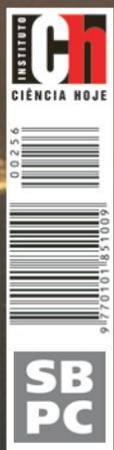


# ciência hoje

REVISTA DE  
DIVULGAÇÃO  
CIENTÍFICA  
DA SBPC

256



VOL. 43  
JANEIRO/  
FEVEREIRO  
2009  
R\$ 9,95

## EVOLUÇÃO

Teoria tem baixa  
aceitação entre  
universitários

## ASTROLOGIA

Cientistas discutem  
influência dos astros

## GUARANÁ

Das propriedades  
medicinais ao  
perfil genético

# Galileu

## O universo reinventado



# Astronomia em pauta

**Há 400 anos**, Galileu Galilei (1564-1642) utilizava pela primeira vez um telescópio para observação astronômica. Embora não fosse o autor dessa invenção, ele inaugurou, com sua atitude, uma revolução científica, já que até então as observações celestes eram feitas a olho nu. Para comemorar esse feito excepcional, a União Astronômica Internacional (IAU, na sigla em inglês) e a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) elegeram 2009 o Ano Internacional da Astronomia.

Juntando-se às comemorações, que têm como um dos principais objetivos a maior divulgação dessa área científica, a revista *Ciência Hoje* dá início a uma série de artigos sobre astronomia, a serem publicados ao longo do ano. Neste número, o filósofo e historiador da ciência Antonio Augusto Passos Videira analisa as descobertas astronômicas de Galileu, mostrando como o cientista as interpretou de um modo original para a época. E o astrofísico Carlos Alexandre Wuensche, a partir de uma abordagem histórica, trata do confronto entre a astronomia e a astrologia, examinando esta última – segundo a qual os astros influenciam o destino das pessoas – sob o ponto de vista da ciência.

**Informamos ao leitor** que já encontrará, nestas páginas, as novas normas instituídas pelo acordo ortográfico da língua portuguesa, tratado internacional que busca uniformizar o português escrito em todos os países que utilizam esse idioma.

**A redação**

**INSTITUTO CIÊNCIA HOJE** • Organização Social 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)  
**Diretores Adjuntos** • Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ) • Roberto Lent (Instituto de Ciências Biomédicas/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 Foguel (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ)

**REDAÇÃO**

**Editora Executiva** • Alicia Ivanissevich; **Editora Assistente** • Sheila Kaplan; **Editor de Forma e Linguagem** • Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** • Ricardo Menandro; **Setor Internacional** • Cássio Leite Vieira; **Repórteres** • Fred Furtado, Isabela Fraga e Mariana Ferraz; **Colaboraram neste número** • Guilherme de Souza; **Revisoras** • Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** • Theresa Coelho  
**ARTE** • Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.

**Diretora de Arte** • Claudia Fleury; **Programação Visual** • Carlos Henrique Viviane e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** • Luiz Baltar; (ampersand@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.: (0xx11) 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 • Andréia Marques. Telefax: (0xx21) 2109-8959 (amarques@cienciahoje.org.br)

**REPRESENTAÇÕES**

**SALVADOR** • Coordenador Científico • Caio Mário Castro de Castilho (UFBA) (caio@ufba.br). End.: Instituto de Física/UFBA, Campus da Federação, SSA, CEP 40210-340, Salvador, BA. Tel.: (0xx71) 3263-6660. Fax: (0xx71) 3263-6606

**REPRESENTANTES COMERCIAIS**

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

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

**RECURSOS HUMANOS** • Luiz Tito de Santana

**EXPEDIÇÃO** • Gerente • Adalgisa Bahri

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

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

**CIÊNCIA HOJE** • Av. Veneslau 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

## 18 As descobertas astronômicas de Galileu

Em 1609, Galileu Galilei fez as primeiras observações astronômicas empregando uma luneta. Seus estudos sobre a Lua, os satélites de Júpiter e as manchas solares marcam o nascimento da moderna astronomia.

Por Antonio Augusto Passos Videira

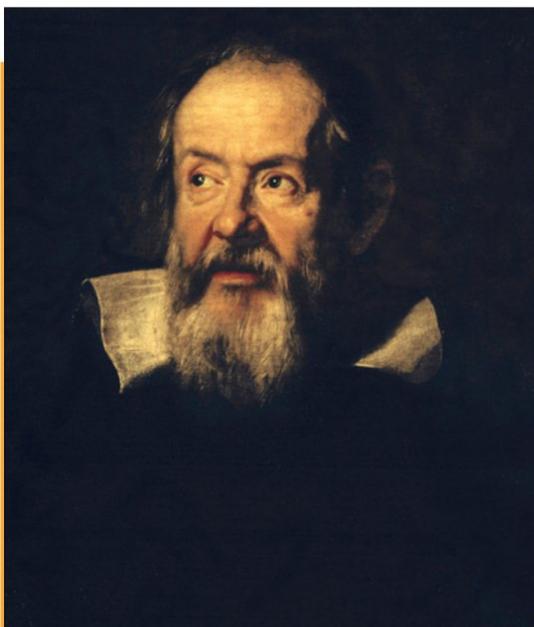
Capa: Galileu em pintura de Justus Sustermans/Foto Grupo Keystone

## 24 Astronomia versus astrologia: o movimento dos astros influencia nosso dia-a-dia?

A astrologia pode ser considerada uma ciência, no sentido moderno dessa palavra? Os astros podem influenciar o comportamento humano e os acontecimentos históricos? Essa influência foi testada em pesquisas? Um astrônomo apresenta respostas para essas perguntas.

Por Carlos Alexandre Wuensche





## 30 Guaraná: os segredos moleculares de uma planta lendária

Consumido pelos índios desde antes da chegada dos portugueses, o guaraná sempre foi muito usado na medicina popular. Nas últimas décadas, cientistas comprovaram várias propriedades da planta e estudos recentes decifram suas características genéticas.



Por **Indramara L. de Araújo, Danival V. de Freitas, Carlos G. Nunes-Silva e Spartaco Astolfi-Filho**

## 36 Evolucionismo x criacionismo: aceitação e rejeição no século 21

Embora o evolucionismo seja uma das mais relevantes teorias científicas, sua credibilidade ainda é baixa, mesmo entre alunos de cursos superiores. Foi o que revelou uma pesquisa realizada com universitários no Paraná.

Por **Rogério F. de Souza, Marcelo de Carvalho, Tiemi Matsuo e Dimas A. M. Zaia**

### O LEITOR PERGUNTA

- 4 O bafômetro realmente mede a quantidade de álcool no organismo?
- 4 Um campo magnético pode barrar partículas radioativas?
- 5 A atual crise financeira mundial pode significar uma nova fase do capitalismo?
- 5 Qual a importância dos micro-organismos na natureza?

### ENTREVISTA

- 6 **Eric Maskin**  
**Nobel por acidente**  
Matemático fala de seu trabalho e da teoria que lhe deu um Nobel

### MUNDO DE CIÊNCIA

- 10 **Malária: batalha de múltiplas frentes**  
Medicamento e vacina renovam esperanças na luta contra a doença

### A PROPÓSITO

- 17 **O carisma do panda**  
Espécies ameaçadas que atraem atenção não são as mais importantes

### PERFIL

- 42 **Francisco Mauro Salzano**  
**“A genética é o meu hobby”**  
Pesquisa científica e ensino marcam a vida do geneticista gaúcho

### EM DIA

- 50 **Nos passos de Darwin**  
Tataraneto do naturalista refaz expedição deste no Brasil em 1832
- 52 **Protetores ou daninhos?**  
Uso excessivo de inseticidas dentro de casa pode trazer risco à saúde
- 54 **Israel em debate**  
Núcleo de estudos judaicos discute 60 anos do Estado judeu
- 57 **Radicais livres no alvo**  
Estudo aponta poder antioxidante em extrato concentrado de uva
- 58 **Tratamento duplo**  
Novas normas técnicas estimulam tratamento de esgoto eficiente
- 60 **Humanos virtuais**  
Animação gráfica poderá ter muitos usos além do entretenimento
- 62 **Bacuri universal**  
Sistema de manejo preserva bioma e pode ajudar a popularizar fruto
- 63 **Política da boa vizinhança**  
Estudo aponta muitas fontes de poluição em canteiros de obras

### OPINIÃO

- 64 **Desacerto entre pesquisas e leis**  
Pouco diálogo entre ecólogos e legisladores gera decisões errôneas

### ENSAIO

- 66 **Além dos túbulos de Malpighi**  
Vida de antigos pesquisadores pode auxiliar no ensino de ciências
- 68 **A queda das folhas em florestas tropicais**  
Informação inadequada sobre estações do ano é repetida nas escolas

### MEMÓRIA

- 71 **Um feito espetacular**  
Descoberta da doença de Chagas aconteceu no Brasil há 100 anos

### RESENHA

- 75 **O poder da matemática**  
Resenha do livro *Como a matemática explica o mundo: o poder dos números no cotidiano*, de James D. Stein
- 77 **Ecologia aquática em detalhe**  
Resenha do livro *Limnologia*, de José Galizia Tundisi e Takako M. Tundisi

### CARTAS

### QUAL O PROBLEMA?

- 79 **Como converter moedas**  
Como tornar ‘honestas’, no cara-ou-coroa, as moedas ‘desonestas’

### SOBRE HUMANOS

- 80 **A fábula do pequeno Olson**  
O que faz os humanos egoístas se mobilizarem pelo bem comum

## ? O bafômetro realmente mede a quantidade de álcool no organismo?

FABRÍCIO SIMÕES, POR CORREIO ELETRÔNICO

SNCJHU Cabe lembrar que o bafômetro não mede a quantidade de álcool no sangue, mas sim a quantidade de álcool no ar expirado. O ar exalado tem correlação com a concentração de etanol no sangue por um mecanismo semelhante ao das trocas gasosas que ocorrem no pulmão. Por exemplo, 0,2g/L (gramas por litro) de etanol sérico (sanguíneo) correspondem a aproximadamente 0,1mg/L (miligrama por litro) de etanol no ar expirado.

No entanto, há alguns fatores que podem interferir no metabolismo do álcool, como a massa corporal da pessoa, a ingestão de determinados medicamentos e alimentos juntamente com a bebida alcoólica, além da idade do indivíduo. Pessoas mais velhas e com maior peso corporal tendem a ter menor quantidade de água no corpo, fazendo com que a difusão do álcool nos tecidos seja lenta e, assim, haja maior concentração de álcool no sangue. Esses fatores contribuem para que, ocasionalmente, possam ocorrer pequenos erros no resultado do bafômetro.

Há vários estudos que comprovam a correlação entre o álcool no ar expirado e o álcool no sangue. A pequena variação existente nessa correlação (de 2% a 5%) valida cientificamente o teste.

**Wagner Fontes**

*Instituto de Ciências Biológicas,  
Universidade de Brasília*



## ? Um campo magnético pode barrar partículas radioativas?

JOSÉ DIAS DE SOUZA NETO, POR CORREIO ELETRÔNICO

O leitor deve estar se referindo às partículas emitidas por núcleos atômicos instáveis no processo de formação de núcleos mais estáveis. Tais partículas denominam-se alfa (um núcleo de dois prótons e dois nêutrons ligados entre si, com carga elétrica positiva) e beta (elétron com carga elétrica negativa ou sua antipartícula, o pósitron, com carga elétrica positiva). O núcleo atômico instável pode emitir também radiação eletromagnética, denominada raios gama, com carga elétrica nula. Em reações nucleares induzidas (na fissão nuclear, por exemplo), há liberação de nêutrons, com carga elétrica nula.

O campo magnético atua sobre partículas com carga elétrica não nula, exercendo sobre elas uma força magnética que as desvia de sua trajetória inicial. Não haverá desvio de trajetória quando um raio gama ou um nêutron penetrar uma região onde existe campo magnético. Se o leitor estiver pensando em usar um campo magnético para fazer blindagem, não considero esta uma solução adequada, pois raios gama e nêutrons, bastante penetrantes, podem atravessar grandes espessuras. Um campo magnético poderá também interferir no desempenho de equipamentos eletrônicos sensíveis que estejam por perto.

Atualmente, usa-se chumbo para blindar raios gama e água e/ou parafina misturada com boro para blindar nêutrons. Para as partículas alfa e beta, pode-se fazer uma blindagem fina, de materiais leves, como o alumínio. Os raios X (radiação eletromagnética) utilizados em hospitais, clínicas médicas e laboratórios de pesquisas também são penetrantes e não interagem com o campo magnético. A blindagem adotada nesse caso é a mesma usada para proteger contra a radiação gama.

