobacilos eram parte do ecossistema normal e quais do infectado. Nicoli relata que, em situação de normalidade, o

ecossistema é totalmente dominado por essas bactérias em forma de bastonete, conhecidas como Flora de Doderleïn. “No entanto, quando há um distúrbio – seja causado por mudança hormonal, condições higiênicas, roupas íntimas sintéticas ou mesmo antibióticos –, os lactobacilos diminuem, permitindo que outros micro-organismos se alojem no ambiente, o que pode gerar um processo infeccioso”, diz o biólogo.

## Mecanismo de defesa ecológica

Nicoli e sua equipe identificaram as espécies de lactobacilos que, além de estarem sempre presentes em mulheres sadias, apresentavam maior capacidade de inibir o crescimento de um amplo espectro de patógenos vaginais. “O *L. crispatus* se mostrou o melhor candidato e selecionamos quatro linhagens dessa espécie particularmente eficientes na proteção”, conta, acrescentando que essa bactéria usa a produção de água oxigenada e de bacteriocinas, entre outros mecanismos, como arma contra os invasores.

Nessa etapa, os pesquisadores foram contatados pela empresa Geyer Medicamentos, de Porto Alegre, que estava à procura de um novo produto na linha dos chamados probióticos. O produto, sob a forma de pomada ou supositório, introduziria essas novas linhagens de *L. crispatus*, ajudando a recompor a microbiota original e combater a infecção. “Atualmente, há alguns produtos



Lactobacilos presentes no ambiente vaginal sadio podem ser usados para combater infecções. Na imagem, lactobacilos aumentados em mil vezes

que seguem essa linha, mas contendo micro-organismos que não vêm do ecossistema vaginal sadio”, observa o biólogo.

Após a mediação do Centro de Transferência e Inovação Tecnológica da UFMG, o laboratório transferiu as linhagens selecionadas de lactobacilos à empresa e agora as duas equipes, em colaboração com a microbiologista Célia Alencar de Moraes, da Universidade Federal de Viçosa, estão desenvolvendo a formulação do produto, que deve em cerca de dois anos ficar pronto. “Depois disso, teremos mais dois anos de testes em animais, dois anos e meio testando em humanos e um ano e meio para aprovação na Agência de Vigilância Sanitária [Anvisa]. Ou seja, creio que o medicamento só estará pronto para comercialização, se tudo correr bem, daqui a oito anos”, prevê Nicoli.

**Fred Furtado**  
Ciência Hoje/RJ



# Memória colonial

Moinho Colognese, no município de Ilópolis (RS), totalmente restaurado. Em primeiro plano, o Museu do Pão, um dos destaques do turismo na região do Vale do Taquari

O interior do Rio Grande do Sul guarda um patrimônio arquitetônico de grande valor: os moinhos do Vale do Taquari. Símbolo da imigração italiana da primeira metade do século 20, essas construções representam a conquista de um modo de vida autossustentável para os colonos recém-chegados. Mas esse legado acabou esquecido, e sua preservação só está sendo possível graças aos esforços da comunidade local, que conseguiu implantar o projeto Caminho dos Moinhos no final de 2008.

Há vários moinhos de interesse histórico na região, mas por ora só seis fazem parte do projeto. Dois já estão restaurados. No moinho Colognese, situado em Ilópolis, funcionam agora o Museu do Pão e uma escola de panificação, principais destaques do turismo no Vale do Taquari. Com maquinário em perfeito estado, o moinho Fachinetto, loca-



FOTOS AUGUSTO ALVES (UNIVATES)

lizado no município de Arvorezinha, produz alimentos para abastecer o comércio local. O moinho Castaman, também em Arvorezinha, já tem o projeto de restauração pronto e aguarda o início das obras.

Há pouco ficou pronto o levantamento cadastral do moinho Marca, localizado em Putinga. Segundo o coordenador do projeto, Augusto Alves, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Univates, em Lajeado (RS), o estado de conserva-

ção do prédio é precário. Planta baixa, cortes, fachadas, registros fotográficos e diagnóstico do estado de conservação do edifício, entre outros detalhes, foram encaminhados ao escritório Brasil Arquitetura, de São Paulo, responsável pelo projeto de restauração de todos os moinhos.

No começo de 2009 o convênio entre as instituições parceiras – que inclui, além do Univates e do escritório Brasil Arquitetura, a Associação dos Amigos dos Moinhos do Vale do Taquari – foi renovado e ampliado, com a inclusão no projeto do município de Anta Gorda, onde ficam os moinhos Vicenzi e Dallé. O levantamento cadastral deste último está em curso e o do moinho Vicenzi começará a ser feito ainda este ano. “Embora funcio-

Vista externa do moinho Marca, construído no início da década de 1950 no município de Putinga (RS)





FOTOS AUGUSTO ALVES (UNIVATES)



Detalhe do moinho Vicenzi, construído em 1930 no município de Anta Gorda (RS). Cercado de belezas naturais, oferece grande potencial turístico para a região do Vale do Taquari. À direita, pedra mó do moinho Vicenzi, utilizada para moer grãos e produzir farinha



ne comercialmente, esse moinho necessita de um amplo trabalho de restauração”, conta Alves.

Antes do início das obras, os projetos de restauração das edificações devem ser aprovados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, o Iphan. Recentemente essa autarquia do governo brasileiro, responsável pela preservação do acervo patrimonial do país, premiou o projeto Caminho dos Moinhos por considerá-lo exemplar ao unir esforços da comunidade, da academia e da iniciativa privada para salvar parte da história e da cultura nacional.

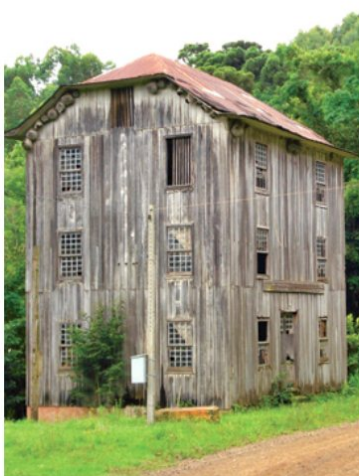
### Talentedos construtores

Segundo Alves, os imigrantes italianos que se estabeleceram no Vale do Taquari dominavam técnicas construtivas bastante apuradas, com destaque para a manufatura da madeira: “Eram formas simples, mas muito bem trabalhadas, bem acabadas e, sobretudo, bem encaixadas”. Ele destaca ainda a destreza dos italianos no trabalho com as pedras de cantaria usadas nas construções, que eram cortadas com grande precisão e em geral utilizadas nos porões dos moinhos. “Essas obras são plasticamente muito bonitas”, diz o arquiteto.

O projeto Caminho dos Moinhos ainda tem um longo caminho a percorrer. Mas os pesquisadores já estudam a possibilidade de incluir também estudos que permitam entender em profundidade o contexto em que a sua construção se inseria. “Esperamos também integrar ao projeto estudos de engenharia ambiental, uma vez que muitos moinhos foram construídos à beira de rios.”

Não há previsão para a conclusão das obras. Os arquitetos envolvidos no projeto ressaltam a importância de se conservar esse patrimônio, não só por seu valor histórico, mas também pelo potencial que têm de estimular o turismo na região. Na opinião de Alves, esse inestimável patrimônio histórico e arquitetônico não pode desaparecer, devendo reintegrar-se à vida da comunidade como elemento vivo de sua cultura.

O moinho Castaman foi construído em 1947 no município de Arvorezinha (RS). Com projeto de restauro pronto, aguarda início das obras. À direita, o galpão desse moinho



### Henrique Kugler

Especial para a *Ciência Hoje*/PR



# Mais humanas

**E**m meio às 21 mesas-redondas, 692 apresentações e 50 livros lançados, a essência do 33º Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Ciências Sociais (Anpocs) foi a reflexão sobre o próprio fazer científico nas ciências humanas. Além de temas tradicionais – como a conjuntura nacional e a violência urbana –, essa discussão ganhou uma sessão especial, permeando trabalhos so-

bre os mais variados assuntos.

O encontro aconteceu entre os dias 26 e 30 de outubro, em Caxambu (MG), e reuniu mais de 2 mil pessoas. Com uma variada gama de pesquisadores brasileiros, alguns nomes estrangeiros de peso também compareceram, como o antropólogo alemão Florian Mühlfried, do Instituto Max Planck, e o sociólogo Hauke Brunkhorst, da Universidade de Flensburg, na Alemanha, que partici-

pou de uma mesa sobre as consequências da queda do muro de Berlim hoje, 20 anos após o acontecimento.

Além da política internacional, que ocupava um relativo espaço na agenda do encontro, a antropologia também estava bastante presente, fato que surpreendeu a diretoria da Anpocs, pois, nesse ano os trabalhos de cunho antropológico foram mais numerosos do que os das demais áreas.

ILUSTRAÇÕES: ALBERTO

## Autorreflexão

O esforço da diretoria da Anpocs em trazer novamente à tona da discussão acadêmica seu lado metalinguístico – ou seja, o debate sobre o lugar das próprias ciências sociais no mundo contemporâneo –, levou à criação de uma mesa-redonda específica ('Política científica nas ciências sociais'). Nela, discutiu-se a inserção das ciências sociais no sistema nacional de ciência e tecnologia e sua presença na mídia, dentre outras questões. Esse debate, entretanto, não foi o único que se configurou sobre o tema durante os três dias de apresentação de trabalhos e palestras.

"A Anpocs cresceu tanto que a reflexão sobre a institucionalização das ciências sociais se perdeu um pouco", reflete a presidente da associação, Maria Alice Rezende de Carvalho. "Por isso, é muito importante que ela retorne aos nossos encontros anuais. Essa mesa que realizamos foi uma resposta às demandas de vários programas para que reavivássemos a discussão."

A mesa-redonda teve também a participação do cientista político Renato Lessa, do Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro (IUPERJ); do antropólogo Gilberto Velho, do Museu Nacional; e da socióloga Maria Arminda do Nascimento Arruda, da Universidade de São Paulo.

Lessa questionou as formas de avaliação das ciências sociais na comunidade acadêmica, que, segundo ele, funcionam sob parâmetros matemáticos. "Criou-se, além do *Homo sapiens*, uma espécie de *Homo lattes*", brincou, referindo-se à comum qualificação de um pesquisador com base na quan-

tidade de artigos que ele reúne no seu currículo acadêmico.

Essa 'quantificação' do pesquisador também foi alvo de crítica da parte de Gilberto Velho, que comentou sobre as formas de análise das ciências humanas similares às usadas nas ciências exatas. "O mesmo modelo utilizado nas ciências exatas empobrece a função das sociais", comentou o antropólogo. Velho mostrou, ainda, a evolução da área desde a ditadura militar, e ressaltou a importância de instituições como a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) e da própria Anpocs.

Arruda reforçou o argumento de Velho e discutiu a relevância da integração das instituições de pesquisa em ciências sociais com a comunidade científica como um todo e a sociedade brasileira em geral.



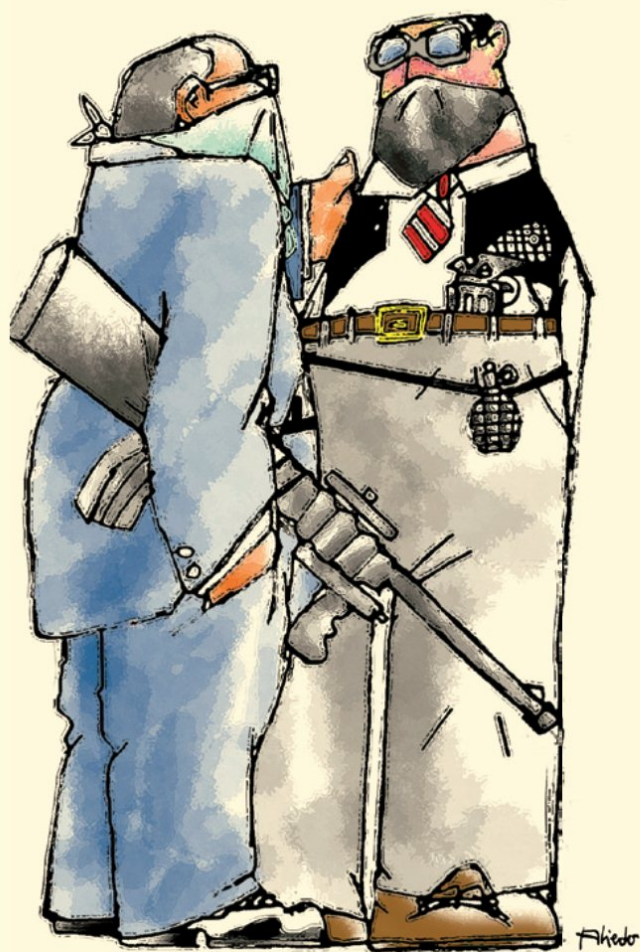


## Valorização da área

A ideia por trás da valorização do debate sobre o lugar das ciências sociais, para Rezende de Carvalho, é o papel destacado que a sociedade brasileira tem conferido às pesquisas nessa área. Isso se manifesta também na demanda por cursos de graduação e de pós-graduação por parte dos jovens que ingressam na universidade, o que exige mais investimentos governamentais e políticas voltadas para o setor.

“É preciso, portanto, que se conheçam os números efetivos dessa expansão, as características desse crescimento, o perfil das novas gerações de cientistas sociais, o aporte do investimento destinado a ela, enfim, uma avaliação completa do movimento atual das ciências sociais”, afirma a presidente.

Sinal dessa valorização das ciências sociais foi a assinatura, durante a abertura do evento, de um convênio entre a Anpocs e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) no valor de R\$ 680 mil, para a criação de um portal das ciências sociais brasileiras, com o objetivo de ampliar a comunicação entre o meio acadêmico e a sociedade brasileira, favorecendo a inscrição das ciências sociais no debate público. O portal começará a ser preparado tão logo sejam liberados os recursos da Finep, estimulando-se que até o final de 2010 algumas de suas novas ferramentas estejam em teste.



## Corrupção

Embora aspectos da teoria social ocupem um espaço importante na agenda dos encontros anuais da Anpocs, outros temas, de apelo social mais imediato, como a violência, as religiões populares e as questões de gênero chamaram a atenção nessa edição do evento. A corrupção, por exemplo, foi objeto de estudo da mesa-redonda intitulada ‘Democracia e corrupção: uma convivência impossível’, composta pelos pesquisadores Michel Misse (Universidade Federal do Rio de Janeiro), Luiz Roberto Cardoso de Oliveira (Universidade Nacional de Brasília) e Roberto Kant de Lima (Universidade Federal Fluminense), que buscaram desnaturalizar a ideia de que corrupção é igual em todos os países do mundo. “Essa visão enfraquece a dimensão comparativa e simbólica da prática”, explicou Cardoso de Oliveira, ao apresentar a mesa.

Para os cientistas sociais, a abordagem econômico-moral sobre a corrupção – que enfatiza o au-

mento de custos causado pela privatização de recursos por parte de um cargo público – é insuficiente para compreender as situações em que ela deixa de ser exceção e vira uma espécie de ‘regra’. “A corrupção é uma crise da legitimidade do Estado”, afirmou Misse. “Faz parte da mesma visão hierárquica – em que uma pessoa se considera mais merecedora do que outra – que, no campo da justiça, cria a prisão especial”, complementou Cardoso de Oliveira.

As peculiaridades do Brasil em relação ao tratamento da corrupção, algo bastante perceptível no dia a dia de qualquer cidadão, também foram observadas. “Aqui, parece obrigatório dar algum tipo de justificativa para o que se faz, dizendo ‘qualquer um na minha situação faria isso’”, alfinetou Kant.

**Isabela Fraga**  
Ciência Hoje/RJ



# Outra história

**A**o contrário do que supunha a arqueologia brasileira, os caçadores-coletores da Tradição Umbu não foram os únicos habitantes das áreas de encosta na região de Tubarão (SC) – entre a planície litorânea e o planalto – no período pré-colonial. O mapeamento de mais de 200 sítios e a análise de quase 40 mil peças, feitos pelo Grupo de Pesquisa em Educação Patrimonial e Arqueologia, da Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul), mostrou que a região abrigou diferentes culturas.

Segundo a arqueóloga Deisi Scunderlick, coordenadora do grupo que percorreu uma grande extensão de terras durante dois anos, habitaram a região grupos pré-ceramistas (caçadores-coletores da Tradição Umbu) e ceramistas (Tupi-Guarani e Jê, tronco linguístico que deu origem aos Kaingang e Xokleng).

“O material lítico coletado remete à Tradição Umbu, mas os assentamentos escavados indicam grupos mais estáveis, possivelmente os Jê, que chegaram à encosta muito depois dos caçadores-coletores da Tradição Umbu”, diz Scunderlick. Isso confirma o que ela supunha desde que começou a decifrar os caminhos

do homem pré-colonial pela mata atlântica, tema de sua tese de doutorado, defendida em 2005 na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, sob orientação do arqueólogo Pedro Ignácio Schmitz (ver ‘Linha do tempo’).

Ao levar adiante suas pesquisas na região, Scunderlick come-

## LINHA DO TEMPO

Os vestígios materiais mais antigos de Santa Catarina, com cerca de 10.500 anos, estão localizados no extremo oeste do estado e se referem a povos caçadores-coletores (ou forrageadores) da Tradição Umbu e Humaitá que habitavam o planalto.

A arqueologia costuma denominar Tradição uma cultura material não identificada como pertencente a uma etnia específica. Muitos pesquisadores preferem usar o termo tecnologia em vez de tradição, já que a palavra é empregada para se referir a uma forma de produção de artefatos.

Vestígios datados de 8.500 anos no litoral referem-se a pescadores-coletores ou sambaquieiros (que construíam e demarcavam seu território com conchas). Na encosta, vestígios da Tradição Umbu remontam ao período que se estende entre 800 d.C. e 1700 d.C. aproximadamente. Indícios dos Jê datam do ano 1000. Dos tupi-guaranis, há datações de sua presença no litoral catarinense por volta de 1400.

A encosta apresenta vestígios de quase todos esses grupos, com exceção dos sambaquieiros. Assim, ressalta a arqueóloga Deisi Scunderlick, o território catarinense foi ocupado na pré-história por vários grupos étnicos, com diferentes culturas.

Escavação em um dos sítios arqueológicos do município catarinense de Rio Fortuna, onde foram identificados locais de antigas fogueiras





çou a pôr em dúvida o que era dado como certo até então: que a encosta era apenas um local de transição para os povos que circulavam entre o litoral e a serra. “Essas pesquisas não esclareceram aspectos cronológicos e culturais, uma vez que não escavamos nem datamos nenhum dos sítios mapeados”, ressalta a pesquisadora.

Agora, porém, depois de mapear quase toda a região, analisar sítios e peças já catalogados e descobrir novos sítios, ela sustenta que as áreas mapeadas são parte de uma grande teia de assentamentos espalhados entre o litoral e o planalto catarinense. “Em coletas de superfície e escavações pontuais, observamos um grande complexo de aldeias, com vários conjuntos de estruturas habitacionais, cerimoniais e laborais, todas providas de vestígios arqueológicos.”

Para dar ideia da densidade populacional da região na pré-história, Scunderlick estima que, em 15 sítios identificados em uma área de apenas 4 km<sup>2</sup> no município de Rio Fortuna, por exemplo, cada um com cinco ou seis manchas de ocupação humana, viviam aproximadamente 1.500 pessoas. Hoje, a população de Rio Fortuna não vai além de 4.500 habitantes.

A grande quantidade de material lítico encontrado nas coletas de superfície corrobora a tese de que a densidade populacional da região era elevada no período pré-colonial. Quase 20 mil peças já haviam sido catalogadas em trabalhos anteriores e outras 20 mil foram encontradas pela equipe de Scunderlick ou por habitantes da região que trabalham na terra. Todo esse material foi analisado pelo grupo da Unisul.

**Jársom Frank**

Especial para *Ciência Hoje/SC*

BIOLOGIA MOLECULAR

## PLANTAS MEDICINAIS COMBATEM ALERGIA

A sucupira e a orelha-de-burro vêm sendo utilizadas tradicionalmente pela população de Alagoas para tratamento de inflamações, incluindo crises alérgicas. Agora, o efeito das duas plantas foi comprovado cientificamente em pesquisa do Laboratório de Biologia Celular e Molecular, do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS), da Universidade Federal de Alagoas (Ufal). Além de confirmar a sabedoria popular, o estudo ganha ainda mais importância frente ao dado divulgado recentemente pelo Ministério da Saúde de que o estado concentra o maior índice de asma alérgica do Nordeste.

Modelos *in vivo* e *in vitro* foram usados para avaliar o potencial anti-inflamatório, antialérgico e analgésico do extrato bruto e de frações da sucupira (*Bowdichia virgilioides*) e da orelha-de-burro (*Clusia nemorosa*). “De início, utilizamos extratos de maneira semelhante à medicina popular. A partir daí, fracionamos esses extratos para poder determinar as substâncias responsáveis pelo efeito desejado”, explica Emiliano de Oliveira Barreto, coordenador da pesquisa. Ele conta que a população local costuma empregar o chá (processo de decocção) da casca de ambas as plantas para combater a alergia e que os resultados da pesquisa revelaram que as plantas contêm, de fato, substâncias capazes de suprimir a inflamação.

O processo inflamatório alérgico apresenta-se como um mecanismo de defesa do organismo às agressões sofridas. Uma



**Utilizada tradicionalmente na medicina popular em Alagoas, a sucupira (*Bowdichia virgilioides*) teve seu efeito anti-inflamatório confirmado em pesquisas do Laboratório de Biologia Celular e Molecular da Ufal**

das etapas da reação inflamatória é o acúmulo de leucócitos no local inflamado. Utilizando um modelo experimental de inflamação alérgica, os pesquisadores verificaram que tanto a sucupira quanto a orelha-de-burro inibiram esse acúmulo de leucócitos.

Após a confirmação das propriedades anti-inflamatórias, a equipe agora estuda os mecanismos moleculares envolvidos na inibição da mobilização de leucócitos. E investiga, em outros estudos, as propriedades analgésicas dessas plantas. “Além disso, estamos empenhados em demonstrar que elas não têm efeitos tóxicos, fato importante para garantir o seu uso seguro, bem como de seus derivados”, informa o pesquisador.

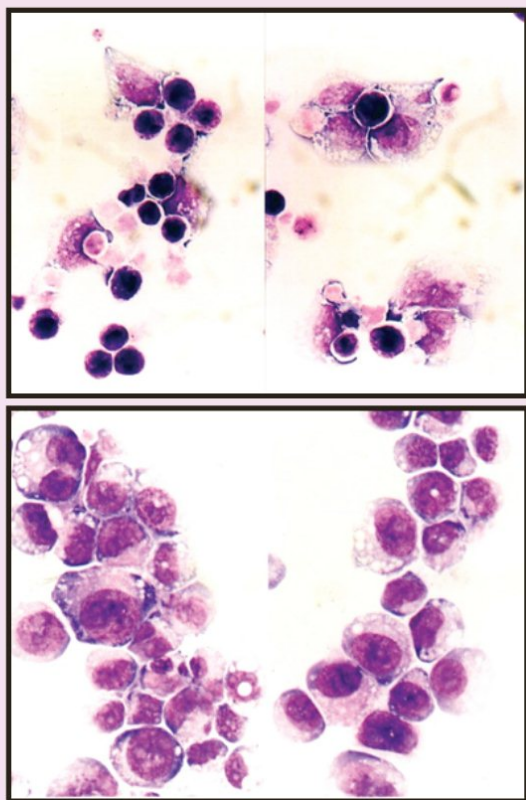
FOTO JAMYLLE FERRO

**MARCO DA COMPUTAÇÃO** • O GridUnesp, a maior rede brasileira de supercomputadores, começou a funcionar em setembro último em São Paulo. Ela integra 2.944 unidades de processamento e terá uma capacidade total teórica de desempenho de 33,3 teraflops (trilhões de cálculos por segundo). O novo complexo permitirá elevados níveis de processamento e armazenamento de dados em diversos campos científicos, como sequenciamento genético, previsão de tempo, modelagem molecular e celular, reconstrução de imagens médicas, desenvolvimento de novos materiais, segurança de redes de dados, química quântica e física de altas energias.