Felizmente, para nossa proteção, a Terra é envolvida por um campo magnético que 'blinda' os prótons, elétrons e outras partículas com carga elétrica provenientes do Sol. Algumas dessas partículas podem, no entanto, atingir a superfície terrestre e causar problemas se seu fluxo for intenso.

**Otávio Portezan Filho**

*Departamento de Física,  
Universidade Estadual de Londrina (PR)*

## ? A atual crise financeira mundial pode significar uma nova fase do capitalismo?

MARCELA ALMEIDA, POR CORREIO ELETRÔNICO

Ainda é cedo para se saber o que resultará desta crise. Apesar de sua profundidade e extensão, só é razoavelmente seguro prever que o funcionamento do sistema financeiro será alterado de modo mais notável. Por um lado, porque a inviabilização de alguns tipos de instituição, como os bancos de investimento norte-americanos, provavelmente resultará em um movimento de conglomeração ainda mais intenso que o verificado nos anos 90.

É de se esperar que saiam fortalecidos desta crise os grandes grupos financeiros, muito parecidos com os que dominam a cena brasileira – por exemplo, instituições que oferecem serviços bancários, transações com papéis, seguros, administração de fundos etc. Por outro lado, é de se esperar que os governos exerçam uma vigilância maior do que a que exerceram nos últimos 20 a 30 anos sobre a atividade das instituições financeiras. É praticamente consensual que, sem esse controle, essas instituições tendem a adotar estratégias de risco que podem comprometer não só o seu próprio futuro, o que, afinal, é problema delas, mas o de toda a sociedade, que intervirá então para conter esses riscos.

Mais do que isso, porém, não se pode dizer ainda, pois a crise só agora começa a atingir a economia real, o emprego, a produção e o investimento. Quanto maiores os danos causados agora, mais provável será a ocorrência de mudanças mais profundas no funcionamento da economia.

**Fernando José Cardim de Carvalho**  
Instituto de Economia Industrial,  
Universidade Federal  
do Rio de Janeiro



BRIAN HAGIWARA / JUPITER / REUTERS

## ? Qual a importância dos micro-organismos na natureza?

MATEUS GONÇALVES, POR CORREIO ELETRÔNICO

Os micro-organismos fazem parte da biosfera. Evoluíram e evoluem de acordo com a história do planeta. Alguns exemplos de sua importância na natureza podem ser encontrados no passado. O surgimento de bactérias capazes de realizar fotossíntese, liberando oxigênio molecular no processo, explica a crescente concentração desse elemento em nossa atmosfera, o que permitiu a diversificação dos seres vivos. Da mesma forma, bactérias produtoras de metano (composto que retém calor) impediram que o planeta congelasse, o que ameaçaria o surgimento de vida complexa.

No presente, bactérias e fungos são responsáveis por decompor material orgânico. Assim, todo ser vivo, ao morrer, é decomposto pelos micro-organismos, que devolvem os elementos químicos ao solo, permitindo sua reutilização para a síntese de moléculas orgânicas. Essa função é essencial, por exemplo, nas florestas com solo pobre em nutrientes, que dependem da reciclagem dos nutrientes de folhas caídas e de plantas e animais que morrem. Além disso, bactérias presentes no solo contêm enzimas que permitem a captura do nitrogênio atmosférico e o transformam em substâncias que podem ser capturadas pelas raízes dos vegetais. Sem essa transformação, o nitrogênio não seria absorvido pelas plantas.

Nós, humanos, também somos protegidos por muitas bactérias (embora outras causem doenças). Bactérias que habitam nossa pele competem com invasoras e nos protegem de infecções cutâneas. Nossa saliva também contém bactérias protetoras. No intestino humano, outras auxiliam a digestão dos alimentos, produzem compostos úteis (como certas vitaminas) e controlam, por competição, a proliferação de outros micro-organismos responsáveis por diarreias e outras doenças. Esses 'parceiros' também ajudam o organismo a absorver elementos como cálcio, magnésio, vitaminas e ferro. Essa parceria é essencial para a boa saúde dos seres humanos.

**Stefan Cunha Ujvari**  
Hospital Alemão Oswaldo Cruz (São Paulo)

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

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

# NOBEL POR ACIDENTE



FOTO CLIFF MOORE

## Eric Maskin

Quando o norte-americano Eric Maskin concluiu sua graduação em matemática não imaginava que, anos mais tarde, suas pesquisas lhe renderiam um dos mais importantes prêmios do mundo. Laureado em 2007 com o Nobel de Economia, Maskin afirma que entrou na área “quase acidentalmente”, motivado pela possibilidade de unir a precisão e a beleza da matemática à solução de problemas do mundo à sua volta.

Seu trabalho de ‘10 milhões de coroas suecas’ (cerca de um milhão de euros, valor do prêmio que o pesquisador dividiu com os economistas Leonid Hurwicz, da Universidade de Minnesota, e Roger Myerson, da Universidade de Chicago), trata da teoria do desenho de mecanismos. Desde leilões públicos a finanças corporativas, passando pela análise de juros, a teoria já foi aplicada a uma série de situações reais com grande sucesso.

Hoje Maskin leciona no Instituto de Estudos Avançados, em Princeton, nos Estados Unidos, e direciona suas pesquisas para a busca de incentivos que levem governos a combater o aquecimento global e empresas farmacêuticas a investir em remédios para doenças negligenciadas, como a malária. Essa entrevista foi concedida à *Ciência Hoje* durante visita ao Rio de Janeiro para participar do Encontro Latino-Americano da Sociedade Econômica (Lames) e da Associação de Economia da América Latina e do Caribe (Lacea), realizado no Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA) em novembro último.

**Mariana Ferraz**  
*Ciência Hoje/RJ*

**A teoria do desenho de mecanismos trabalha de maneira inversa às teorias econômicas tradicionais. Por que essa inversão?**

Na maioria das teorias, partimos das instituições econômicas existentes e tentamos projetar quais resultados elas vão gerar. No desenho de mecanismos, ao contrário, começamos com o resultado que gostaríamos de ter, e, aí, nos perguntamos se podemos desenhar mecanismos, ou instituições, para atingi-los. São duas formas de trabalho complementares, partes diferentes da economia. Para fazer previsões, temos o primeiro tipo de economia, que é exatamente chamada de economia preditiva ou economia positiva. Mas, para fazermos as mudanças desejadas, nós precisamos do segundo tipo, que é a economia normativa.

**Essa teoria tenta reconciliar interesses públicos e privados. Isso é mesmo possível?**

Suponha que nós dois somos vizinhos. Nossas casas são uma ao lado da outra e nós produzimos uma fumaça que, ao ser lançada pela chaminé, nos faz tossir. A minha fumaça faz você tossir e a sua fumaça me faz tossir. Então, nesse caso, o resultado que nós gostaríamos de obter seria reduzir a fumaça. A questão é como vamos alcançar isso objetivamente. Uma maneira seria você e eu assinarmos um contrato que diz que, se você reduzir sua fumaça, por exemplo, em 50% eu farei o mesmo e vice-versa. Nesse caso, o contrato seria um mecanismo para reconciliar a meta pública, comum, que é reduzir a fumaça, com o interesse particular, já que cada um de nós gostaria de produzir mais fumaça. Este é um exemplo bem simples de como é possível conciliar interesses públicos e privados apenas por meio de decisões particulares.

**Tanto nesse exemplo, quanto em outros, o senhor sempre considera que as pessoas agem apenas pensando em seu próprio benefício...**

De fato, várias pessoas pensam nos interesses públicos, mas, muitas outras, mesmo que pensem no interesse comum, colocam muito mais peso no que elas mesmas querem. Seria otimista demais acreditar que você pode fazer tudo ensinando as pessoas a terem espírito coletivo. Eu acho que sim, deveríamos ensinar as pessoas a terem espírito de coletividade, mas isso provavelmente não seria o suficiente.

**Mas o senhor acredita que, ao desenhar mecanismos que induzam as pessoas a agir segundo o interesse coletivo, também se provoca uma mudança na mentalidade delas? Não é, por exemplo, o que está acontecendo na área ambiental?**

Sim, eu acho que é possível mudar o modo de pensar, e temos visto alguma mudança com relação à

questão ambiental. Mas esse processo é lento, não acontece do dia para a noite. Então, acho que, se vamos agir agora, temos que agir de acordo com os objetivos que as pessoas têm agora. Pense no problema de se obter um acordo sobre as emissões de dióxido de carbono, o que é importante para o aquecimento global. Todos os países no mundo devem concordar que seria bom diminuir as emissões, mas, para cada país em particular, os custos para isso são muito distintos, significa mudar para novas tecnologias que podem ser mais caras ou fechar algumas fábricas. Então, mesmo que compartilhem esse objetivo, podemos ter que dar para alguns países, particularmente os países pobres do mundo, alguma compensação ou incentivo para que façam a mudança. É injusto que os países ricos imponham reduções caras aos mais pobres sem dar a eles nada em retorno.

**Isso é exatamente o que se tenta fazer nas discussões sobre as novas etapas do Protocolo de Kyoto [acordo que estabeleceu uma meta de redução de emissão de gases-estufa de 5% em relação aos níveis de 1990 até o ano de 2012].**

**O senhor acha que esse acordo será alcançado?**

Não é fácil, mas eu acho que se chegará a um acordo. Há agora uma conscientização de que esse é um problema importante com o qual temos que lidar.

**É possível conciliar interesses públicos e privados apenas por meio de decisões particulares**

**Mas no meio das discussões veio a crise econômica...**

Isso sem dúvida torna tudo mais difícil. Mas, de certo modo, faz com que tudo fique mais fácil também, porque a crise econômica reduz a atividade econômica, o que não é bom para a economia, mas é bom para a atmosfera! Pode ser que um acordo aceitável tenha que esperar alguns anos até que a recessão tenha acabado ou quase acabado.

**Como o senhor vê a atual crise econômica?**

Eu descreveria a crise atual como uma falha em se obter o mecanismo regulador correto. Existem muitos mercados onde você não precisa de muita regulação, ou mercados que funcionam bem sem qualquer regulação, mas os mercados de crédito são diferentes. Sabemos pela história passada e também pela teoria que os mercados de crédito não funcionam tão bem por eles mesmos porque, se um banco falir ou parar de fazer empréstimos, isso leva outro banco a parar ▶

de fazer empréstimos e assim por diante, até que, muito rápido, todo o mercado de crédito esteja ruído. No caso da atual crise, a razão pela qual os bancos pararam de dar empréstimos foram as hipotecas *sub-prime*, aquelas hipotecas oferecidas para quem não tinha histórico de crédito, pessoas que, na realidade, não tinham como pagar o empréstimo. Uma regulação simples poderia impedir que esses empréstimos fossem feitos. E isso teria parado toda a crise. É algo muito simples.

**Temos que encontrar o equilíbrio. Mas, sem dúvida, alguma mudança é necessária e eu espero que a vejamos quando Bush sair**

### **Por que isso não foi feito?**

Bom, cada banco que fez empréstimos antecipava que quem tomava esse empréstimo, em algum ponto, iria refinanciar, porque é isso o que acontece quando os preços das casas sobem. E quando a casa é refinanciada, o empréstimo original é pago por outro banco. Então, você tem esse sistema no qual cada banco faz um empréstimo porque sabe que outro banco vai pagá-lo. Isso faz muito sentido para um banco individualmente, mas é terrível para o sistema como um todo. E quando os preços das casas caíram, aconteceu o mesmo com todos os bancos. Este é um exemplo de por que os mercados de crédito nem sempre funcionam bem por si mesmos e de que se precisa de alguém, no caso o governo, que exerça alguma regulação. E os governos não estavam fazendo isso.

### **E o senhor acha que, de agora em diante, haverá mais regulação?**

De agora em diante é uma expressão muito forte, mas, certamente, por um período, veremos alguma regulação, particularmente nos mercados de crédito. Só espero que não nos encaminemos para o sistema oposto, saindo de um ponto extremo, com regulação muito pequena, claramente não suficiente, para uma situação onde tudo é regulado. Isso iria emperrar a atividade econômica. Temos que encontrar o equilíbrio. Mas, sem dúvida, alguma mudança é necessária e eu espero que a vejamos quando [George] Bush [presidente dos Estados Unidos] sair.