# Nanotecnologia no combate ao câncer

Os efeitos da eletroterapia tumoral (ETT), técnica que utiliza a aplicação de correntes elétricas no tratamento do câncer, podem ser potencializados com a ajuda da nanotecnologia. A novidade é resultado do trabalho de um grupo de pesquisadores da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que há nove anos estuda o uso da ETT em culturas celulares *in vitro*. Antes de chegar à nanotecnologia, os cientistas precisaram elucidar o funcionamento da técnica que, embora seja utilizada em países como Cuba e China, ainda é pouco estudada no Brasil.



Segundo a coordenadora da pesquisa, a farmacêutica e biofísica Carla Holandino, foi preciso entender, primeiramente, como as células cancerosas morrem após a aplicação das descargas elétricas. “Percebemos que, dependendo do tipo de eletrodo usado, a célula pode morrer de duas maneiras”, diz. “Enquanto o fluxo catódico (negativo) mata a célula por necrose, o fluxo anódico (positivo) leva à apoptose, uma forma de morte programada conhecida como suicídio celular”, conta Holandino.

Por razões desconhecidas, as células tumorais perdem capacidade de fazer apoptose. Esse mecanismo, entretanto, é reativado pela eletroterapia tumoral. As correntes elétricas geram íons cloratos que reagem com aminoácidos presentes no meio celular, o que produz uma espécie oxidante, denominada cloramina. É essa substância que induz à apoptose. Após essa constatação, os pesquisadores perceberam que a ETT poderia obter resultados mais eficazes se houvesse maior produção de cloramina no meio celular afetado pelo câncer. Portanto, a questão era descobrir como ampliar essa produção.

Após a aplicação das descargas elétricas, ocorre a morte das células cancerosas. Nas imagens superiores, observa-se a morte celular induzida por estímulo elétrico (áreas mais escuras) em uma cultura de células leucêmicas. Nas inferiores, veem-se células da mesma linhagem, que não sofreram essas descargas

## Nanotecnologia como alternativa

Os cientistas da UFRJ perceberam que a resposta poderia estar na nanotecnologia. Eles desenvolveram partículas que, quando preenchidas com aminoácidos e associadas à corrente elétrica, potencializam em cerca de 50% os efeitos da eletroterapia, aumentando a eficácia do tratamento. A inovação permite a utilização de correntes elétricas com intensidade menor, o que pode diminuir a ocorrência de necrose e, consequentemente, a disseminação de células com alterações genéticas no organismo doente. As partículas têm dimensões na faixa dos nanômetros – um nanômetro corresponde à milionésima parte de um milímetro – e são permeáveis aos capilares sanguíneos.

Foram desenvolvidas duas formulações farmacêuticas, uma para uso tópico (um gel) e outra para uso injetável. A cada formulação foram incorporadas as nanopartículas contendo o aminoácido L-tirosina. Em um estudo piloto realizado em colaboração com equipe da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, coordenada pelo engenheiro elétrico Marcos Tello, o gel com nanopartículas de tirosina foi empregado em um rato com melanoma em estado terminal e, em seguida, a eletroterapia foi aplicada. Cerca de um mês após o uso da terapia associada às nanopartículas, conta Holandino, a presença de células tumorais não foi mais detectada.

Para a pesquisadora, o resulta-



do é promissor. “Esperamos que a técnica possa ser empregada principalmente para aqueles tumores refratários à radio e à quimioterapia”, afirma. Na atual fase de pesquisa, os cientistas pretendem ampliar o número de testes em animais e desenvolver um modelo para carcinomas de pulmão, a ser aplicado em pacientes do Hospital Universitário da UFRJ. A inovação já foi patenteada em nome da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

### Opção terapêutica

A eletroterapia tumoral começou a ser desenvolvida em 1980, na Suécia, quando o médico pneumologista Bjorn Nordestrom passou a estudar os efeitos das correntes elétricas contínuas em tumores de pulmão. Por meio de implantes cirúrgicos, são introduzidos eletrodos na área afetada pelo câncer. Os eletrodos são de platina e, por isso, reutilizáveis. O aparato é simples e o custo da terapia é baixo. A técnica pode ser aplicada em tumores superficiais e internos, como os de pulmão, fígado e mama.

Segundo Holandino, a terapia apresenta efeitos colaterais insignificantes quando comparados aos causados por outras formas de tratamento. “A quimioterapia, por exemplo, leva à perda de peso e queda de cabelo. Já com a eletroterapia, os pacientes sentem apenas um leve desconforto causado pelas necroses celulares”, conta a pesquisadora. Na maioria dos casos, é necessária apenas uma sessão de eletroterapia. No máximo são feitas três sessões, no intervalo de um ano.

A pesquisa desenvolvida na Universidade Federal do Rio de Janeiro é financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj) e tem parceria com o Centro Nacional de Eletromagnetismo Aplicado, da Universidade do Oriente de Santiago de Cuba, país que utiliza a técnica em humanos desde 2005.

**Júlia Faria**

*Ciência Hoje/RJ*

O rali de barcos movidos a energia solar teve embarcações do tipo monocasco e catamarã montadas pelos próprios alunos e professores



ENERGIA ALTERNATIVA

### BARCOS MOVIDOS A SOL

Alunos de várias universidades brasileiras terão, a partir deste ano, um forte estímulo para pesquisas sobre energias alternativas. Foi realizado, em outubro último, o primeiro rali, no país, de barcos movidos a energia solar, com embarcações planejadas e montadas pelos próprios estudantes e professores. Com 13 barcos inscritos, a competição – batizada de Desafio Solar Brasil – foi inspirada em uma prova semelhante que ocorre todos os anos na Holanda e em outros países da Europa.

“No ano passado, a Universidade Federal do Rio de Janeiro mandou um barco que conseguiu o quarto lugar na competição realizada na Holanda”, conta Maurício Arouca, do curso de Planejamento Energético do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe) e coordenador de uma das equipes participantes. “Isso nos motivou a criar uma competição desse tipo no Brasil, para em breve realizar aqui provas com a participação de equipes internacionais.”

Ao que tudo indica, o esforço de Arouca e de outros pesquisadores teve bons resultados. Além de abrir espaço para a discussão sobre a importância das energias alternativas, o primeiro Desafio Solar Brasil prenuncia a realização de outros eventos do gênero nos próximos anos. Já há, inclusive, uma equipe responsável pela organização da competição de 2010. “O rali é uma excelente forma de avaliar dificuldades, criar soluções e promover a conscientização do uso de fontes alternativas de energia”, diz Arouca.

A competição foi organizada pelo Pólo Náutico da UFRJ e contou com a participação de barcos de diversas universidades. As placas sensíveis à luz solar eram iguais para todas as equipes, assim como a capacidade das baterias. “Eles podiam inovar e competir na escolha dos motores e também no modelo e na hidrodinâmica”, explica o engenheiro. Nas duas categorias – monocasco e catamarã –, os vencedores foram, respectivamente, os barcos Carcará (da Coppe/UFRJ) e Vento Sul (da Universidade Federal de Santa Catarina).

**MUSEU DE ANATOMIA EM PETRÓPOLIS • A cidade de Petrópolis, na região serrana do Rio de Janeiro, ganhará o seu primeiro museu de ciência biológica. A instituição será a primeira do estado dedicada à anatomia, ramo científico que estuda a estrutura corporal, interna e externa, dos seres vivos. O Museu de Anatomia Humana e Patológica é um projeto da Faculdade de Medicina de Petrópolis, que integra a Faculdade Arthur Sá Earp Neto, e contará com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj).**



# O dino de Marília

Um novo achado fóssil na região de Marília, oeste de São Paulo, põe a cidade na rota dos municípios brasileiros que se destacam pela riqueza de seu patrimônio paleontológico. Trata-se de ossos de um dinossauro herbívoro, seguramente um titanossauro, animal de cauda e pescoço longos do qual há também registros em outras localidades do oeste paulista e no Triângulo Mineiro. A descoberta foi feita pelo paleontólogo William Nava, coordenador do Museu de Paleontologia de Marília, ligado à prefeitura da cidade. Situada a 450 km da capital, Marília é conhecida pelos fósseis dos crocodilomorfos *Mariliasuchus amarali* e *Adamantinasuchus navae* e por fósseis raros de minúsculos lagartos e anfíbios anuros.

O primeiro fóssil do animal encontrado pelo paleontólogo foi uma grande vértebra caudal, que estava ao lado de um molusco bivalve fossilizado e não muito longe de ossos de um crocodilo (ver 'Mais fósseis'). Esse seria apenas mais um achado de Nava, entre tantos outros que já fez nos últimos anos, não fosse pela presença de outras duas vérte-

Vértebra caudal do titanossauro envolta por sedimentos. Se estivesse completa, teria cerca de 30 cm de altura. No caso de dinossauros, vértebras e ossos da cintura pélvica ajudam a determinar uma espécie. O titanossauro de Marília poderá ser reconhecido (ou não) como espécie nova graças à descoberta desse tipo de material e de outros que ainda venham a ser encontrados

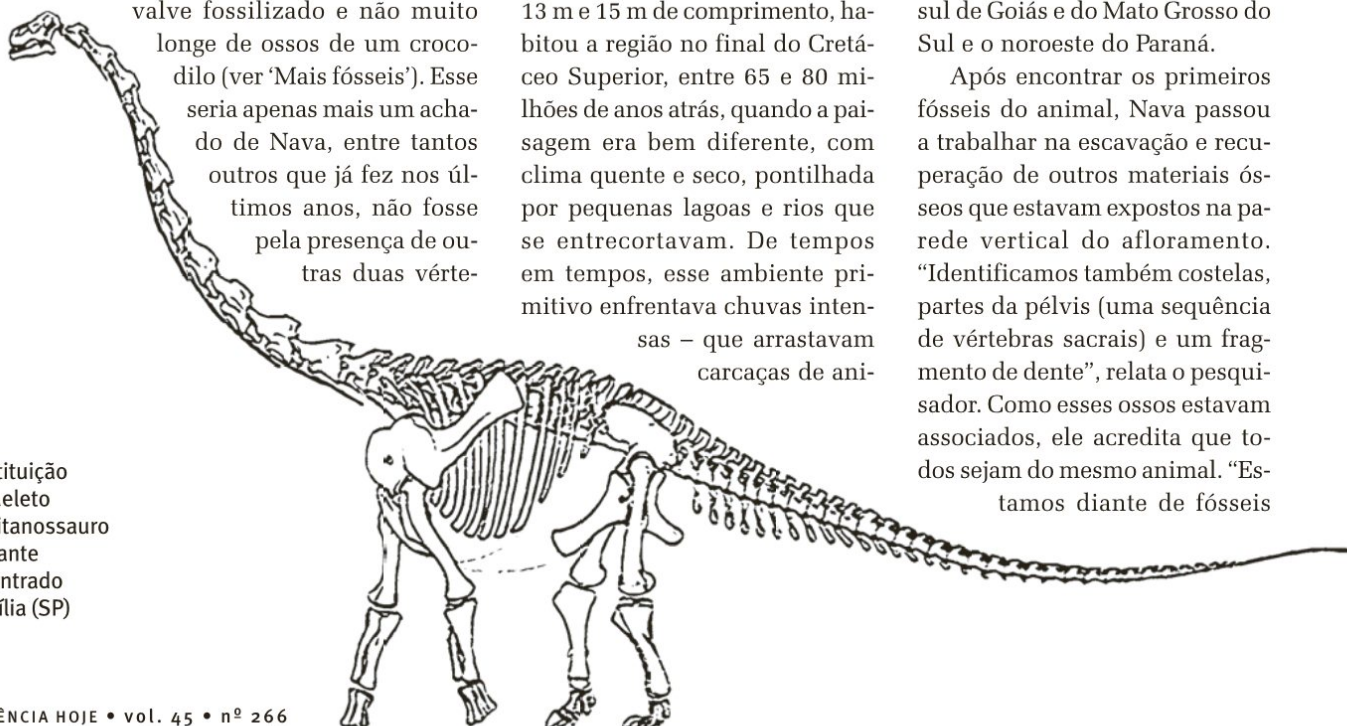


bras caudais menores que despontavam lado a lado no arenito. “Isso me fez voltar os olhos para o barranco rochoso situado nas proximidades, onde mais tarde foram reconhecidos outros fósseis incrustados no arenito”, conta o paleontólogo. Após observações e pesquisas, teve certeza de que estava diante dos ossos de um titanossauro.

O animal, que devia ter entre 13 m e 15 m de comprimento, habitou a região no final do Cretáceo Superior, entre 65 e 80 milhões de anos atrás, quando a paisagem era bem diferente, com clima quente e seco, pontilhada por pequenas lagoas e rios que se entrecortavam. De tempos em tempos, esse ambiente primitivo enfrentava chuvas intensas – que arrastavam carcaças de ani-

mais, espalhando-as pelas planícies – e grandes estiagens, que faziam secar rapidamente os corpos lacustres, dando origem a concreções carbonáticas, comuns em alguns pontos do afloramento. Essas rochas areníticas pertencem à Formação Marília, unidade geológica que forma a bacia Bauru, um conjunto maior de sedimentos que abrange também o oeste de Minas Gerais, o sul de Goiás e do Mato Grosso do Sul e o noroeste do Paraná.

Após encontrar os primeiros fósseis do animal, Nava passou a trabalhar na escavação e recuperação de outros materiais ósseos que estavam expostos na parede vertical do afloramento. “Identificamos também costelas, partes da pélvis (uma sequência de vértebras sacrais) e um fragmento de dente”, relata o pesquisador. Como esses ossos estavam associados, ele acredita que todos sejam do mesmo animal. “Estamos diante de fósseis



Reconstituição do esqueleto de um titanossauro semelhante ao encontrado em Marília (SP)

FOTO WILLIAM NAVA

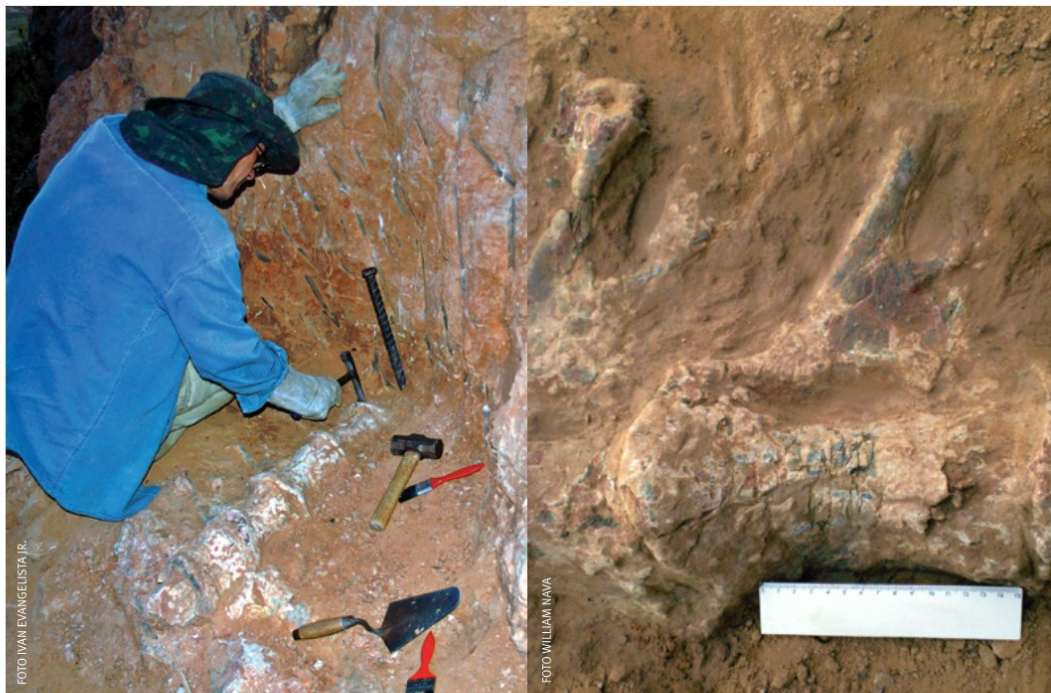


que podem ser de um dos grandes dinossauros já encontrados no Brasil”, comemora Nava.

## Esperança de novos achados

A descoberta foi comunicada ao paleontólogo Rodrigo Miloni Santucci, da Universidade de Brasília (UnB), um dos maiores especialistas brasileiros em saurópodes (grandes dinossauros quadrúpedes herbívoros dos períodos Jurássico e Cretáceo). Ao visitar o sítio paleontológico em Marília, Santucci aventou a possibilidade de outros elementos ósseos do dinossauro estarem articulados, uma vez que ele identificou outras partes da pélvis – como um ísquio, costelas sacrais e um provável ílio – associadas a um conjunto de cinco vértebras dorsais articuladas. “É possível que tenhamos a continuação dessas vértebras rumo às cervicais, mas não podemos afirmar se elas estão de fato no local”, diz Santucci. “Nossa hipótese se baseia no material articulado até agora exposto.”

Os pesquisadores apostam em novos achados sob as camadas de arenito, que compreendem cerca de 2,5 m de sedimentos acima do nível onde os ossos foram encontrados. “Com o auxílio de máquinas, será preciso remover essa camada de rocha para então chegarmos perto da área on-



À esquerda, o paleontólogo William Nava trabalha na escavação das vértebras dorsais articuladas do titanossauro encontrado em Marília (SP). À direita uma das vértebras dorsais do animal, com aproximadamente 20 cm de comprimento

de supomos devam estar mais partes do esqueleto”, explicou o paleontólogo da UnB.

O grau de articulação dos fósseis escavados até agora é um indício de que o animal pode ter sido soterrado rapidamente por sedimentos, o que teria impedido a ação de predadores (dinossauros terópodes ou crocodylomorfos, que poderiam dilacerar a carcaça) ou de fortes enxurradas, que poderiam desarticular partes do esqueleto. Uma situa-

ção semelhante ocorreu com ossos de titanossauros encontrados na região de Monte Alto (SP) e Uberaba (MG), onde foram achadas várias partes articuladas (principalmente vértebras caudais). Um dado que chama a atenção dos pesquisadores é que essas ocorrências articuladas provêm da Formação Marília, que teria se originado da deposição de sedimentos oriundos de rios muito volumosos. Esse tipo de deposição tende a desagregar e a isolar os elementos ósseos, o que pode não ter ocorrido com o *dino* de Marília, ao menos em parte.

Nava e Santucci não descartam a possibilidade de localizar até o crânio do titanossauro – o que seria um grande feito para a paleontologia brasileira, já que crânios completos desses répteis até hoje nunca foram encontrados.

**Roberto B. de Carvalho**

*Ciência Hoje/PR*

## MAIS FÓSSEIS

A alguma distância dos ossos fossilizados do titanossauro, os pesquisadores descobriram também um fragmento de crânio e a mandíbula quase completa de uma espécie de crocodilo inédita na região, pertencente provavelmente ao grupo conhecido como esfagessaurídeos. A conclusão baseia-se no aparato dentário observado em crânios de outras espécies do grupo encontrados na bacia Bauru. No entanto, o material de Marília não possui dentição preservada e aparenta ter pertencido a um animal de porte muito mais avantajado.



# Teia tecnológica

**S**onho da indústria por ser um material ao mesmo tempo flexível e muito resistente, a criação de uma teia de aranha sintética está mais perto de virar realidade. Pesquisadores brasileiros e norte-americanos conseguiram isolar, em parceria, os genes da glândula de seda de três espécies de aranhas brasileiras e inseri-los em bactérias, que passaram a produzir as proteínas que formam a teia. O desafio agora é desenvolver um método para a produção em grande escala.

O engenheiro agrônomo Elíbio Rech, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), é o líder da equipe brasileira que trabalha no projeto. Ele conta que a seda das aranhas tem características de flexibilidade e resistência superiores à de qual-

quer material existente hoje, e que, por isso, o interesse em produzi-la sinteticamente sempre foi grande. “O material mais resistente e flexível que conhecemos é o polímero *kevlar*, usado em coletes à prova de balas. A teia de aranha tem qualidade superior à do *kevlar* e ainda é biodegradável, o que possibilita seu uso, por exemplo, na medicina, para a criação de fios para suturas cujos pontos não precisam ser retirados. O problema é que não temos como fazer as aranhas produzirem o material na escala em que ele é necessário”, diz.

A solução foi investir em engenharia genética: inserir em bactérias os genes que ‘comandam’ a produção das teias, criando bactérias transgênicas capazes de produzir as proteínas do

fio. Como, no final desse processo, as proteínas ficam imersas em um meio solúvel, os cientistas precisaram, mais uma vez, ‘imitar’ a natureza. “Nas glândulas das aranhas, as proteínas também ficam solúveis e se organizam na forma de fibra com a ação de um órgão do animal chamado espirineta. O que fizemos foi simular esse órgão”, diz Rech. “Infelizmente, ainda não temos a competência da aranha, mas já conseguimos produzir o fio”, completa, bem-humorado.

## Engenheiros de proteínas

Conhecendo as proteínas que formam a teia, os pesquisadores também podem manipular o material. Rech explica que o fio é composto por proteínas modula-

FOTO EMBRAPA

## VALORIZANDO A BIODIVERSIDADE

Hoje se sabe que as aranhas primitivas viviam embaixo da terra e tinham teias menos resistentes, e que aquelas que evoluíram para habitar a superfície e as árvores tinham sedas maiores e mais fortes, características que se exacerbaram ao longo do tempo.

O que poderia ser um simples resultado da evolução acabou sendo útil para o desenvolvimento da teia sintética. “Precisamos conhecer as diferenças das teias naturais para termos ideias sobre como manipular as teias sintéticas”, diz o engenheiro agrônomo Elíbio Rech, que coordenou o estudo. Ele conta que as espécies usadas na pesquisa representam essa variedade das teias: *Avicularia juruensis*, que ocorre no cerrado e na Amazônia, tem características mais primitivas; enquanto *Nephilengys cruentata*, da mata atlântica, e *Parawixia bis-*

*triata*, do cerrado, são mais ‘modernas’ evolutivamente.

As teias, naturais e sintéticas, produzidas por essas espécies foram analisadas e comparadas com o uso de nanotecnologia, o que revelou seu padrão de composição e permitiu trabalhar na obtenção de teias sintéticas com diferentes características e, logo, diferentes aplicações. Mas, para Rech, o aspecto mais importante do trabalho é o fato de trazer valor a um produto da biodiversidade. “Hoje em dia muito se fala na riqueza da biodiversidade, mas poucos sabem como transformar essa biodiversidade em riqueza efetiva. O trabalho de produção da teia de aranha sintética é um modelo nesse sentido. Retirando da natureza apenas um exemplar de cada espécie podemos criar um material de alto valor comercial”, comemora.



res, formadas por combinações de, basicamente, três aminoácidos: glicina, prolina e alanina. “Controlando esses módulos, podemos obter fibras com diferentes características. O que fazemos é uma verdadeira engenharia de proteínas.”

A produção das fibras sintéticas em escala comercial, no entanto, ainda deve levar tempo. O engenheiro conta que estão testando a produção no leite de cabras e em sementes de soja, uma vez que a produção das fibras pelas bactérias é cara e demanda o uso de uma substância tóxica. “Mas seria muito especulativo estimar quando o material estará disponível no mercado”, finaliza.