### **Por que o senhor começou a estudar economia e, particularmente, a teoria do desenho de mecanismos?**

Aconteceu quase acidentalmente. Participei de um curso de economia no qual fui apresentado à teoria

do desenho de mecanismos, que era muito nova na época, incluindo o trabalho de Leonid Hurwicz [pesquisador da Universidade de Minnesota também laureado com prêmio Nobel de Economia de 2007]. Achei tudo muito excitante porque a teoria combinava alguns aspectos da matemática dos quais gosto muito, como a precisão e os argumentos bastante sofisticados e bonitos, com a possibilidade de fazer diferença para a sociedade. Eu achei que esta era uma combinação maravilhosa, então fui persuadido a ir nessa direção.

### **Essa combinação fica explícita em seu atual trabalho de análise dos sistemas de votação. Por que o senhor decidiu estudar esse tema?**

Venho me interessando em votações há um longo tempo. Suponho que meu interesse se intensificou porque vi eleições

realmente terríveis, como as eleições presidenciais de 2000 nos Estados Unidos e de 2002 na França. Parece-me que, em ambos os casos, eleições melhores poderiam ter ocorrido com melhores sistemas. Então isto foi um pouco a minha inspiração.

### **Quais são as principais falhas no sistema eleitoral nos Estados Unidos?**

De um ponto de vista, há muitas falhas. Uma que enfatizo é o fato de o sistema ser muito vulnerável à influência de um candidato de um terceiro partido. Além dos dois principais partidos, que por um longo tempo têm sido os partidos Democrata e Republicano, frequentemente há outros candidatos. Esses candidatos adicionais, mesmo que não tenham chances de ganhar, têm um grande efeito nas eleições. Também, o sistema atual nos Estados Unidos e na França é vulnerável ao que chamo de voto estratégico. O voto estratégico é quando o eleitor na realidade prefere o candidato X ao candidato Y, mas vota no candidato Y porque sabe que não vai conseguir eleger o candidato X. Esse eleitor sabe também que, caso vote em X, talvez permita que um terceiro candidato Z, que considera pior, ganhe. Acho que isso é ruim por duas razões, primeiro porque distorce a maneira como as pessoas votam. Então, você acaba tendo um resultado que não reflete as preferências das pessoas. E isso também força as pessoas a fazerem um trabalho complicado e desnecessário, porque votando estrategicamente eu não apenas tenho que me preocupar com o meu voto ou como eu devia votar, mas também com a maneira como as outras pessoas vão votar. O voto torna-se uma reação à maneira como as outras pessoas votam e isto tudo torna muito difícil para os eleitores descobrir o que eles devem fazer. Na elei-

ção norte-americana de 2000, por exemplo, existiam algumas pessoas que queriam votar em Ralf Nader, mas elas pensaram que, se votassem em Nader, estariam tirando um voto de Al Gore e ajudando George Bush a vencer. E foi exatamente o que aconteceu! As pessoas que votaram em Nader acabaram elegendo o Bush. Se eles tivessem pensado mais estrategicamente, teriam concluído que era melhor não votar em Nader. Essa eleição teve ainda a agravante de ter sido decidida por apenas poucos votos e foi por isso que votar em Nader ajudou a eleger Bush. Mas os eleitores não deveriam se preocupar com esse tipo de situação.

#### E existe uma maneira de prevenir que isto aconteça?

Sim. Sugiro um método simples, o método de Condorcet, às vezes chamado de vencedor da maioria verdadeira. Nesse método, os eleitores fazem uma seleção dos candidatos, colocando o candidato de sua preferência em primeiro lugar, outro em segundo e assim por diante. A partir desta lista, elegemos o candidato que ganha dos outros candidatos por maioria.

#### Faz um ano que o senhor ganhou o prêmio Nobel de Economia. Sua vida mudou?

Mudou em alguns aspectos. Agora, por exemplo, passo mais tempo falando com repórteres! Já fazia um pouco disso antes, mas faço muito mais agora. Também

**Talvez o prêmio tenha me dado a chance de me concentrar mais em alguns problemas grandes**

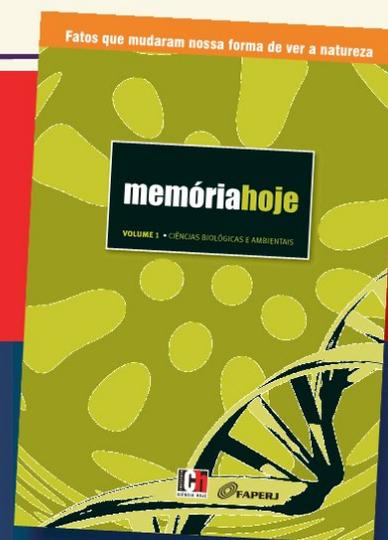
ganho bons convites para viajar para diferentes partes do mundo, e isso é muito bom. Mas acho que, em um nível mais básico, minha vida não mudou, porque, em primeiro lugar, fui para a economia para fazer um trabalho fundamental, para tentar responder questões básicas, e eu ainda faço isso. Talvez o prêmio tenha me dado a chance de me concentrar mais em alguns problemas grandes. Agora, por exemplo, procuro mecanismos através dos quais podemos parar o aquecimento global, e, recentemente, também comecei a trabalhar no problema de conseguirmos vacinas para doenças que afetam pessoas em países muito pobres.

#### E como é viver na casa onde Einstein viveu, em Princeton? Inspirador? Ou ele assombra o senhor?

Sim, é inspirador e Einstein é um fantasma amigável. Eu não reclamo. ■

**CONHEÇA NESTE LIVRO OS FATOS QUE MUDARAM NOSSA FORMA DE VER A NATUREZA**

- GÁS HILARIANTE
- REFLEXO CONDICIONADO
- MENTE ELÉTRICA
- A FUNÇÃO DOS ANTICORPOS
- A ORIGEM DAS ESPÉCIES
- CONTINENTES À DERIVA
- REGISTROS DO RITMO CARDÍACO ...



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

# Malária: batalha de múltiplas frentes

Resultado recente revigora a esperança de obtenção de novas drogas para uma das mais devastadoras doenças do planeta: a malária, transmitida pela picada de um mosquito e responsável pela morte de aproximadamente 2 milhões de pessoas por ano. Com a alteração de um mecanismo bioquímico do parasito que causa a doença, o *Plasmodium*, uma equipe internacional de pesquisadores conseguiu frear o desenvolvimento desse micro-organismo no fígado do hospedeiro.

Outro trabalho apresenta os resultados animadores de uma nova vacina, que poderá ser aprovada para comercialização ainda em 2010.

Os artigos estão, respectivamente, em *Cell Host & Microbe* (v. 4, n. 6, pp. 567-578, 2008) e *The New England Journal of Medicine* (v. 359, n. 24, pp. 2.521-2.532, 2008).

A malária continua sendo um dos principais problemas de saúde pública no mundo, ceifando cerca de 2 milhões de vidas anualmente. Mesmo com o crescente investimento no desenvolvimento de novas drogas para o combate dessa doença, o surgimento de parasitos resistentes aos atuais antimaláricos faz com que o combate à epidemia se torne cada vez mais árduo.

Apresentando um ciclo de vida complexo, o parasito passa por diversas formas celulares, tanto no mosquito (onde passa parte de seu ciclo de vida) quanto no hospedeiro vertebrado (onde causa a doença). Quando um mosquito infectado pica um vertebrado, ele injeta, juntamente com a saliva, uma forma infecciosa conhecida como esporozoítio. Após um passeio pela pele, os parasitos rumam em direção ao fígado, onde se multiplicam aos milhares.

Saindo do fígado, uma nova forma, denominada merozoítio, invade as hemácias (células vermelhas do sangue), começando um novo ciclo, responsável pelos sintomas clássicos da doença: as febres periódicas. A febre é resultado da ruptura das hemácias após a divisão do parasito em seu interior. Esse evento é altamente sincronizado. Nele, a melatonina (hormônio secretado pelo vertebrado no período da noite) tem papel importante: é capaz de sincronizar as

fases do ciclo de vida do parasito no estágio sanguíneo tanto em culturas celulares quanto em camundongos, bem como desencadear vários mecanismos bioquímicos sinalizadores no parasito.

A complexa biologia do parasito está intrinsecamente associada à dificuldade em erradicar a doença. Para isso, é fundamental o estímulo de estudos que ajudem a desvendar mecanismos de sobrevivência engendrados pelo parasito para sobreviver no hospedeiro.

Recentemente, uma equipe internacional liderada por David Fidock, da Universidade Colúmbia (Estados Unidos), publicou, no periódico *Cell Host & Microbe*, um trabalho interessante a partir de estudos do mecanismo bioquímico de produção, no parasito da malária, dos chamados ácidos graxos (estruturas básicas que formam as gorduras). Essa via bioquímica não é encontrada em humanos. Porém, quando uma enzima desse mecanismo foi retirada do parasito, notou-se que não havia diferença significativa em suas fases sanguíneas. No entanto, na forma do *Plasmodium*, que infecta o mosquito, foi observado

que esses parasitos têm seu desenvolvimento freado no fígado do hospedeiro. Assim, os pesquisadores mostraram que essa via não é essencial na fase sanguínea, porém é indispensável na fase hepática, sendo então um possível alvo para o desenvolvimento de novas drogas contra a malária.

Há cerca de 30 anos, dois pesquisadores brasileiros trabalhando em malária nos Estados Unidos, Victor e Ruth Nussenzweig, identificaram um antígeno (proteína capaz de provocar uma reação do sistema imune) importante como alvo para uma possível vacina contra malária. Esse antígeno, denominado proteína do circunsporozoíta, é produzido em grandes quantidades na forma infecciosa do parasito, o esporozoíta, daí seu nome.

Após extensa caracterização das propriedades desse antígeno pelos pesquisadores brasileiros, um grupo de pesquisa em malária do Instituto Militar de Pesquisa Walter Reed (Estados Unidos) conseguiu fazer com que leveduras (fungos) passassem a produzir essa proteína. Apesar de essa proteína ter sido obtida ainda na década de 1980, testes pré-clínicos que investigaram sua ação contra a malária fracassaram devido à falta de substâncias adjuvantes de qualidade na preparação da vacina. Somente na década seguinte, então em associação com uma empresa multinacional, a GSK, foi desenvolvida uma formulação que se mostrou altamente eficaz no homem, capaz de prevenir a infecção nos indivíduos vacinados. Nestes últimos 10 anos, diversos testes clínicos foram feitos na África utilizando essa formulação da GSK em estudos patrocinados por várias organizações mundiais de apoio à pesquisa, como o Instituto Nacional de Pesquisas dos Estados Unidos, o Mercado Comum Europeu, a Organização Mundial de Saúde, a Fundação Bill e Melinda Gates.

Testes clínicos recentes dessa vacina mostraram efeitos inequívocos na prevenção de malária em crianças causada pelo *Plasmodium falciparum*, uma das quatro espécies do parasito que provocam a doença. Os estudos de vacinação foram conduzidos na África, mais especificamente no Quênia e na Tanzânia. Em um dos estudos, 402 crianças foram vacinadas. Nestas, o número de episódios de malária foi reduzido em cerca de 50% quando comparado àquele relativo às crianças que receberam somente a vacina contra hepatite B. Em um estudo paralelo, 170 crianças foram imunizadas seguindo o esquema das vacinas pediátricas convencionais. Foi determinado que a adição da vacina contra malária não afetou significativamente a eficiência das demais vacinas pediátricas. Neste último grupo, também se observou uma redução significativa no número de casos da malária com uma eficiência de 65%.

Esses testes clínicos solidificaram o uso da proteína do circunsporozoíta da malária como um antígeno vacinal e abriram as portas para a primeira vacina comercial contra um parasito humano.

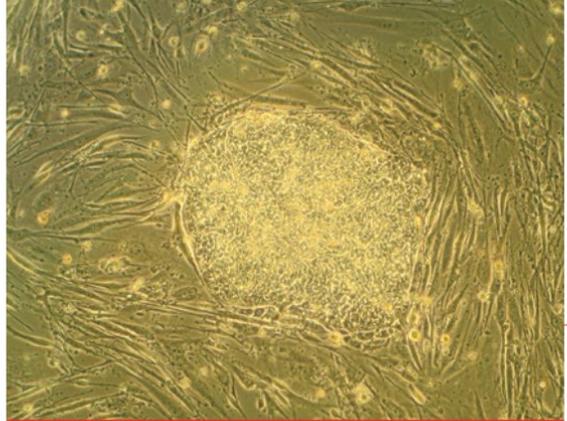
Os próximos (e últimos) testes da vacina estão marcados para este ano. E, se confirmados os resultados atuais, ela poderá ser comercializada já em 2010.

**Piero Bagnaresi**  
e **Célia R. S. Garcia**

*Departamento de Fisiologia,  
Instituto de Biociências,  
Universidade de São Paulo*

**Maurício Rodrigues**

*Departamento de Parasitologia,  
Universidade Federal de São Paulo*



WIKIMEDIA COMMONS

## SINTONIA FINA

Sempre que uma nova área da ciência nasce, é comum que um cabedal de promessas venha a reboque. Casos emblemáticos (e atuais): nanotecnologia, informação quântica (ver 'Rumo ao computador quântico', nesta coluna) e, o que mais interessa aqui, engenharia genética. Esta última tem agora a chance de começar a mostrar se a futurologia que a acompanha tem realidade. O FDA (órgão que regula medicamentos e alimentos nos Estados Unidos) aprovou o primeiro estudo mundial com a terapia de células-tronco embrionárias. Os testes iniciais, realizados por uma empresa californiana, serão feitos com 10 portadores de danos recentes (entre sete e 14 dias), porém graves, na medula espinhal. O coquetel será injetado na medula espinhal na altura do tórax e poderá ser feito em, pelo menos, sete centros médicos norte-americanos, que tratarão de selecionar os candidatos. A técnica parece não ser muito eficaz em lesões mais antigas que duas semanas, mostram estudos. As células-tronco embrionárias humanas (CTEH) têm a capacidade de dar origem a qualquer tecido do organismo. Porém, sua obtenção exige a destruição do embrião poucos dias depois de formado (e isso vem sendo motivo de controvérsia há anos entre defensores e opositores dessa terapia). O objetivo dessa fase 1 é testar a segurança da terapia. Nas etapas posteriores (caso o procedimento se mostre seguro), a dose de CTEH será maior. A empresa, a Geron Corporation ([www.geron.com](http://www.geron.com)), mantém grande parte do procedimento em sigilo. Sabe-se apenas que o 'coquetel', batizado GRNOPC1, é composto por células-tronco que darão origem a um tipo de célula nervosa que precisa ser reparada na medula espinhal dos pacientes lesionados. Os diretores da Geron negam que a 'era Obama' tenha influenciado a decisão de aprovar a terapia. O governo do ex-presidente George W. Bush foi nitidamente marcado por um tom conservador em relação ao uso e à produção de CTEH, proibindo o financiamento com verbas federais para pesquisadores que não trabalhassem com as 19 linhagens então existentes. No fundo, esse é apenas o primeiro passo no sentido de mostrar se a terapia genética irá ou não cumprir as promessas que são alardeadas a seu respeito nos últimos anos: tratamento (e, por vezes, cura) de doenças como Alzheimer, Parkinson e diabetes, citando poucos exemplos.

**BIOCIÊNCIAS** Resultado poderá inovar tratamento de quadro neurodegenerativo

## DIABETES E ALZHEIMER

Medicamentos para o diabetes do tipo 2 previnem o desenvolvimento de Alzheimer, quadro neurodegenerativo marcado pela perda de memória. Por enquanto, isso só vale para neurônios (células nervosas) estudados em laboratório. Mas abre um empolgante e promissor caminho rumo à busca de novos tratamentos para essa doença, que aflige principalmente idosos. Testes em humanos já começaram.

Nos últimos cinco anos, evidências clínicas vêm mostrando que pacientes com Alzheimer têm neurônios mais resistentes à ação da insulina, hormônio que ajuda a ‘queimar’ açúcar e tem papel importante na memória. Some-se a isso outro fato: diabéticos do tipo 2, quadro mais comum em idosos e obesos e no qual há resistência à insulina, são mais propensos a desenvolver Alzheimer. Portanto, é possível pensar que o Alzheimer seria um tipo específico de diabetes que afetaria apenas os neurônios – o fato foi notícia desta seção em *CH* 243. Por sinal, há quem classifique o diabetes ligado ao Alzheimer, que afeta só o cérebro, como do tipo 3 (no tipo 1, as células do pâncreas são destruídas, impossibilitando a fabricação de insulina; com isso, o açúcar no sangue aumenta muito, o que danifica os tecidos).

Mas o que tornaria os neurônios resistentes à ação da insulina? Suspeita-se de substâncias tóxicas no cérebro, os oligômeros, cujo nível aumenta com a idade, provocando anomalias nos neurônios – inclusive a perda de proteínas (receptores) que captam a insulina, cruciais para a memória.

### Etapas mais avançadas

Esses novos resultados foram obtidos por pesquisadores brasileiros liderados por Fernanda de Felice e Sergio Ferreira, ambos do Instituto de Bioquímica Médica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), em colaboração com a equipe de William Klein, da Universidade Northwestern (Estados Unidos). Participaram também Marcelo Vieira, Theresa Bonfim e Helena Decker. Como esses medicamentos já estão aprovados para comercialização, eles podem ser testados em humanos, antes mesmo que se conheçam seus mecanismos de ação no caso do Alzheimer. De Felice ressalta, porém, que essas drogas deverão ser necessariamente adaptadas para agir somente no cérebro e não no resto do organismo.

De Felice e colaboradores mostraram que o contato dos oligômeros com os neurônios leva à perda dos receptores de insulina. Mas, ao se acrescentar insulina e rosiglitazona (medicamento que estimula a captação desse hormônio pela célula), o efeito acaba revertido, bloqueando completamente a ação deletéria dos oligômeros. O próximo passo da equipe é testar drogas semelhantes em camundongos modificados geneticamente para desenvolver Alzheimer, para ver se podem reverter os danos em etapas mais avançadas da doença.

*PNAS*, 02/02/08



FOTO MARCELO VIEIRA

Neurônio saudável (verde), tratado com insulina, com poucos oligômeros (pontos vermelhos). No detalhe, neurônio 'doente' (sem insulina) atacado por oligômeros

## FÍSICA

### RUMO AO COMPUTADOR QUÂNTICO

A área de informação quântica, base para a construção de computadores que prometem resolver, em segundos, tarefas que levariam milhões de anos para as máquinas atuais, deu um grande passo: 1 m. Essa foi a distância na qual os pesquisadores conseguiram transferir, pela primeira vez, propriedades de um átomo para outro.

O termo ‘propriedades’, no caso, deve ser entendido como informação quântica, algo muito estranho fora de seu domínio atômico e subatômico. Estranho, porque não envolve transmissão de matéria ou energia (sim, manda-se informação de um lugar ao outro do espaço sem que isso envolva nenhum gasto de energia).

A estranheza não termina aí: a informação é transferida de um átomo para o outro instantaneamente, sem depender da distância entre o ‘emissor’ e o ‘receptor’ (no caso, dois átomos do elemento químico itérbio). Para isso, é preciso que as entidades quânticas envolvidas nesse processo estejam emaranhadas, ou seja, em uma situação (ou estado) em que qualquer alteração em um deles reflete-se instantaneamente no outro, mesmo que estejam a distâncias imensas. O físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955) nunca ‘engoliu’ esse fenômeno quântico, classificando-o como “fantasmagórica ação a distância”.

Agora, a informação quântica foi transmitida a 1 m de distância (outros trabalhos fizeram isso, mas a distâncias atômicas, bem como entre fótons, que são partículas de luz). Porém, mais importante que o mero ‘1 m’ entre os átomos, é o fato de esse resultado reforçar a viabilidade de construir computadores quânticos tendo átomos no papel de *bits* de memória e fótons como os ‘carregadores’ da informação a longa distância.

*Science*, 23/01/09

## EPIDEMIOLOGIA

## AUTISMO E AMBIENTE

Os casos de autismo aumentaram sete vezes na Califórnia. E, segundo um artigo recente, as causas para essa elevação vertiginosa devem ser buscadas no ambiente. Os resultados podem mudar o foco das pesquisas sobre a doença.

Crianças com autismo têm problemas em se comunicar e interagir socialmente. Há fortes evidências de que há um fundo genético para o transtorno. Mas os resultados de duas pesquisadoras da Universidade da Califórnia, em Davis (Estados Unidos) indicam que esse preocupante aumento de casos deve servir de alerta para investigar fatores ambientais, tanto microbianos quanto químicos.

Segundo as autoras do artigo, Irva Hertz-Picciotto e Lora Delwiche, em 1990, naquele estado, eram notificados 6,2 casos para cada 10 mil nascimentos. Em 2001, esse número subiu para 42,5. E continua aumentando desde então. Só em 2006 foram notificados 3 mil casos.

Aumento no número de diagnósticos, bem como migrações

populacionais para o estado, foram descartados pelas autoras. Assim, para elas, os vilões devem estar no mundo dos micro-organismos (bactérias, vírus etc.) e dos produtos químicos comuns (sob suspeita estão xampus antipulgas, produtos antichamas, contaminação com metais pesados, plásticos e até cosméticos).

Conservantes à base de mercúrio (timerosal) usados nas vacinas já estiveram sob suspeita. Foram banidos há quase 10 anos, mas as taxas de autismo continuam crescendo na Califórnia, informam as autoras.

Para a revista *Scientific American*, as autoras reclamam do fato de as pesquisas sobre causas genéticas do autismo levarem de 10 a 20 vezes mais verbas que aquelas ligadas a causas ambientais. Hertz-Picciotto e Delwiche defendem que é hora de mudar o foco das pesquisas sobre o autismo. Pelo menos, nos Estados Unidos.

*Epidemiology*, v. 20, n. 1, pp. 84-90, 2009

**SALIVA, DIABETES E AUTISMO** • É só um começo, mas parece promissor. Cientistas italianos descobriram proteínas anormais na saliva de crianças portadoras de autismo (ver 'Autismo e ambiente' acima). Esse resultado possibilita, ainda que em um futuro incerto, um diagnóstico mais prematuro (e, talvez, mais preciso) desse transtorno, caracterizado pela falta de interação social. O estudo foi feito com 27 crianças autistas e com um grupo-controle sem a doença. Na mesma edição, a saliva volta à cena. No caso, o quadro em questão é o diabetes do tipo 2, doença marcada por uma deficiência do organismo em 'queimar' o açúcar. Os autores acharam um conjunto de 65 proteínas que aparecem com duas vezes mais probabilidade na saliva de diabéticos do que em pessoas sem esse quadro. Os autores vislumbram testes não invasivos para a doença. Nos últimos 30 anos, em função da epidemia de obesidade (à qual o diabetes 2 está fortemente ligado), o número de casos dobrou no mundo. (*Journal of Proteome Research*, 02/01/09)

## SINTONIA FINA

**Pessoas que fazem uso** contínuo da maconha desde a adolescência têm mais chances de desenvolver psicoses, ter problemas pulmonares e cardíacos, largar a escola mais cedo, sofrer acidentes de trânsito, ser maus pais e de consumir drogas mais pesadas, como cocaína e heroína. Mesmo assim, um relatório feito por acadêmicos e assessores governamentais de currículos invejáveis vai sugerir que o Estado prepare e distribua a droga. E isso, tão surpreendentemente quanto a proposta, será feito mês que vem, em Viena (Áustria), para a Comissão sobre Drogas Narcóticas das Nações Unidas. Paradoxal? Em termos. O relatório, feito pela Fundação Beckley (entidade britânica sem fins lucrativos que "promove a investigação da consciência e suas mudanças de estado por uma perspectiva multidisciplinar"), não nega os possíveis males da maconha, a droga ilegal mais consumida no mundo. Mas enfatiza que a criminalização do porte causa danos sociais sérios e não reduz o uso. No entanto, defende que a droga (em uma versão mais fraca que as atuais) seja vendida legalmente, em postos autorizados. No relatório, a comparação com outras drogas é inquietante: enquanto há só dois casos comprovados de morte por altas doses de maconha, esse número, para outras drogas ilegais, álcool e tabaco é de, respectivamente, 200 mil, 2,5 milhões e 5 milhões. Por ano. Os autores não esperam encontrar grande acolhida para as propostas. Mas acham que a mera apresentação delas será um marco. Para quem lê inglês, vale uma olhada nos argumentos do relatório (total, 242 páginas), mesmo que seja para discordar deles. O documento completo, bem como um resumo palatável de oito páginas (ambos em formato PDF), estão em <http://www.beckleyfoundation.org/>.