#### Mariana Ferraz

*Ciência Hoje/RJ*

A aranha *Nephylengys cruentata* teve seu genoma sequenciado por pesquisadores da Embrapa. Eles conseguiram isolar os genes da glândula de seda dessa aranha, originária do cerrado, inserindo-os em bactérias, que passaram a produzir as proteínas que formam a teia



## ENGENHARIA

### MAIS RACIONALIDADE PARA CASAS POPULARES

O uso de painéis de concreto modulares na execução de paredes e tetos pode representar economia significativa. Pesquisa da Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo (USP), desenvolveu painéis alveolares, modelados internamente a partir da incorporação de materiais reciclados utilizados em embalagens e concreto reforçado com barras de fibra de vidro. Essa alternativa reduz os custos da obra com melhoria da qualidade, o que pode beneficiar programas de construção de casas populares. “Atualmente, as construtoras usam tecnologia importada na construção com painéis de concreto, o que encarece o processo”, diz Osny Pellegrino Ferreira, coordenador do projeto.

Em comparação com os painéis maciços, o painel alveolar apresenta uma redução de 40% no volume de concreto empregado durante a construção. No entanto, não há prejuízos à resistência e estabilidade da estrutura. Além de econômica, a proposta implica a diminuição dos impactos ambientais gerados pela produção de cimento. Afinal, o concreto utilizado é constituído por cimentos com alto teor de escória de alto forno, o que diminui a emissão de dióxido de carbono na atmosfera.

O painel pode ser confeccionado em usinas de pré-fabricados ou na forma de pequenos elementos nos próprios canteiros de obras. Devido aos alvéolos internos, as tubulações e demais componentes de instalações hidráulicas e elétricas podem ser embutidos no interior do painel antes da concretagem. Além disso, a necessidade de revestimento é eliminada e é possível seguir imediatamente para a fase de pintura.

**SÍTIO ARQUEOLÓGICO RECONHECIDO** • Mais um sítio arqueológico foi registrado em Roraima. Localizado no sul do estado, próximo à bacia do rio Anauá, o sítio Pedra do Sol apresenta gravuras em baixo relevo com desenhos de animais e outros símbolos, como o Sol. Ainda não há informações sobre a datação e a conservação do sítio. Embora já fosse conhecido pela população local, apenas recentemente o Pedra do Sol foi reconhecido pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan), como parte de um levantamento, feito com as prefeituras da região, que visa preservar patrimônios históricos e pré-históricos.



O painel modelado é feito com concreto e resíduos de embalagens recicladas, que formam ‘alvéolos’ (embaixo), o que torna a alternativa econômica e conveniente para a construção de casas populares

Por enquanto, os componentes foram desenvolvidos apenas em escala de laboratório. O próximo passo é desenvolver protótipos de habitações, testá-los e avaliar o potencial do sistema construtivo para sua transferência ao setor produtivo. Além da Escola de Engenharia de São Carlos, a pesquisa tem a participação de mais dois institutos da USP: a Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, que estuda o uso de fibras de celulose nas placas de concreto, e a Escola Politécnica, que avalia o reforço de perfis de aço para os painéis. O projeto é parte do Programa de Tecnologia da Habitação (Habitare), da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep).

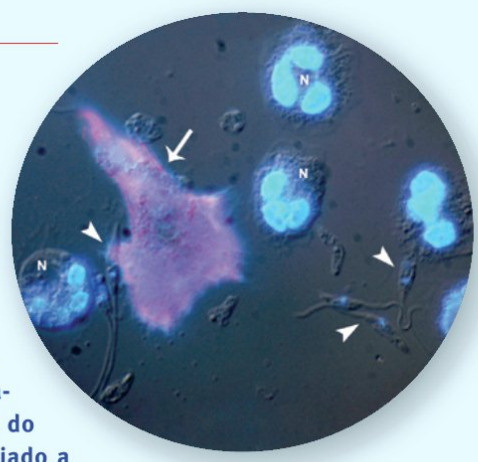
FOTOS OSNY FERREIRA



## 'REDES' CONTRA LEISHMÂNIA

Um novo mecanismo do sistema imune pode ser útil para o combate à leishmaniose. A descoberta é do graduando em microbiologia Anderson Guimarães Baptista Costa, do Instituto de Microbiologia Professor Paulo de Góes (IMPPG), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Sob orientação da imunologista Elvira Saraiva, do IMPPG, Costa testou a interação das armadilhas extracelulares de neutrófilos (NET, na sigla em inglês, que pode ser traduzida como 'rede' ou 'armadilha'), identificadas em 2004, com a *Leishmania amazonensis*, um dos parasitos causadores da leishmaniose cutânea. "Quando o neutrófilo, uma célula do sistema imune, encontra o parasito invasor, ela morre e libera seu DNA associado a algumas proteínas na forma de uma rede – as NETs –, que prende e mata o patógeno invasor", explica o futuro microbiologista, que se juntou ao projeto em 2006, quando estava no segundo período da graduação.

Usando testes *in vitro* nos quais neutrófilos eram expostos às leishmânias, Costa constatou que os parasitos ativavam a liberação das NETs e eram presos e mortos por elas. "Identificamos a histona, a proteína de empacotamento de DNA liberada pela célula na NET, como um dos elementos letais para o parasito", conta o jovem pesquisador. Além disso, ele detectou a presença dessas 'redes' em biópsias de lesões cutâneas provenientes de pacientes com leishmaniose, mostrando que o fenômeno ocorre *in vivo*. O trabalho, o primeiro a detalhar a interação das NETs com um protozoário, foi publicado na revista científica norte-americana *Proceedings of the National Academy of Sciences* e com ele Costa conquistou o 7º Prêmio Destaque do Ano em Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).



A seta mostra um neutrófilo liberando NET (armadilhas extracelulares de neutrófilos) após contato com a leishmânia, parasito causador da leishmaniose cutânea. Quando o neutrófilo, célula do sistema imune, encontra o parasito invasor, ela morre e libera seu DNA associado a algumas proteínas na forma de uma rede, que prende e mata o patógeno invasor

MICHELLE TANNY CUNHA DO NASCIMENTO

## Brasileiros destacam-se em competição internacional

Ao todo, foram 15 medalhas – uma de ouro, sete de prata e sete de bronze – conquistadas por graduandos de instituições brasileiras de ensino superior na 16ª edição da Competição Internacional de Matemática para Estudantes Universitários (IMC, na sigla em inglês). Outros quatro alunos brasileiros receberam menções honrosas pela participação. O concurso aconteceu na Hungria e reuniu representantes de mais de 40 países.

Rafael Daigo Hirama, vencedor da medalha de ouro, conta que a competição é

um incentivo para despertar mais interesse pela matemática. Ele cursa Engenharia da Computação no Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA-SP) e diz que, embora não faça graduação em matemática, o conhecimento adquirido em concursos como a IMC traz uma experiência valiosa para os desafios da futura carreira profissional. "A IMC, embora não seja muito conhecida, é um bom cartão de visitas para o mercado de trabalho", completa.

Segundo o estudante, as questões que compõem a prova exigem raciocínio profundo. São dois dias de avaliação, durante os quais os participantes respondem a perguntas de álgebra, geometria, análise combinatória e análise real e complexa. As questões são redigidas na língua inglesa. "Mas, como a linguagem matemática é de certa forma universal, não é necessário ser fluente em inglês para compreender", diz Guilherme Silva, estudante de Matemática da Universidade Estadual Paulista (Unesp), contemplado com uma medalha de bronze. O Brasil participa da competição desde 2003 e, ao longo desses seis anos, 54 medalhas foram conquistadas.

DIVULGAÇÃO OBIM – OLIMPIADA BRASILEIRA DE MATEMÁTICA

**Vinte e três estudantes brasileiros participaram da competição internacional de matemática e 15 conquistaram medalhas. O ouro ficou com Rafael Hirama, o terceiro à esquerda, embaixo**

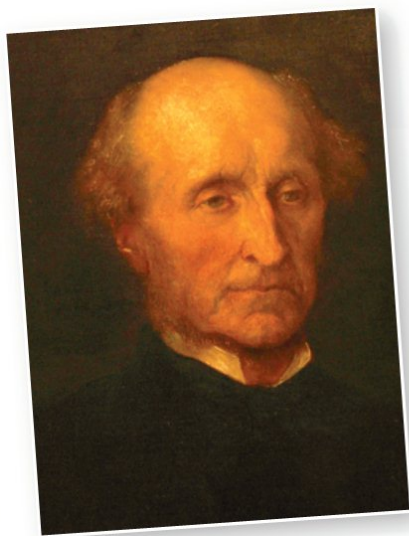




# Um sopro de liberdade

Quando publicou *On liberty (Sobre a liberdade)*, em 1859, o filósofo e economista inglês John Stuart Mill (1806-1873) já era conhecido por suas contribuições à lógica e à filosofia, com o seu *Sistema de lógica* (1843), e à economia política, com os seus *Princípios de economia política* (1848). Publicou depois outras obras importantes, como *Considerações sobre o governo representativo* (1860) e *Utilitarismo* (1863). Mas *Sobre a liberdade* acabou por se tornar sua obra mais perene. Embora datado em algumas passagens, esse belo e instigante ensaio faz uma defesa intransigente da liberdade e da individualidade, ao mesmo tempo em que condena a padronização dos modos de vida e a intolerância, problemas que a sociedade atual ainda enfrenta.

FONTE: FELICKR



John Stuart Mill, retratado pelo pintor inglês George Frederick Watts (1817-1904)

**S**obre a liberdade é um eloquente pleito a favor da liberdade individual, do direito que cada um tem de pensar, ser e agir de forma não convencional, desde que não prejudique seus concidadãos. A linha de argumentação de Mill é coerente com sua formação utilitarista. A liberdade é defendida não por ser um suposto direito natural do homem, mas por engendrar consequências benéficas para toda a sociedade. No que se refere à liberdade de pensamento e expressão, utiliza episódios da história para argumentar que a humanidade perde não só quando se reprimem ideias verdadeiras, mas também quando as ideias reprimidas são meias-verdades ou até ideias falsas.

Mill analisa episódios em que a repressão à liberdade de expressão suprimiu ideias aceitas depois como verdadeiras. Mas ele não defende a liberdade de expressão apenas como antídoto contra o risco de suprimir por engano (já que o indivíduo e a sociedade são falíveis) ideias verdadeiras ou parcialmente verdadeiras. Atribui também utilidade à livre circulação de ideias falsas. Primeiro porque a base da confiança que temos na veracidade das ideias deve provir do fato de terem sido contestadas por outras e resistir ao confronto. O embate entre ideias é, pois, fundamental para o surgimento das verdades. Além disso, argumenta, tal embate é essencial para manter a vitalidade dessas verdades. Se não contestadas, perderiam a força e, após algum tempo, passariam a ser aceitas não de forma ativa e racional, mas como dogmas.

Ao se contrapor à verdade, os defensores de ideias falsas prestariam precioso serviço à sociedade. Mill chega a defender que, na falta de opositores, alguém deve fazer o papel de 'advogado do diabo', levantando críticas para impedir o enfraquecimento da verdade. Mas ele apenas faria as vezes do verdadeiro opositor, que crê de fato em suas posições. Assim, genuínas contra-posições às verdades estabelecidas deveriam ser celebradas e não reprimidas pela sociedade. ▶

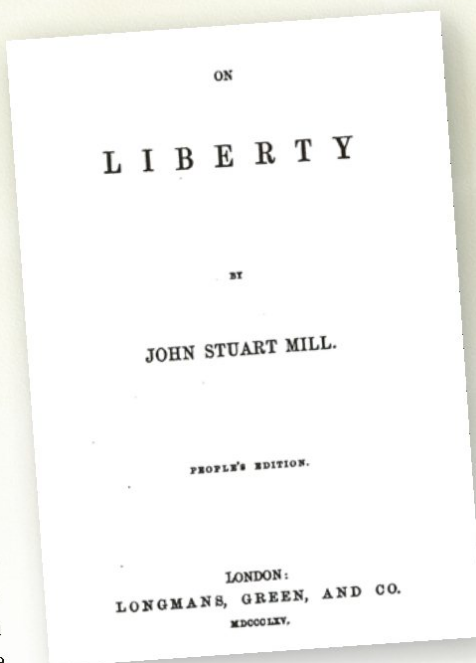


Frontispício da edição de 1865 de *Sobre a liberdade*, de John Stuart Mill, publicado pela editora inglesa Longmans, Green and Co.