**CIÊNCIA DO AMOR. POR QUE NÃO?** • A resposta para uma pergunta de conteúdo aparentemente apenas filosófico talvez seja encontrada com a ajuda da simpática família de roedores estampada aí em cima. Afinal, o que é o amor? Em um ensaio para a prestigiosa revista *Nature* (08/01/09), o biólogo Larry Young, da Universidade Emory (Estados Unidos), dá a entender que o amor sofre um tipo de injustiça por parte da ciência, que estuda a ansiedade, a depressão, o medo, o pânico, a raiva... mas não leva a sério esse, digamos, outro estado de espírito. Segundo ele, é preciso conhecer os processos neurais e genéticos desse senti-

mento, alardeado como a cura para todos os males. Young diz que isso poderia ser feito empregando como modelo animais como esses aí da foto – uma espécie monogâmica de arganz-do-campo (*Microtus ochrogaster*) –, que ajudariam a entender não só a sexualidade e a ligação estável entre casais humanos, mas também a desvendar estados mentais associados ao amor. Young não descarta que no futuro possa haver drogas que aumentem ou diminuam esse ‘sentimento’ em relação ao próximo. Ou testes para medir a compatibilidade de casais (ver ‘Hormônio da infidelidade’, nesta coluna).

## GENÉTICA

## NOVA SÍNDROME

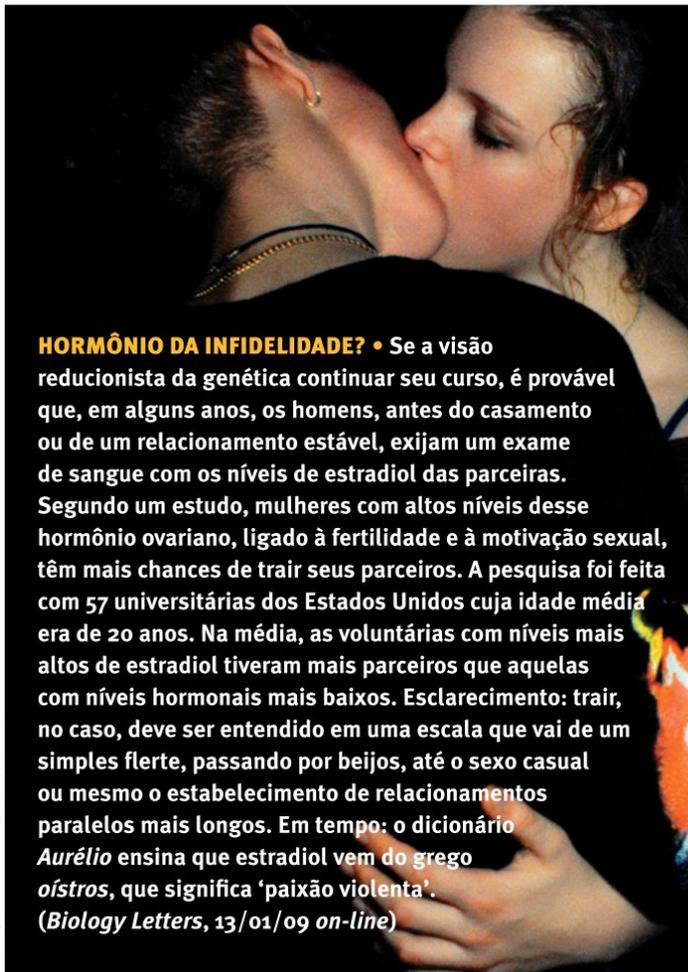
Uma nova síndrome que atinge membros superiores e inferiores deve entrar nos manuais e livros de medicina em breve. E isso graças a estudos feitos em uma família do Rio Grande do Norte por pesquisadores brasileiros.

O nome do novo quadro genético provavelmente soará complicado mesmo para especialistas: agenesia/hipoplasia de fíbula associada a oligodactilia e outros defeitos. Esse conjunto de termos significa que o portador desse distúrbio genético poderá ter, entre outras manifestações, ausência de dedos nos pés, unhas defeituosas e falta ou formação incompleta de dois ossos da perna, a fíbula e o fêmur.

Acredita-se que as causas podem estar ligadas a um gene autossômico (não ligado ao sexo) ou a problemas causados pela tradição de casamentos entre membros da mesma família (no caso, o problema foi detectado em quatro irmãos, o filho de um deles e um primo).

A descoberta foi feita por pesquisadores da Universidade de São Paulo, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, de instituições potiguaras e da Universidade de Utah (Estados Unidos).

*American Journal of Medical Genetics*, v. 146A, n. 24, pp. 3.126-3.131, 2008



**HORMÔNIO DA INFIDELIDADE?** • Se a visão reducionista da genética continuar seu curso, é provável que, em alguns anos, os homens, antes do casamento ou de um relacionamento estável, exijam um exame de sangue com os níveis de estradiol das parceiras. Segundo um estudo, mulheres com altos níveis desse hormônio ovariano, ligado à fertilidade e à motivação sexual, têm mais chances de trair seus parceiros. A pesquisa foi feita com 57 universitárias dos Estados Unidos cuja idade média era de 20 anos. Na média, as voluntárias com níveis mais altos de estradiol tiveram mais parceiros que aquelas com níveis hormonais mais baixos. Esclarecimento: trair, no caso, deve ser entendido em uma escala que vai de um simples flerte, passando por beijos, até o sexo casual ou mesmo o estabelecimento de relacionamentos paralelos mais longos. Em tempo: o dicionário *Aurélio* ensina que estradiol vem do grego *oístros*, que significa 'paixão violenta'. (*Biology Letters*, 13/01/09 on-line)

REUTERS/ALPITER - NONSTOCK/HORST FRIEDRICHS

## SINTONIA FINA

**Mais um feito de pesquisadores brasileiros** (ver 'Nova síndrome', ao lado). Dessa vez, a descoberta fica por conta de um sinal cósmico misterioso obtido com o Arcade, um experimento a bordo de um balão estratosférico da Nasa (agência espacial norte-americana). Os pesquisadores esperavam encontrar um sinal (na frequência das ondas de rádio) emitido pelas primeiras estrelas que se formaram no universo. Surpresa para todos: a intensidade foi seis vezes mais forte. Por enquanto, o porquê dessa anomalia permanece desconhecido. Mas a equipe do Arcade está empolgada com o mistério. O experimento já rendeu quatro artigos, submetidos para *The Astrophysical Journal*. O balão que levou o experimento a 36 km de altitude partiu do Texas (Estados Unidos) em julho de 2006 e permaneceu no ar por horas. Os detectores do Arcade estavam mergulhados em 2 mil litros de hélio líquido a uma temperatura próxima a 270 graus celsius negativos. Os astrofísicos brasileiros Thyrso Villela e Carlos Alexandre Wuensche, ambos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, em São José dos Campos (SP), fazem parte do Arcade (por sinal, Wuensche é o autor, nesta edição, de artigo que põe em xeque a astrologia. Vale a leitura.) Mais informações (em inglês) sobre o experimento: <http://arcade.gsfc.nasa.gov/>.

ARCADE



Lançamento do Arcade em 2006



Fêmea do mosquito *Aedes aegypti*, principal vetor da dengue e da febre amarela, suga sangue humano

## BIOLOGIA

### DENGUE: BACTÉRIAS E DUETO DO AMOR

Verão. Tempo em que a ameaça da dengue volta. Dois resultados recentes poderão se tornar novas armas contra a doença.

O primeiro deles traz uma descoberta inusitada de pesquisadores da Universidade Cornell (Estados Unidos): casais do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor do vírus da dengue, produzem uma 'canção' no ato de acasalamento. O par sincroniza a frequência das asas, ambos chegando a 1,2 mil hertz (ou seja, 1,2 mil batidas por segundo), sendo que o macho costuma voar com 600 hertz, e a fêmea, 400 hertz. Ideias para aproveitar a descoberta: i) produzir em laboratório mosquitos 'desafinados', que não poderiam ajustar as batidas à melodia nupcial; ii) ou 'grandes cantores', que seriam mais atrativos para as fêmeas, mas que gerariam proles inviáveis, por serem modificados geneticamente.

O segundo artigo trata da contaminação de mosquitos pela bactéria *Wolbachia*. Segundo os autores, da Universidade de Queensland (Austrália), esse micro-organismo corta a vida média dos insetos pela metade. Dois desdobramentos surpreendentes da pesquisa: i) fêmeas infectadas sempre produzem proles infectadas; ii) machos infectados só produzem proles caso cruzem com fêmeas infectadas.

Como a vida média dos infectados cai pela metade (uma fêmea adulta vive cerca de 45 dias), os mosquitos contaminados com a *Wolbachia* têm menor probabilidade de passar adiante o vírus, pois este precisa de um período de incubação no mosquito que vai, em média, de uma a três semanas.

Outras estratégias que vêm sendo estudadas: lançar, no ambiente, machos estéreis ou modificados geneticamente para não transmitir o vírus. No entanto, neste último caso, estudos mostram que as fêmeas costumam misteriosamente 'desprezar' esse parceiro na hora do acasalamento.

As estratégias apresentadas acima poderiam, em tese, ser expandidas para outras espécies de mosquitos, como o *Anopheles gambiae*, transmissor do vírus da malária (ver, nesta edição, 'Malária: batalha de múltiplas frentes').

*Science*, 09/01/09 e 02/01/09

#### Cássio Leite Vieira

Ciência Hoje/RJ

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

## LEIA NA CH ON-LINE

**GENÉTICA > A era da genômica individualizada >** Sequenciado DNA de africano e asiático por meio de técnica mais rápida e barata → [www.cienciahoje.org.br/132075](http://www.cienciahoje.org.br/132075)

**ZOOLOGIA > A fuga das baratas >** Rota escolhida por esses insetos para fugir de predadores é imprevisível, mostra estudo → [www.cienciahoje.org.br/132571](http://www.cienciahoje.org.br/132571).

**PSICOLOGIA > O ciclo vicioso do vandalismo >** Violação de uma norma social fomenta a transgressão de outras, diz estudo holandês → [www.cienciahoje.org.br/133043](http://www.cienciahoje.org.br/133043).

**NEUROCIÊNCIA > Assinatura do ódio no cérebro >** Raiva dirigida a um indivíduo provoca padrão único de atividade cerebral, revela estudo italiano → [www.cienciahoje.org.br/132862](http://www.cienciahoje.org.br/132862).

**GENÉTICA > Mamute tem genoma reconstituído >** Pela primeira vez, é sequenciada a maior parte do DNA nuclear de uma espécie extinta. Mas é cedo para se falar em ressuscitá-la → [www.cienciahoje.org.br/133003](http://www.cienciahoje.org.br/133003).

**PALEONTOLOGIA > Mais antiga tartaruga não tinha casco >** Fóssil de 220 milhões de anos encontrado na China sugere origem marinha para esses quelônios → [www.cienciahoje.org.br/133488](http://www.cienciahoje.org.br/133488).

**ZOOLOGIA > Inveja canina >** Cães demonstram rejeição quando outro cachorro recebe tratamento diferenciado, diz estudo → [www.cienciahoje.org.br/134193](http://www.cienciahoje.org.br/134193).

**PALEONTOLOGIA > Pais dinossauros cuidavam do ninho >** Sistema em que macho protege a cria, comum nas aves atuais, surgiu há dezenas de milhões de anos → [www.cienciahoje.org.br/134738](http://www.cienciahoje.org.br/134738).

**MICROBIOLOGIA > Nova bactéria do mau hálito >** Principal causa da úlcera, *Helicobacter pylori* também está associada ao odor desagradável na boca → [www.cienciahoje.org.br/135225](http://www.cienciahoje.org.br/135225).

**ECOLOGIA > Zumbido protetor >** Som produzido por abelhas previne destruição das folhas das plantas por lagartas → [www.cienciahoje.org.br/134851](http://www.cienciahoje.org.br/134851).