Apesar da contundente defesa da liberdade de pensamento e expressão, Mill considerava que, em grande medida, tais liberdades já estariam garantidas. Sua preocupação não era tanto com a possibilidade de repressão legal às ideias não convencionais, mas com a opressão exercida pela opinião pública sobre os indivíduos que fugiam aos padrões cultivados pela maioria. Influenciado pela análise do pensador francês Alexis de Tocqueville (1805-1859) sobre a democracia americana, acreditava que a grande ameaça à liberdade individual já não era mais a representada por governos tiranos, que tentavam silenciar a maioria, mas a ditadura que a maioria poderia exercer sobre as minorias em regimes democráticos. Para ele, “a tirania social, embora nem sempre venha sustentada por penalidades extremas, penetra mais profundamente nos detalhes da vida, escraviza a própria alma, deixando poucas vias de fuga”.

Assim, o objetivo do ensaio é não só estabelecer os limites da esfera de ação legítima do Estado sobre o indivíduo, mas demarcar os limites da interferência legítima da opinião pública e da sociedade (com ou sem o auxílio da lei) sobre a individualidade. Eis a máxima que o autor propõe para demarcar esse terreno: “O único propósito de se exercer legítimamente o poder sobre qualquer membro de uma comunidade civilizada, contra a sua vontade, é evitar dano aos demais”.

Se o indivíduo for maior e mentalmente são, nem mesmo no caso extremo de seu bem-estar físico estar em jogo o Estado ou a sociedade tem o direito de impor a ele um curso de ação para garantir sua integridade. Deve-se permitir ao indivíduo não apenas expressar com liberdade suas ideias, mas também escolher o modo de vida que lhe aprouver. Nesse caso, pode-se (e deve-se) alertar sobre possíveis consequências danosas de suas opções, mas jamais se pode forçar ou pressionar o indivíduo a mudar os rumos de sua vida. Para Mill, o fato de alguns indivíduos, por razão moral, religiosa, estética ou intelectual, se sentirem ofendidos por certos estilos de vida não lhes dá o direito de intervir na conduta daqueles que os escolheram. Para que tal interferência seja



legítima, um dano direto a terceiros deve estar caracterizado, em sua opinião.

Defende, assim, a necessidade imperativa de erigir um muro ao redor da individualidade, de modo a defendê-la da indevida (e crescente) interferência social. Argumenta que não só os oprimidos são prejudicados; toda a sociedade teria a perder ao calar ou enquadrar, por meio de leis ou de pressão social, o original, o excêntrico, o dissonante. A diversidade e a liberdade para o exercício da individualidade aparecem na sua filosofia como elementos essenciais tanto para o progresso social quanto

para a felicidade e o desenvolvimento do indivíduo.

## Sal da terra

Poucas pessoas, segundo o autor, estariam dispostas a seguir caminhos capazes de engendrar práticas novas e benéficas a serem posteriormente adotadas pela sociedade. Embora em pequeno número, seriam “o sal da terra”, no dizer de Mill. “Sem elas a vida humana se tornaria um lago estagnado”, completa. Todavia, para serem úteis à sociedade e patrocinar o progresso, seria necessário dar-lhes plena liberdade de experimentar, de ser diferente, de se expressar. Mas não é só isso que Mill considera fundamental. A sociedade se beneficiaria ao permitir que mesmo pessoas sem grande talento ou imaginação vivessem com liberdade. Uma vez que há homens com suscetibilidades, características e desejos diferentes, a possibilidade de escolherem entre modos diversos de vida é importante para que consigam ser felizes e possam se desenvolver no limite do que sua natureza permite. “A natureza humana não é uma máquina que se construa segundo um modelo. É antes uma árvore que precisa crescer e se desenvolver de todos os lados de acordo com a tendência das forças internas que a tornam algo vivo.”

Para Mill, o homem só ampliaria suas faculdades de percepção, julgamento, discernimento, avaliação moral e mesmo sua inteligência ao exercer ativamente escolhas, ao ser desafiado a resolver problemas e a propor soluções. Guiado pelo costume ou pela convenção, ele pode até não errar, mas não será valoroso como ser humano: “Seu





*A liberdade guia o povo (1830): óleo sobre tela do pintor francês Eugène Delacroix (1798-1863). Para Stuart Mill, a liberdade é um direito natural do homem e um bem para toda a sociedade*

sentimento e caráter tornam-se inertes e apáticos, ao invés de ativos e energéticos”, diz o filósofo. Assim, ganha a sociedade ao deixar que indivíduos sigam às vezes caminhos tortuosos ou equivocados, no lugar de impor-lhes um caminho eventualmente sem erros.

No entanto, embora a diversidade e a individualidade fossem fundamentais para o progresso humano e social, Mill julgava que ambas corriam grande risco em sua época. O processo de civilização, que trouxe tantos benefícios em outros âmbitos da vida social, teria tido como um de seus impactos perversos a diminuição do peso do indivíduo perante as massas. “A sociedade claramente sobrepujou a individualidade”, afirma o autor. E mais: as circunstâncias sociais foram se tornando cada vez mais parecidas devido à expansão da educação, à ampliação do direito ao voto e ao acesso generalizado à informação por meio da imprensa, entre outros eventos. Haveria, conseqüentemente, uma tendência natural à uniformização da natureza humana, de seus gostos, sentimentos e opiniões, e a uma redução drástica da diversidade entre os homens – situação que Mill encarava com verdadeiro horror.

Ademais, se porventura surgisse um indivíduo de natureza diversa que desejasse viver de forma

não convencional, o ambiente que encontrava era desfavorável devido à intolerância social. Mill acreditava que, na sua época, a tendência em seu país era a de “aleijar por compressão, como fazem os chineses com os pés das mulheres, toda parte da natureza humana que projete uma saliência”. Haveria uma inclinação das massas a impor suas ideias, opiniões e modos de vida a todos os membros da sociedade e a “aguilhoar o desenvolvimento e, se possível, impedir a formação de qualquer individualidade em desacordo com seus métodos, compelindo todos os tipos humanos a conformar-se ao seu modelo”.

Nesse contexto, o notável filósofo julgava essencial lutar para ampliar (ou ao menos preservar) o pequeno espaço que ainda havia na sociedade para a individualidade – esse, aliás, era seu objetivo ao escrever o ensaio. E alertava que não haveria muito tempo para deter essa tendência avassaladora de tirania da maioria sobre as minorias. Ou se agia naquele momento ou talvez esse processo se tornasse irreversível.

#### **Laura Valladão de Mattos**

*Departamento de Economia,  
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo*



BIOLOGIA A teoria evolutiva deve ser vista como um sistema de várias teorias interligadas

# A mal compreendida evolução

Rogério Parentoni Martins  
e Fabrício Rodrigues dos Santos

*Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Minas Gerais*

Francisco Ângelo Coutinho

*Departamento de Educação, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais*



**A**pós 150 anos de pesquisas, discussões e controvérsias, mas principalmente de consenso entre biólogos, o modo como percebemos a estrutura e o funcionamento do ‘mundo biológico’ é fortemente influenciado pelo sistema de teorias evolutivas. Como é ‘chover no molhado’ remeter ao inglês Charles Darwin (1809-1882) o crédito por ter formulado esse modo atual de interpretar fenômenos biológicos, discutiremos aqui as dificuldades que impedem a aceitação imediata de várias interpretações fundamentais que fazem parte desse sistema.

Entre tais dificuldades está a falta de traquejo dos biólogos (e outros acadêmicos que afirmam entender a estrutura desse sistema de teorias) de se expressarem de modo claro. Além disso, os conhecimentos técnicos e históricos da biologia evolutiva, em especial os conceitos, são muitas vezes expressos de modo obscuro, incompleto ou inapropriado. Por isso, o público leigo e mesmo acadêmicos (biólogos e outros) e professores têm dificuldade para entender a lógica do sistema de teorias evolutivas, principalmente em razão da repetição há décadas, por docentes e pesquisadores, dessas concepções equivocadas.

A partir do século 19, a palavra ‘evolução’ tem sido notoriamente utilizada para transmitir uma visão

teleológica (ou finalista) e hierárquica do mundo vivo, assim como para ressaltar a espécie humana como resultado de uma criação especial. Isso surge em concepções equivocadas de biólogos antes de Darwin, como o francês Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829), que difundiu a ideia de um aperfeiçoamento contínuo e linear de uma espécie primitiva até a “mais evoluída”. Vários outros biólogos que se intitulavam darwinistas usaram argumentos parecidos, entre eles o alemão Ernst Haeckel (1834-1919), contemporâneo de Darwin e principal divulgador da evolução biológica naquela época, com sua tese famosa: “A embriogênese recapitula a filogênese.” Alguns criacionistas e teólogos também tentaram muitas vezes fundir a ideia de transformação de espécies à crença espiritual, como o padre francês Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955), com sua conhecida defesa do aperfeiçoamento espiritual do homem até alcançar o ‘ponto ômega’, ápice desse desenvolvimento, que seria representado por Jesus Cristo.

Como a ideia de progresso se encaixa bem no antropocentrismo – a crença de que o ser humano é uma criação especial, divulgada pela maioria das reli-

giões –, o público leigo associa ‘evolução’ a aperfeiçoamento e predestinação, ou seja, uma lei inevitável que justificaria o domínio que exercemos na Terra. Atualmente, grande parte da sociedade (incluindo criacionistas) acredita nesse conceito equivocado de que a evolução biológica tende a um progresso e que existe uma hierarquia entre espécies e populações.

## Teorias do sistema

Para efeito didático, usaremos aqui a classificação do biólogo norte-americano Ernest Mayr (1904-2005), que permite uma compreensão mais clara sobre o que é comumente chamado de teoria evolutiva. Trata-se, na verdade, de um sistema de teorias relacionadas, cada uma com características próprias, pois se referem a diferentes fenômenos correlacionados. Esse sistema abrange a ‘teoria da evolução em si mesma’, a ‘teoria da descendência com modificação’, a ‘teoria da seleção natural’, a ‘teoria do ancestral comum ou da árvore da vida’ e a ‘teoria da especiação’.

Evolução significa simplesmente modificação ao longo do tempo. Do ponto de vista da evolução biológica, as alterações



na estrutura e no funcionamento dos seres vivos se dão no decorrer de gerações, e de maneiras diferentes das observadas no mundo físico-químico, composto por átomos. A proposta básica de Darwin era a de que a evolução deveria ocorrer por meio de mudanças lentas e graduais nas linhagens de organismos ao longo do tempo, proposta essa muito mais compreendida hoje do que na época em que foi formulada. Essa mudança é parte da teoria da 'descendência com modificação' e foi rotulada microevolução.

Em contraste, alguns paleontólogos e biólogos evolucionistas, como os norte-americanos Stephen Jay Gould (1941-2002) e Niles Eldredge, acreditam ter obtido evidências de mudanças que ocorreram rapidamente e de modo independente das pequenas alterações graduais cumulativas da microevolução. Esse tipo de mudança, que em geral envolve grupos de espécies em determinada era geológica, ganhou o nome de macroevolução. A macroevolução, segundo seus defensores, é evidenciada por análises paleontológicas e filogenéticas (de relações evolutivas) de linhagens animais ao longo de vários milhões de anos de transformações.

Evidências indicam que certos grupos de animais marinhos permaneceram muito tempo sem mudanças visíveis em sua estrutura e aparência, mantendo-se morfológicamente estáveis, e em outros momentos aconteceu uma aceleração nessas mudanças (como o aumento na velocidade de formação de novas espécies). Isso teria ocorrido, de certa forma, independentemente das alterações ecológicas registradas nesses períodos. Como o ambiente também se modifica com o tempo, estas deveriam influenciar a evolução dos organismos. Por que, então, em certos momentos, al-

guns conjuntos de espécies 'peculiares' aparentemente não são afetados pelas mudanças ecológicas, que atuam como agentes de seleção natural? Deixaremos para outra ocasião o cotejo entre essas perspectivas supostamente antagônicas, lembrando apenas que alguns biólogos evolutivos argumentam que a microevolução é necessária e suficiente para explicar a macroevolução.

Voltemos ao sistema das cinco teorias propostas por Mayr em sua análise de *A origem das espécies*, de Darwin. No caso da segunda teoria, da 'descendência com modificação', já se sugere uma consequência da modificação ao longo do tempo, afetando as características dos descendentes. Para explicar a forma como tais modificações ocorrem é preciso recorrer à terceira teoria: a 'seleção natural'. Este é o principal processo evolutivo, por meio do qual algumas características terão frequências alteradas, podendo ser eliminadas ou fixadas ao longo das gerações.

Embora a seleção natural esteja relacionada à probabilidade de sobrevivência e reprodução de cada indivíduo em apenas uma geração, o resultado evolutivo só será visível se observado em indivíduos de gerações subsequentes. Indivíduos com certas características (morfológicas, fisiológicas, comportamentais e outras) que lhes permitem sobreviver às restrições ecológicas terão, por isso, maior probabilidade de reproduzir que os outros, ou seja, poderão deixar maior número de descendentes do que os demais, que não as têm. A seleção natural é determinista enquanto são mantidas as mesmas condições ecológicas: indivíduos mais adaptados (com características que lhes dão vantagens para a sobrevivência e a reprodução) deixam mais descendentes, e assim a frequência dessas características nas populações aumenta com o passar das gerações.

**Embora a seleção natural esteja relacionada à probabilidade de sobrevivência e reprodução de cada indivíduo em apenas uma geração, o resultado evolutivo só será visível se observado em indivíduos de gerações subsequentes**

No entanto, lembrando que as próprias condições ecológicas evoluem, o efeito da seleção natural também muda ao longo do tempo, e há situações em que características selecionadas por milhares de anos seguidos, em certa linhagem, podem se tornar adaptativamente desvantajosas. Isso é evidente em épocas de mudanças climáticas bruscas, como ocorreu nas glaciações do Pleistoceno, entre 1,8 milhão e 11 mil anos atrás, e teoricamente poderá ocorrer no período atual, caso o aquecimento global se prolongue e se intensifique.

Seleção natural, porém, não é sinônimo de evolução, mas uma consequência das diferenças, entre os indivíduos, na sobrevivência e na reprodução ao longo das gerações. A transmissão das características dos indivíduos com vantagem adaptativa ocorre por meio dos mecanismos genéticos de hereditabilidade, e, com o tempo, o acúmulo de diferenças (sejam adaptativas ou neutras) entre duas linhagens descendentes da mesma população poderá levar ao surgimento de novas espécies. Nesse caso, ocorrerá evolução pela formação de duas novas espécies a partir de um ancestral comum. Aqui podemos reconhecer as duas teorias restantes que formam o sistema de teorias evolutivas: a 'ancestralidade comum' e a 'especiação'. Em síntese, é possível notar que essas cinco teorias são distintas, mas se inter-relacionam para formar o sistema de teorias evolutivas. ■

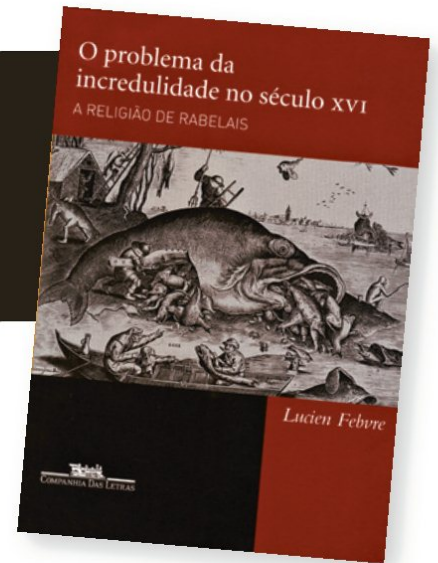


# O Rabelais de Febvre

## O problema da incredulidade no século XVI – A religião de Rabelais

**Lucien Febvre**

São Paulo, Companhia das Letras, 520 p., R\$ 66



Esta é a grande obra de Lucien Febvre (1878-1956), fundador da revista *Annales*, que, segundo o historiador inglês Peter Burke, foi uma “revolução francesa na historiografia”. Febvre foi historiador militante, combateu a favor da história como disciplina contra os historiadores chamados de ‘positivistas’, acusados de valorizar um conhecimento histórico objetivo. Defendia uma história-problema, uma história social livre das ideologias nacionalistas tão ao gosto do seu tempo.

Febvre concluiu seu livro nos anos da ocupação alemã de parte da França. Tempo em que, estando à frente da *Annales*, teve que mudar o nome do periódico para *Mélange d'Histoire Sociale*, suprimindo a história econômica e social constante do título original. A articulação entre o econômico e o social tinha odor de marxismo, daí a mudança. Mas Febvre nada tinha que ver com o marxismo, nem mesmo aderiu à Resistência francesa, ao contrário de Marc Bloch, seu companheiro na ‘revolução historiográfica’ provocada pelos *Annales*, que morreu fuzilado em 1944.

O livro em foco antecipa, em vários pontos, o que viria a ser chamado, nos anos 60-70, de história das mentalidades. Publicado em 1942, trata da obra literá-

ria de François Rabelais (1494-1553), médico da corte no reinado de Francisco I e grande escritor humanista. Rabelais escreveu, sob o pseudônimo de Alcofribas Nasier (um anagrama) os clássicos *Pantagruel* e *Gargântua*. O tema era, nas palavras do próprio autor, os “horrríveis e terríficos atos e palavras de Pantagruel, filho do gigante Gargântua”. Trata-se de uma novela de enorme sucesso, contando as aventuras de Pantagruel, cujo nome significa “tudo alternado”, famoso por sua gula insaciável e apego às bebedeiras. Gargântua também era glutão e desbocado.

Repleta de humor satírico, a obra se caracteriza pelo uso de vocabulário vulgar, além de blasfêmias pesadas contra as figuras sagradas do cristianismo, misturadas à descrição de vômitos, atos sexuais e outras ações escatológicas. A urina e as fezes despontam em várias partes da novela. Esses livros foram considerados heréticos pela Igreja e incluídos no *Index* de obras proibidas pela Inquisição em 1564. Vários censores julgaram a obra ateísta pelo forte desacato aos valores cristãos e pela utilização de linguagem chocante e obscena. O próprio Rabelais foi acusado de ateu e anticristão. Muitos críticos literários do século 19

embarcaram no juízo da Igreja e sustentaram a tese de que Rabelais era mesmo ateu.

É a propósito do ateísmo atribuído a Rabelais que ocorre a inovação de *O problema da incredulidade no século XVI*. Ao contrário do que esse título possa sugerir, Febvre defende a impossibilidade do ateísmo no século 16, justamente a partir de análise exaustiva do vocabulário da época. Foi nesse contexto que Febvre lançou o conceito de “*ou-tillage mental*”, alusivo ao conjunto de crenças e sentimentos de determinada sociedade, antecipando a *História das mentalidades*.

A genialidade da obra reside, porém, na demonstração cuidadosa da religiosidade do próprio Rabelais, homem que admirava o calvinismo, o que talvez explique a truculência verbal de seus personagens contra os santos e os sacramentos. Febvre examina as referências bibliográficas de Rabelais e descobre o seu apego à *Bíblia* e a certos textos sacros em francês. O historiador também descobre um Rabelais adepto da doutrina



da 'justificação pela fé', um dos pilares do luteranismo. Contudo, Febvre nos mostra que Rabelais não estava livre dos valores católicos, a exemplo da caridade': *Fides charita formata* – fórmula cara aos escolásticos – não a Lutero ou Calvino. "Coexistência, no mesmo homem, de tendências opostas que o puxam cada uma para seu lado", assim Febvre vê Rabelais.

É possível dizer que Rabelais foi mais bem compreendido por Febvre do que pelo semiólogo russo Mikhail Bakhtin [1895-1975], também um especialista da obra rabelaisiana e autor de *A cultura popular na Idade Média e no Renascimento* (1965). Bakhtin preferiu identificar na obra rabelaisiana as evidências de uma cultura popular carnalizada e, portanto, crítica da cultura austera das elites. Segundo Bakhtin, Rabelais teria dado voz, por meio de seus personagens grotescos, a uma cultura popular, transmitida oralmente, que misturava cristianismo e paganismo; uma cultura popular cujos valores morais se distanciavam ou se opunham aos valores da ortodoxia cristã. Utilizando Rabelais como fonte para o estudo de comportamentos, Bakhtin talvez não tenha percebido que era o próprio Rabelais que, satírico, ridicularizava a irreverência popular no tratamento das sacralidades.

Febvre e Bakhtin coincidem, porém, num ponto importante: ambos afirmam não querer estudar o próprio Rabelais ou sua obra, senão tomá-los como base para interpretações maiores. No caso de Bakhtin, a cultura popular. No caso de Febvre, não um estudo a mais sobre Rabelais, senão um exercício investigativo das mentalidades francesas segundo Rabelais. Nosso autor tem razão, em parte, mas não totalmente, porque seu estudo

desvela os dramas de consciência do próprio Rabelais, dilacerado entre a Igreja católica e a Reforma protestante.

No prefácio à edição da Companhia das Letras, o historiador Hilário Franco Jr. faz reparos ao livro de Febvre, sobretudo à ideia de que os homens da época "desconheciam o senso do impossível", logo não podiam ser ateístas. Alerta que, desde o século 13, usavam-se na França verbos como *descroire* (descrer) e *mescroire* (recusar-se a crer). Crítica elegante, sem dúvida, mas frontal, pois admite a descrença, enquanto sentimento ou escolha intelectual, em tempo bem anterior ao de Rabelais.

O medievalista tem razão nesse ponto, mas isso não desmerece, nem Hilário pretendeu fazê-lo, a consistência da obra de Febvre. Denis Crouzet, no pós-fácio da presente edição, dá excelente ponto final ao assunto ao dizer que: "o Rabelais de Lucien Febvre é alimentado de Lucien Febvre, mas o próprio Febvre estava inervado, possuído por Rabelais, a ponto de compreender seu tempo e seu próprio personagem de historiador no mais alto sentido".

**Ronaldo Vainfas\***

*Centro de Estudos Gerais, Universidade Federal Fluminense*

\* Autor de *Traição: um jesuíta a serviço do Brasil holandês processado pela Inquisição*



**O cozinheiro cientista: Quando a ciência se mete na cozinha – Anotações de alquimia culinária**

**Diego Golombek**

e **Pablo Schwarzbaum**

*Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 160 p., R\$ 28*

Há muito mais ciência na culinária do que sonha a nossa vã filosofia. É essa a premissa do livro *O cozinheiro cientista*, escrito pelos biólogos argentinos Diego Golombek e Pablo Schwarzbaum, que integra a coleção Ciência que Ladra, dedicada à divulgação científica. Em cada ovo cozido, leite fervido, pão feito e carne assada há uma espécie de alquimia culinária que deve ser conhecida não apenas pelo prazer de saber, mas pela sua óbvia utilidade no dia a dia. A linguagem leve e divertida dos autores também colabora para que a observação da consistência de um pudim se torne uma experiência interessante. Ao terminar a leitura, a sensação é que a cozinha, não é lá muito diferente de um laboratório – e que isso é ótimo.



**Da fabricação de monstros**

**Julio Jeha e Lyslei Nascimento (org.)**

*Belo Horizonte, Editora UFMG, 200 p., R\$ 30*

As ideias do cientista italiano Luigi Galvani, do químico Humphry Davy e do naturalista Erasmus Darwin (avô de Charles, pai da teoria da evolução) tiveram forte influência, segundo relata Julio Jeha, na criação de Frankenstein, monstro que saiu da imaginação da romancista Mary Shelley (1797-1851). Essa é apenas uma das inúmeras representações de monstros e monstruosidades encontradas na literatura e nas artes visuais, como mostram os ensaios reunidos neste livro. De Frankenstein ao cinema nazista, os 11 ensaios abordam temas tão diversos como as cidades na obra de Chico Buarque e as imagens do *Grande Sertão* criadas por Arlindo Daibert a partir do romance de Guimarães Rosa. Os autores avaliam como a arte faz surgir o mal absoluto, que se traduz em intolerância, transgressão, desmedida, totalitarismo e violência.