**E MUITO MAIS EM [www.cienciahoje.org.br](http://www.cienciahoje.org.br)**



*Há 400 anos, um ex-estudante de medicina, nascido em Pisa (Itália), iniciaria, com a ajuda de um aparelho construído por ele, observações astronômicas que ajudariam a moldar uma nova imagem do mundo. Seus resultados eram mais do que originais. Eram sem precedentes. Transformariam os conceitos sobre a estrutura dos céus e suas relações com a Terra. Suas descobertas contribuíram para minar a primazia da concepção aristotélica do cosmo, baseada na beleza dos corpos celestes e na imutabilidade dos céus. Em longo prazo, suas ideias – sustentadas pela matemática, por medidas e por uma retórica afiada – ergueram uma visão de mundo na qual se buscavam leis para os fenômenos naturais. A ciência moderna começava a se consolidar. Seu nome: Galileu Galilei. Este artigo dá início à série ‘Ano Internacional da Astronomia’, que ocupará as páginas de Ciência Hoje ao longo de 2009.*

**Antonio Augusto Passos Videira**

*Instituto de Filosofia e Ciências Humanas,  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro*

FOTO ERICH LLESSING/LATINSTOCK

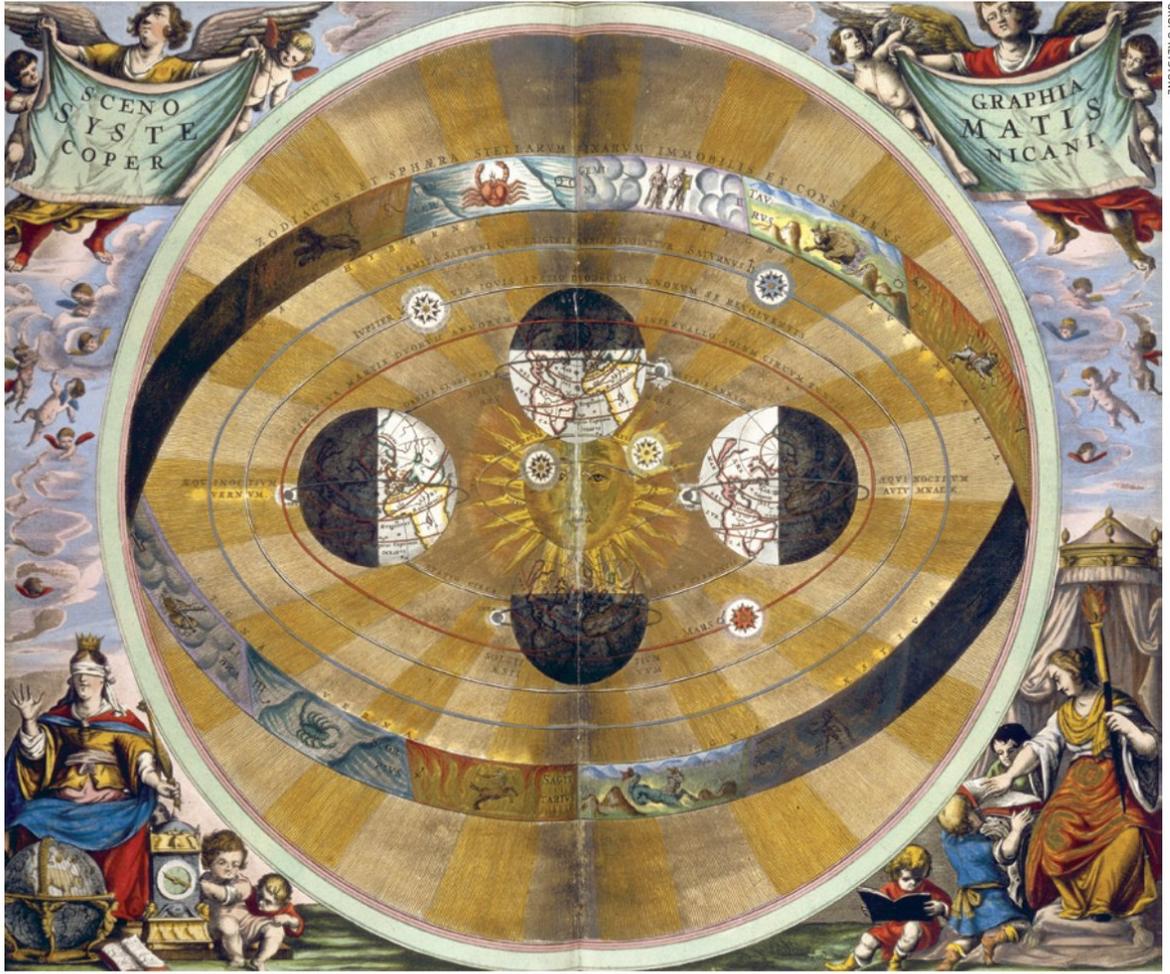
# As descobertas astronômicas de



Ao abandonar a Universidade de Pisa, em 1585, sem completar o curso de medicina, Galileu Galilei (1564-1642) estava decidido a se dedicar à matemática, área que mais o atraía – graças aos ensinamentos de Ostílio Ricci (1540-1603). Essa decisão levou-o a dar aulas particulares para o sustento próprio. Pouco depois de deixar a universidade, redigiu um tratado sobre cosmografia, destinado a seus alunos. O texto, que se baseava no célebre *De sphaera*, tratado sobre a ‘esfera celeste’ escrito no século 13 pelo inglês John de Holywood (Johannes de Sacrobosco, c.1195-c.1256), situava a Terra no centro do universo então conhecido, mas sem mencionar o astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543), defensor dessa tese. ▶

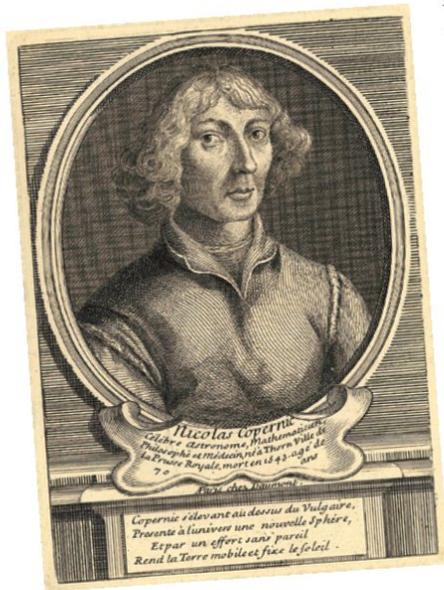
# Galileu

Atlas celeste, com o Sol no centro do universo, publicado em 1660 baseado nas ideias do astrônomo (abaixo) Nicolau Copérnico (1473-1543)



GRUPPO KERSTONE

O interesse de Galileu por astronomia teria começado apenas em 1597, quando conheceu o filósofo italiano Jacopo Mazzoni (1548-1598), passando então a considerar a teoria de Copérnico mais provável que o sistema geocêntrico. Mazzoni era autor de um livro no qual mostrava que a Terra não se movia, argumento que Galileu considerou equivocado. Em carta ao filósofo, Galileu recorria à trigonometria para afirmar que a revolução da Terra em torno do Sol não alteraria o número de estrelas visíveis.



A argumentação não convenceu Mazzoni. Mas a possibilidade de usar a matemática para refutar um dos argumentos contrários à tese de Copérnico fascinou Galileu. Cerca de uma década mais tarde, suas descobertas astronômicas já mereciam mais do que o qualificativo 'originais'. Foram classificadas como 'sem precedentes'.

## Nova prática científica

Galileu não era um astrônomo convencional, mesmo para sua época. Não era de propor modelos ou construir tabelas e efemérides. Também não se preocupou em descobrir princípios físicos que governassem os movimentos celestes. Seus estudos centraram-se basicamente em duas frentes: i) refutar o sistema de mundo aristotélico, no qual predominavam a beleza e a imutabilidade e ii) defender o sistema copernicano. Sua originalidade está principalmente no modo como interpretou suas descobertas – praticamente tudo o que produziu nessa área pode ser usado contra o aristotelismo e a favor do copernicanismo.

É provável que, por volta de 1600, Galileu já defendesse a tese de que a mensuração era o elemento mais importante da prática científica. Medidas objetivas, defendia Galileu, seriam essenciais para formular conclusões – nesse caso, sobre o comportamento do mundo – que não fossem continuamente revisáveis. Ele acreditava que a filosofia dominante na época não dava confiabilidade ao conhecimento, pois fazia uso de 'qualidades' e 'essências' como elementos de explicação para os fe-

nômenos naturais. E, para ele, o conhecimento das 'essências' dos corpos celestes e terrestres levaria a um conhecimento falso e questionável.

Um caso emblemático dessa forma de pensar manifestou-se em 1606. Naquele ano, um panfleto publicado em Florença e escrito por 'Alimberto Mauri' – provavelmente, o próprio Galileu – respondia ao teólogo italiano Ludovico delle Colombe (1565-c.1616), para quem uma estrela surgida no céu, dois anos antes, não era nova: ela sempre teria estado lá. De sua parte, 'Mauri' defendia que só a observação – e não a filosofia – poderia resolver o problema da existência da estrela.

## O *perspicillum*

Feitos galileanos em astronomia devem-se basicamente a dois fatores: i) seu recurso à trigonometria e ii) o uso consciente e metódico de um aparelho construído por ópticos flamengos no início do século 17. Aparentemente, Galileu tomou conhecimento desse instrumento em maio de 1609. Em três meses, foi capaz de construir uma versão aperfeiçoada, juntando, como havia no original, lentes convexas e côncavas. Batizou-o *perspicillum*, cuja capacidade de aumentar objetos distantes era de oito ou nove vezes.

A luneta entrava em cena.

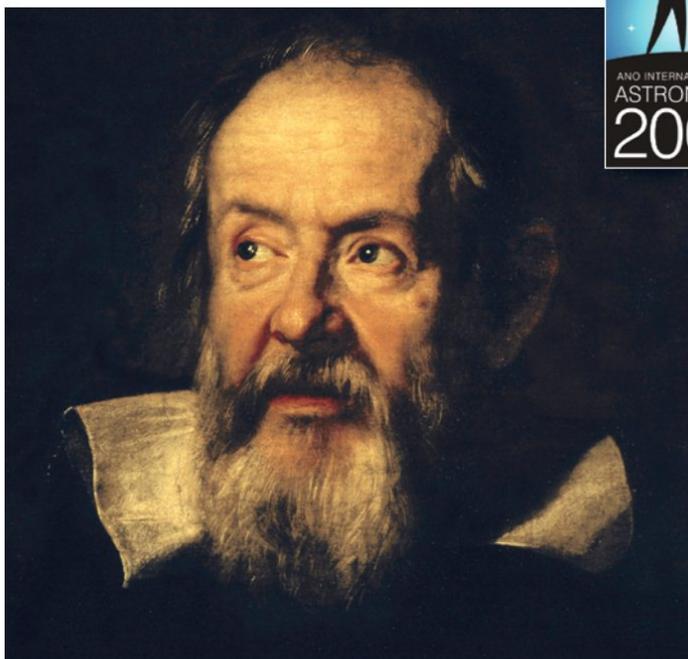
Até então, as lunetas eram mal construídas. E condenadas pelos sábios, que questionavam a capacidade de a visão gerar conhecimento confiável sobre o mundo externo. Segundo essa tese, para se ter certeza de que aquilo que os olhos viam correspondia ao que de fato existia, era preciso recorrer ao tato. Galileu, um realista, acreditava que o conhecimento dizia respeito a coisas existentes na natureza.

## Lua, estrelas e satélites

Galileu mostrou o *perspicillum* ao Senado de Veneza, defendendo-o como instrumento militar, pois permitiria perceber a aproximação de navios inimigos. A negociação fracassou. De imediato, entrou em contato com os Médicis, família que governou Florença por séculos, para deles obter uma melhor condição profissional.

Com uma luneta capaz de aumentar 20 vezes os objetos observados, Galileu, de dezembro de 1609 a janeiro do ano seguinte, descobriu: i) que a superfície da Lua era irregular; ii) que o número de estrelas observadas era bem maior do que o conhecido até então; iii) que Júpiter tinha satélites.

Para garantir a prioridade de suas descobertas, escreveu *Sidereus nuncius* (*Mensagem das estrelas*),



publicado em 13 de março de 1610. Esse texto trouxe-lhe fama internacional – tornou-se o filósofo natural mais conhecido da Europa – e garantiu-lhe uma posição na Universidade de Pisa, sua cidade natal, superior à que tinha em Pádua.

Dedicou os satélites recém-descobertos ao então grão-duque da Toscana, Cósimo II de Médici (1590-1621). E, com esse gesto político, foi nomeado primeiro matemático e filósofo daquela corte.