## Tensão e voltagem

Excelente a matéria “Por que os raios não são captados e armazenados para se aproveitar sua energia?”, publicada como resposta ao leitor (CH 260). Seria interessante, porém, que substituíssem o termo ‘voltagem’ por ‘tensão’, já que voltagem não existe em nosso vocabulário. É apenas um termo mal traduzido do inglês (*voltage*).

**Guilherme T. Ribas**  
Por correio eletrônico

✉ *A palavra ‘voltagem’ consta do Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa e dos dicionários. É definida como “tensão medida em volts” no Dicionário Houaiss e, segundo este, já constava do dicionário de português de Cândido de Figueiredo, publicado em Lisboa em 1899.*

## Evolução convergente

Há um bom tempo li, em um trecho de um livro sobre astrobiologia, sobre possíveis relações entre o surgimento e a organização da vida e dos sistemas vitais e a teoria da complexidade (enraizada na teoria do caos). O trecho sugeriu que as leis de auto-organização padronizadas do universo poderiam refletir-se na evolução da vida. É claro que, tendo apenas o exemplo da Terra a ser estudado, não é possível testar essa hipótese. Então pensei: “Se esse for o caso, devem existir exemplos de órgãos ou membros que tenham evoluído em espécies diferentes, separadamente.” (...) Pesquisei sobre o assunto (não sou biólogo, e sei pouquíssimo sobre isso), e descobri que existe uma miríade de exemplos. A ‘evolução convergente’ pareceu uma evidência forte apontando para uma espécie de padrão na direção da evolução das diferentes espécies. A primeira implicação que veio à minha mente foi, é claro, sobre extraterrestres. Isso significaria que, se houver vida evoluída em um mundo parecido com o nosso, eles seriam

semelhantes às espécies daqui? A visão de alienígenas de filmes como *Contatos imediatos do terceiro grau* e afins seria mais precisa do que julgávamos? Ao ver a coluna ‘A propósito’ tratando do mesmo assunto (CH 261), e concluindo o mesmo que eu, fiquei ao mesmo tempo decepcionado (achava que tinha tido uma ideia original) (...) e aliviado (ver essa ideia em um artigo escrito por um biólogo confere mais credibilidade a ela). (...)

**Eduardo Heringer**  
Por correio eletrônico

## Religião e medicina

Em junho (CH 260), no texto ‘Diálogos possíveis e desejáveis’, é citado um autor que diz que “a religião deveria ser mais bem conhecida” e que “o potencial de cura da religião é bem grande”. Essa última afirmação representa um exercício ilegal da profissão de médico (...). Ela só pode ser referida, com seriedade, por médicos. Além disso, não tem comprovação experimental, e, portanto, não é científica. Se uma jornalista é da editoria de CH, ela representa a opinião da revista. Não me parece que uma afirmação tão leviana deva ser publicada na principal revista científica do país.

**Paulo Roberto Koetz**  
Passo Fundo, RS

✉ *As opiniões publicadas nas matérias jornalísticas, entre aspas duplas, são da responsabilidade de seus autores, e nem sempre coincidem com as posições dos editores da revista. No caso, o autor da frase deixa claro que o tema precisa ser mais estudado.*

## Bolsista e a CH

Sou bolsista de iniciação científica do CNPq e estava recebendo a CH. Mas a partir de maio de 2009 não recebi mais. Sou aluna de ciências biológicas da UFSCar e a revista ajuda muito em minha formação acadêmica. Por isso, escrevo para saber

o motivo pelo qual não estou sendo contemplada com a revista. Aproveito para elogiá-los, pelas matérias e artigos, que são muito bem escritos e interessantes.

**Thaíla Quatrini Corrêa**  
Florianópolis, SC

✉ *Como já informamos outras vezes, a distribuição da revista a bolsistas do CNPq era feita por meio de um convênio entre esse órgão e o Instituto Ciência Hoje, mas esse convênio foi encerrado. Estamos tentando sua renovação.*

## Só coisas boas

Só tenho coisas boas pra falar da CH. Por isso não me contenho: após receber a minha revista (CH 262) e ler excelentes matérias, corri para o computador para parabenizá-los. Excelente reportagem sobre a exploração da Lua. Só ouvimos (e vemos) que irão astronaves e jipes, mas nunca nos atentamos para o real interesse disso tudo. Depois desse texto, estou mais atenta no caso das notícias sobre nosso satélite. Não posso deixar de enviar mais um elogio a Franklin Rumjanek. Ele mais uma vez me surpreendeu com a coluna ‘A propósito’, falando sobre o RNA, que foi de grande excelência. Porém, o que mais se destacou nessa edição, para mim, foi a entrevista com o Carlos Minc. Meu conceito sobre ele mudou depois de sua entrevista, que foi clara e precisa. Sem perguntas óbvias e sem enrolação. Resumindo: Parabéns!!! Vocês são excelentes.

**Silvia B. Q. César**  
Por correio eletrônico

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

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



# Para jogar e comer ao mesmo tempo



**Marco Moriconi**

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

**F**estas de final de ano são momentos propícios para diversão. Aqui vai sugestão desta coluna para a ocasião: jogos de regras simples e materiais fáceis de achar. Um deles, bom para a diversão com amigos e familiares, pode ser jogado por duas pessoas, bastando algumas ‘pedrinhas’ (nozes, uvas-passas, avelãs ou qualquer outra coisa pequena que esteja sobrando na mesa natalina).

Faça um conjunto com 30 pedrinhas. Uma jogada consiste em retirar de uma a seis unidades desse montinho. Os jogadores alternam as jogadas, e vence aquele que zerar a pilha.

Então, que tal praticar antes de continuar a leitura? Dica: seja o primeiro a jogar.

Primeira observação (meio óbvia, é verdade): esse jogo tem que terminar em algum momento, pois a pilha sempre diminui em pelo menos uma pedrinha a cada jogada. Segunda observação (igualmente óbvia): se há um fim, haverá um vencedor, necessariamente o jogador que fizer sua jogada quando restarem entre uma e seis pedrinhas, pois, nesse caso, ele pode pegar todas de uma vez. Portanto, o objetivo de cada jogador é se preparar com a situação na qual há, no máximo, seis pedrinhas.

Qual dos dois jogadores terá mais chance de vencer? O primeiro ou o segundo?

Se você for o primeiro jogador – conselho que dei no início da coluna –, faça o seguinte: retire duas pedrinhas, deixando 28. Note que esse número é divisível

por sete. “E daí?”, perguntaria você. Bem, qualquer que seja a jogada de seu adversário, você sempre pode retirar, na sua vez, sete pedrinhas menos o número que ele retirou. Por exemplo, se ele retirou três, você retira quatro; se ele tirou seis, você tira uma. Dessa forma, a pilha diminuirá de sete em sete. Em certo momento, teremos exatamente sete pedrinhas na mesa (de 28, elas passarão para 21; depois, para 14 e, finalmente, sete).

Quando houver apenas sete pedrinhas no monte, qualquer que seja a jogada de seu oponente, restarão de uma a seis pedrinhas. E, nesse momento, você pega todas as que sobraram, e ganha o jogo.

Conclusão: há uma estratégia que sempre leva o primeiro jogador à vitória!

Boas-festas, feliz ano-novo e até fevereiro!

P.S.: Uma variação desse jogo é usar uvas como pedrinhas e ir comendo-as. Divertido, saboroso e saudável. Mas não exagere! ■

## DESAFIO

E se o monte inicial tivesse 32 pedrinhas e retirássemos de uma a quatro delas? Qual a melhor estratégia? Quem leva a melhor agora?

## SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

Um dragão de três cabeças e uma cauda é do tipo (3; 1). Portanto, com base nas regras da coluna passada, se cortarmos uma cauda, nascem duas; então, ele passa a ser do tipo (3; 2). Cortando, de novo, uma cauda, ele passa a ser (3; 3). Finalmente, extirpando mais uma cauda, a besta-fera torna-se (3; 4). Nesse momento, basta seguir a estratégia da coluna passada, a partir do ponto em que o ‘lagartão’ era do tipo (3; 4).





# Quais as vantagens da racialização?



**Renato Lessa**

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

Uma das questões mais importantes que, durante este ano, estiveram sob inspeção e deliberação no Congresso Nacional diz respeito ao lugar do tema 'raça' no ordenamento legal do país. De forma não surpreendente, diferentes visões ensarilharam seus argumentos, em um confronto no qual, para além de estatutos e diplomas legais, é a própria narrativa a respeito de que país somos, e do que o constitui, que está em jogo. Dada a natureza da questão, muitos ângulos podem ser adotados para o enquadramento do debate e para a tomada de posições.

Um ângulo extremamente útil pode ser encontrado em pequeno e engenhoso ensaio intitulado 'Subsídios para discussão no Senado brasileiro sobre a adoção de cotas raciais nas universidades públicas brasileiras', elaborado por Celia Kertenezky e Marina Aguas, pesquisadoras do Centro de Estudos sobre Desigualdade e Desenvolvimento (Cede), da Universidade Federal Fluminense. As autoras analisam os impactos possíveis da adoção da cota racial, somada à cota social, no acesso à universidade pública.

Graças à emenda feita pelo deputado Paulo Renato de Souza (PSDB/SP), o projeto de lei 73, de 1999 – que continua em tramitação no Congresso – estabelece que 50% das vagas das universidades públicas serão destinadas a estudantes egressos de escolas de ensino médio da rede pública. Essa parcela é dividida em duas subcotas: uma social (estudantes de famílias com renda igual ou

inferior a 1,55 salário mínimo por pessoa) e outra racial (que inclui pretos, pardos e indígenas, em suas proporções específicas em cada estado). Com base nesses percentuais e em dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2007, Kertenezky e Aguas fizeram um exercício sobre a aplicação desses critérios e produziram três conjuntos de evidências no mínimo interessantes.

“Se o objetivo é atingir a população negra, a cota racial parece ociosa”

1. Estudantes elegíveis às cotas sociais constituem nada menos que 75% do total de concluintes do ensino médio no país (público ou privado). Nas duas pontas, Piauí (92%) e Santa Catarina (58%). Se adotarmos aquele marcador salarial como linha de pobreza, é nítida a maioria esmagadora de pobres no contingente considerado. Como notam as autoras do estudo, dada a extensão da pobreza, seria alta a probabilidade de que um simples sorteio, seguido de ordenamento por nota, atingisse os estudantes mais pobres. Nos casos de Piauí e Alagoas, por exemplo, essa probabilidade seria mais do que alta.

2. A maioria do contingente acima indicado é composta por negros e pardos, que representam 56,1%, contra 43,2% de brancos. Isso implica que, se o foco for a renda e, portanto, os estudantes pobres, os negros serão os mais beneficiados.

3. A esmagadora maioria dos estudantes pobres estuda na rede pública (92%). Assim, se o foco for a rede pública, o maior benefício recairá sobre os estudantes pobres. De modo mais preciso, 95% dos estudantes pobres negros e respectivamente 94% e 86,6% de seus equivalentes pardos e brancos estão na rede pública. Dada a sobre-representação dos negros e pardos na pobreza, a maior parte dos estudantes pobres da rede pública é negra e parda. Logo, se o foco for a rede pública, “os estudantes negros, que são a maior parte dos estudantes pobres, serão os principalmente atingidos”.

A conclusão principal do ensaio é clara: “Se o objetivo é atingir a população negra, a cota racial parece ociosa.” Ambos os focos, tanto o dirigido aos estudantes pobres quanto o que tem por base as escolas públicas, atingiriam preferencialmente estudantes negros. Com a vantagem de não introduzirem “iniquidades horizontais”, ou seja, a exclusão de não negros pobres e/ou estudantes da rede pública.

É mesmo o caso de perguntar: quais as vantagens da racialização?