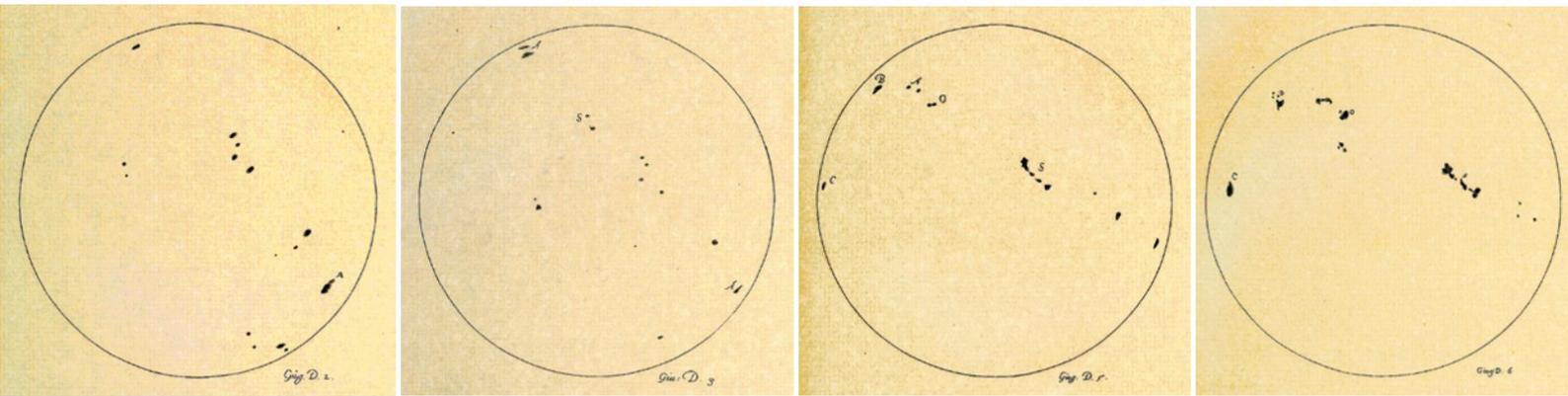
Ao longo de 1610, Galileu observou ainda a forma peculiar de Saturno, as fases de Vênus e as manchas irregulares que se moviam na superfície do Sol.

Em 1611, fez sua segunda viagem a Roma. Foi recebido em triunfo no Colégio Romano, local de estudo e pesquisa dos jesuítas, que reconheceram a importância e a novidade de suas descobertas. Foi eleito para a Accademia dei Lincei, que reunia os mais importantes cientistas italianos – fato de que sempre se orgulhou.

## Ano miraculoso

Até então, Galileu havia sido um adepto cauteloso das ideias de Copérnico. No início de seus estudos em astronomia, escreveu ao astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630), dizendo-se copernicano "há muitos anos", o que contrastava com sua imagem pública. Depois de 1610, passou a defender esse sistema de mundo e a se opor à física aristotélica, tanto na Itália quanto no exterior. Suas conclusões sobre a superfície lunar eram, porém, inaceitáveis para os aristotélicos, pois contrariavam a ▶

O retrato de Galileu pintado por Justus Sustermans foi o único para o qual o cientista posou em vida



Desenhos de Galileu mostrando as manchas solares que observou

concepção imutável e perfeita dos céus – vale ressaltar, porém, que suas descobertas astronômicas não comprovavam as ideias de Copérnico; eram, sim, inexplicáveis pela física aristotélica.

### Manchas solares

Galileu revolucionou a astronomia em pelo menos três aspectos: i) introduziu novos métodos e instrumentos observacionais (*perspicillum*); ii) descobriu novos objetos nos céus; iii) transformou os conceitos sobre a estrutura dos céus e suas relações com a Terra. Para esclarecer este último item, vale retornar brevemente às observações dos satélites de Júpiter.

Embora os sistemas aristotélico e ptolomaico não explicassem a existência de satélites, o do astrôno-

mo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601), uma composição entre o de Ptolomeu e o de Copérnico, admitia a presença desses corpos. Para Brahe, a Terra permanecia no centro do universo, com o Sol girando ao seu redor, mas os demais planetas e corpos conhecidos gravitavam em torno da estrela.

Galileu não aceitou o sistema de Brahe, pois este exigia uma força entre a Terra e o Sol diferente da que existiria entre este e os outros astros. E isso só seria possível se os corpos celestes fossem constituídos de matéria diferente da que formava os corpos terrestres, bem como obedecessem a outras leis.

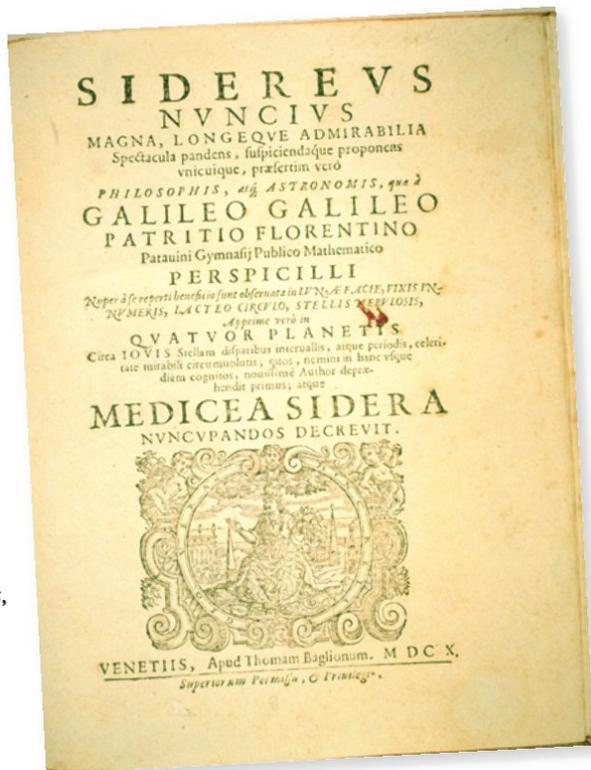
Galileu recorreu às semelhanças observadas entre o comportamento dos corpos celestes e terrestres. Essa indistinguibilidade entre os mundos sublunar e supralunar foi reforçada com o estudo das manchas solares. Sendo esse fenômeno mais frequente do que as ocorrências de cometas e estrelas novas, seria mais fácil de observar.

A principal questão era sua localização das manchas: estariam na superfície do Sol ou acima desta?

### Três cartas

Por volta de 1610, pelo menos duas outras pessoas já haviam observado o fenômeno: o holandês Johann Fabricius (1587-1616) e o jesuíta alemão Christopher Scheiner (c.1575-1650). O primeiro afirmava que as manchas eram contíguas à superfície solar. Scheiner discordava. Em janeiro de 1612, o jesuíta enviou a Marco Welser (1558-1614), banqueiro ligado à Companhia de Jesus, três cartas, escritas sob pseudônimo, detalhando suas observações. Interessado na opinião de Galileu, Welser enviou-lhe cópias, o que incitou Galileu a escrever *Histórias e demonstrações sobre as manchas solares*.

Esse trabalho de Galileu é composto por três cartas, escritas em 1612. Na primeira, ele afirma que as essências dos fenômenos celestes não podiam ser conhecidas, restando apenas o conhecimento das 'afecções' (lugar, movimento, figura, grandeza, por



Folha de rosto do livro *Sidereus Nuncius*, em que Galileu apresentou suas primeiras descobertas astronômicas

THE GALILEO PROJECT/RICE UNIVERSITY

BIBLIOTECA NAZIONALE DI FIRENZE. FOTO FRANCO EMANTEO DANESINI

exemplo). Entre elas, as mais importantes seriam aquelas quantificáveis. Ainda nessa carta, Galileu apresenta um novo método de observação do Sol, desenvolvido por seu aluno Benedetto Castelli (1578-1643). O método seria mais preciso e permitiria observações seguras, pois não feriam os olhos. Ele consistia em projetar o disco solar, usando a luneta, sobre uma folha de papel. Bastava, então, desenhar sobre a imagem projetada, com o cuidado de sempre inverter a posição. Na segunda carta, Galileu mostra geometricamente a contiguidade das manchas, recorrendo ao método de Castelli.

Os desenhos de Galileu foram importantes para a consideração de seus argumentos na disputa com Scheiner (Galileu era um exímio desenhista e percebeu que as representações visuais desempenhariam um papel decisivo).

Na última carta, comenta as opiniões do jesuíta alemão sobre outras descobertas feitas com o *perspicillum*, como a irregularidade da superfície lunar.

Mesmo que concordassem em certos aspectos, as diferenças entre os dois eram imensas, em grande parte devido ao fato de Scheiner defender o cosmo aristotélico.

## Descobridor do método científico?

Com as cartas a Wesler, Galileu obteve uma vitória: mostrou a importância de observações metodologicamente consistentes para o avanço da astronomia. E, com o tempo, conseguiu minar a primazia do ideal aristotélico. Em longo prazo, a fixação de leis substituiu a procura por causas últimas; a determinação das essências foi deixada de lado em favor da observação das regularidades nos fenômenos naturais.

Se a revisão historiográfica da posição metodológica de Galileu não permite mais a manutenção na crença de que ele teria sido o descobridor do método científico (o que por dois séculos foi considerada sua principal contribuição para a revolução que originou a ciência moderna), essa conclusão não diminui sua importância para o desenvolvimento posterior do conhecimento sobre os fenômenos naturais.

## Ironia, diagramas e tabelas

Não é fácil sintetizar as contribuições que Galileu deu para o conhecimento da natureza e que abriram caminho para a consolidação da ciência moderna. Mesmo assim, a sedução da síntese é inescapável. Aqui corro o risco de oferecer os motivos que deram origem à imagem de Galileu como fundador da ciência moderna, mesmo que hoje os mais importantes

estudiosos no assunto a considerem equivocada.

Galileu era apaixonado por polêmicas. Capaz de usar a retórica com maestria, aproveitou esses embates para apresentar e defender seus pontos de vista. Ao trabalhar em prol do copernicanismo, entre 1610 e 1632, percebeu que era importante construir (e cativar) uma audiência capaz de entender o que (e como) era discutido. Nesse sentido, a ironia com que tratava os opositores, somada a seu primoroso emprego de diagramas e tabelas, foram muito apreciados pelos leitores de seus trabalhos.

Galileu era aberto às novidades, mas respeitava a tradição – em particular a católica, como se vê com clareza em suas tentativas de encontrar um equilíbrio entre o catolicismo e a nova astronomia. Além disso, estabeleceu novos critérios para a elaboração de explicações coerentes dos fenômenos naturais que consolidaram uma imagem mecanicista da natureza, que se disseminaria a partir da segunda metade do século 17.

A defesa intransigente de que o 'livro da natureza' estava escrito em caracteres geométricos é uma das características de seu pensamento. Galileu queria estabelecer um tipo de conhecimento que, mesmo necessariamente passível de revisões posteriores, seria sólido e correto. A matemática e as medidas com instrumentos ajudariam a construir esse conhecimento do mundo.

Finalmente, Galileu sempre se posicionou contra a autoridade livresca, contra os filósofos *in libris*. Para ele, a verdade só seria alcançada com a autonomia para a investigação sobre o comportamento das coisas naturais.

As descobertas astronômicas de Galileu, que começaram há exatos 400 anos, não só transformaram a imagem de mundo. Elas a reinventaram. Portanto, não seria exagero denominar 1610 como *annus mirabilis* ('ano miraculoso'), dada sua relevância para o desenvolvimento tanto da ciência quanto da visão de mundo modernas. ■

Duas das primeiras lunetas construídas e utilizadas por Galileu para suas observações dos céus



### Sugestões para leitura

- KOYRÉ, A.  
*Do mundo fechado ao universo infinito*. Rio de Janeiro, Forense Universitária, 2001.
- LOBO CARNEIRO, F.  
'Galileu e os efeitos do tamanho' in *Ciência Hoje*, nº. 50, 1989.
- GEYMONAT, L.  
*Galileu Galilei*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1997.
- MARICONDA, P.; VASCONCELOS, J.  
*Galileu e a nova física*. São Paulo, Odysseus, 2006.
- DRAKE, S.  
*Galileu*. Lisboa, Dom Quixote, 1981.

# Astronomia

## O movimento dos astros influencia nosso dia-a-dia?

*Há alguma evidência científica de que os astros podem revelar aspectos ocultos de nossa personalidade ou influenciar nosso comportamento, cotidiano e destino? A astrologia pode ser considerada uma ciência, no sentido moderno dessa palavra? É possível testar, sob condições controladas, as previsões feitas por horóscopos e mapas astrais? Se sim, o que dizem os resultados desses experimentos? Essas são algumas das perguntas que um astrônomo se propõe a responder neste artigo, que faz parte da série 'Ano Internacional da Astronomia'.*

**Carlos Alexandre Wuensche**

Coordenação de Ciências Espaciais e Atmosféricas,  
Divisão de Astrofísica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais



*versus*

# astrologia

**O ato de olhar o céu e buscar simbolismos e associações** é algo intrínseco ao ser humano e ocorre há milênios. Essa busca vem do tempo em que pouco se conhecia sobre o comportamento da natureza e no qual o animismo era uma tentativa de compreender e domesticar o desconhecido. Muitas culturas antigas têm registros sistemáticos da esfera celeste que remontam a 2 mil anos antes da era cristã. Desde essa época, padrões de repetição de movimento e agrupamento de astros já eram conhecidos, levando à separação entre estrelas e planetas ('astros errantes') – na época, eram conhecidos apenas Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno.

A ideia de constelações também surgiu naturalmente, sendo que a idealização do que era 'visto' no agrupamento de estrelas sempre sofreu uma forte influência da mitologia local. Porém, ainda hoje, um fato acontece com vários de nós, astrônomos profissionais ou amadores: basta comentar sobre nossa profissão ou interesse pelos céus e rapidamente vem a pergunta: "E se eu te disser que sou Sagitário com ascendente em Touro?" É surpreendente que, mesmo neste início de século, um número enorme de pessoas ainda leva a sério uma crença que remonta a mais de dois milênios: a de que os astros influenciam o cotidiano, o comportamento e o destino das pessoas.

## *Sem status científico*

Astronomia e astrologia são palavras derivadas do grego. Nessa língua, *astron* significa 'estrela' e o sufixo *nomos* (escrito, em português, como 'nomia'), 'regra' ou 'lei'. A astronomia é a ciência que trata da constituição, posição relativa, movimento e, mais recentemente, dos processos físicos que ocorrem nos astros (neste último caso, sendo denominada ▶

NASA



Doze 'filósofos pagãos' e suas conjunções planetárias, ilustração de um antigo manuscrito sobre astrologia

astrofísica, cujo nascimento se deu no século 19). Por sua vez, a astrologia aglutina *astron* e *logos* (em português, 'logia'), que significa 'palavra' e que pode ser entendido como 'estudo' ou 'disciplina'. De forma geral, a astrologia trata do estudo da influência dos astros, especialmente dos signos do zodíaco, no destino e no comportamento humano. Os fundamentos da astrologia foram estabelecidos pelos babilônios, por volta de 1500 a.C. A origem comum da astronomia e da astrologia remonta a essa época e, apesar de ambas se basearem no estudo dos astros, suas versões modernas são inteiramente distintas.

A astrologia baseia suas previsões no movimento relativo dos planetas do sistema solar, não fazendo uso da informação trazida pela radiação eletromagnética (ondas de rádio, infravermelho, luz visível, raios X etc.) emitida por eles. Praticantes e estudiosos da astrologia consideram-na uma linguagem simbólica, forma de arte, adivinhação ou até ciência, com capacidade de prever o futuro ou aspectos ocultos da personalidade. Os astrólogos defendem sua área de estudo com base na ideia de que

a ciência moderna não entende o que eles dizem e que, mesmo sob teste, a astrologia será sempre avaliada segundo os paradigmas científicos, desconhecendo outras formas de testes e de pensamento.

Nossa ênfase neste artigo será a astrologia sob o ponto de vista da ciência, mas vamos aqui, ainda que brevemente, explicar as características básicas da astronomia. Esta é baseada em leis conhecidas da física, sendo que os resultados obtidos com base nessas leis deverão ser os mesmos para qualquer pessoa que conheça os métodos empregados no experimento, bem como as leis em questão. O estudo de astros distantes também é feito com base na radiação eletromagnética emitida por esses corpos celestes, incluindo ondas de rádio, micro-ondas, ultravioleta, raios X e raios gama. Isso permite não só a reconstrução dos processos físicos que produzem essa radiação, mas também o estudo da estrutura e do estado evolutivo do astro.

Críticos da astrologia – incluindo a própria comunidade científica –, consideram-na uma forma de pseudociência ou superstição, devido à sua incapacidade de demonstrar o que afirma, o que até agora tem sido corroborado em grande número de estudos científicos controlados. Por sua vez, astrólogos contestam testes propostos pela ciência para validar a astrologia nesse sentido. E, quando não se recusam a participar deles, rejeitam seus resultados, apesar de estes serem baseados em testes estatísticos e em leis da natureza amplamente validadas.

Portanto, como a astrologia não se enquadra no paradigma do que é entendido como ciência, ela perde o direito de reivindicar esse *status* quando lhe é conveniente.

## Breve histórico

A observação e nomenclatura dos céus, adotadas até hoje pela civilização ocidental, remontam aos babilônios, egípcios, gregos e romanos. Pode-se dizer que a primeira grande sistematização do estudo dos céus com fins astrológicos está em *Tetrabiblos*, texto escrito pelo astrônomo greco-egípcio Claudius Ptolomeu, que viveu no século 2 a.C.. Essa obra, dividida em quatro livros, sistematiza e propõe explicações para o modelo geocêntrico (aquele em que a Terra é o centro do universo), defendendo-o com hipóteses que duraram cerca de 1,5 mil anos – vale ressaltar que o modelo geocêntrico é a base do princípio astrológico.

*Tetrabiblos* é também um tratado de astrologia, talvez o mais importante da Antiguidade. Seu 'Livro I' afirma que as influências dos corpos celestes são inteiramente físicas e, nos 'Livros III' e 'IV', descreve como os céus interferem nas atividades humanas

FOTO ERICH LESSING/LAINSTOCK

(embora Ptolomeu não tenha apresentado a matemática necessária para elaborar horóscopos, desenvolvida por seus antecessores). A contrapartida astronômica de *Tetrabiblos* é *Almagesto*, também de Ptolomeu, um grande tratado sobre astronomia com 13 livros.

Na Idade Média, com sua atmosfera de intensa religiosidade, a possibilidade de fazer e verificar previsões baseadas nos astros era questionada. O padre e filósofo católico Aurélio Agostinho (354-430) – mais conhecido como Santo Agostinho – levantou o famoso problema do “fatalismo astrológico”, um arrazoado no qual argumentava que, “se o futuro já estava previsto por Deus, ou pela influência previsível dos movimentos planetários, para todos, como poderiam ser livres os humanos”? A resposta, dada por ele mesmo, apontava para a “sugestão, mas não obrigação”, de que seguir as estrelas e as orações ajuda a resistir aos desvios...

Nessa época, eram conhecidos três tipos de astrologia, descritos pelo filósofo francês Nicolas Oresme (1320-1382), crítico da astrologia e astrônomo ‘mecanicista’ da corte de Carlos V: i) a astrologia matemática (ou astronomia); ii) astrologia natural (relacionada com a física); iii) a astrologia espiritual (ligada à previsão do futuro e à elaboração de horóscopos). Na Idade Média, portanto, já era feita uma diferenciação entre a astronomia e a astrologia.

Até o final do Renascimento, a astrologia foi uma atividade essencialmente acadêmica, exercida inclusive por médicos. Por uma questão de justiça, deve ser sempre mencionado que o dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601), o alemão Johannes Kepler (1571-1630) e o italiano Galileu Galilei (1564-1642), além de cientistas (no sentido moderno do termo), foram também competentes astrólogos nos sentidos ‘i’ e ‘ii’ do parágrafo anterior. Kepler, porém, foi um crítico ferrenho da astrologia divinatória.

No século 17, o interesse acadêmico pelo prognóstico astrológico transferiu-se para a nova medicina e para a meteorologia, e, nessa época, a astrologia saiu da academia, estimulando novamente o aparecimento do tipo de astrólogo usualmente conhecido na Antiguidade, mais dedicado às práticas divinatórias. Em linhas gerais, esse é o quadro que permanece até os dias de hoje.

## Situações para se pensar

Em 1990, João Braga, pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, em São José dos Campos (SP), e o autor deste artigo escreveram um artigo apresentando questões ligadas à previsibilidade astrológica que devem nos fazer pensar sobre os fundamentos dessa pseudociência. Por exemplo,

qual é a probabilidade de que 1/12 da população da Terra esteja tendo o mesmo tipo de dia? Mesmo levando em conta todos os detalhes astrológicos (ascendentes, quadraturas, oposições etc.), os horóscopos deveriam apresentar alguma semelhança, pois o signo ‘solar’ é a principal referência. Uma simples divisão mostra que, nesse caso, as mesmas previsões seriam, ainda que superficialmente, adequadas a cerca de 400 milhões de pessoas em todo o mundo, todos os dias!

A seguir, algumas dúvidas na forma de perguntas.

Estavam errados os horóscopos feitos antes das descobertas de Urano, Netuno e Plutão, ocorridas em 1781, 1846 e 1930, respectivamente? Deveríamos refazer esses horóscopos? Além disso, existe uma associação entre nomes de planetas, personalidades mitológicas e características astrológicas, portanto há que se pensar agora como nomear e incluir a influência dos mais de 300 planetas extrassolares descobertos desde 1995.

E quais objetos celestes devem ou não ser incluídos nas previsões? O astrônomo francês Jean-Claude Pecker lembra que os astrólogos parecem ter uma visão bastante curta, por limitarem sua atividade ao

Em gravura de 1587, mulher dá à luz enquanto astrólogos examinam as constelações e fazem previsões sobre a criança



Ilustração de Andreas Cellarius, publicada em 1660/1661, em Amsterdã, mostrando o planisfério celeste com os signos do zodíaco

nosso sistema solar. Bilhões de corpos em todos os confins do universo poderiam somar a sua influência àquela proporcionada pelo Sol, pela Lua e pelos planetas. Será que uma pessoa cujo horóscopo omite os efeitos do pulsar do Caranguejo e de Andrômeda realmente recebe uma interpretação completa?

A distância até esses objetos é importante? Para a astrologia, parece que não. Por exemplo, mesmo que Saturno seja importante para caracterizar um mapa astral (e esteja fisicamente o mais próximo possível da Terra, em termos de suas órbitas), Marte e Vênus sempre estarão mais perto de nós do que Saturno, independentemente de nossa posição relativa a eles. No entanto, a importância de ambos nas previsões é variável.

Essa discussão conduz a que tipo de força define as interações astrológicas. A força gravitacional está descartada, pois aquela exercida sobre a criança pelo médico que faz um parto é seis vezes maior do que a de Marte. Já a força de maré do médico é aproximadamente dois trilhões de vezes maior que a de Marte. Deveríamos incluir a personalidade do médico no horóscopo, assim como incluímos as características de Marte?

Como as influências astrológicas parecem não depender completamente da distância entre os corpos, isso traz a questão de que tipo de força é essa, não detectada, até agora, por nenhum experimento, em nenhum laboratório, terrestre ou espacial.

## Testes para previsões astrológicas

O psicólogo Bernard Silverman, da Universidade Estadual de Michigan (Estados Unidos), estudou o casamento de 2.978 casais e o divórcio de 478 deles, comparando com as previsões de compatibilidade (ou não) dos horóscopos. Conclusão: pessoas ‘incompatíveis’ casam-se e divorciam-se com a mesma frequência que as ‘compatíveis’. Os astrônomos Roger Culver, da Universidade do Estado do Colorado (Estados Unidos), e Philip Ianna, da Universidade da Virgínia (também nos Estados Unidos), registraram, por cinco anos, mais de 3 mil previsões específicas publicadas por astrólogos e organizações astrológicas bem conhecidas. Constataram somente 10% de acerto nelas.

Outro estudo, com cerca de 15 mil ‘gêmeos astrológicos’, foi conduzido por Peter Hartmann, Martin Reuter e Helmut Nyborg e publicado em 2006 no periódico *Personality and Individual Differences* (v. 40, p. 1.349). Essa equipe de psicólogos da Dinamarca e da Alemanha examinou a relação entre data de nascimento e diversas características pessoais. Ao final do estudo, não encontraram evidências entre o signo zodiacal e essas características nos avaliados.



Geoffrey Dean, pesquisador australiano que realizou testes extensivos sobre astrologia, inverteu as leituras astrológicas de 22 pessoas, substituindo as frases originais dos horóscopos por outras que diziam o oposto. Ainda assim, as pessoas nesse estudo disseram que as leituras se aplicavam a elas tão frequentemente (95% das vezes) quanto as pessoas a quem foram dadas as leituras corretas. Aparentemente, aqueles que procuram astrólogos desejam apenas uma orientação, qualquer que seja ela.

Colocando termos astrológicos no contexto astronômico, expressões como “Urano entrou em Aquário...” ou “Plutão ficará 13 anos em Sagitário...” não fazem o menor sentido. Do ponto de vista das constelações, elas não são reais, como um planeta, mas apenas um arranjo de estrelas que nem estão fisicamente próximas, como sua projeção do céu faz parecer. Se o leitor experimentar olhar para o céu



em uma noite clara, notará que existem infinitas possibilidades de 'ligar os pontos' e imaginar figuras. E foi isso que os antigos fizeram e popularizaram, ao criar as constelações. Elas não estão na mesma posição na eclíptica (plano da órbita da Terra ao redor do Sol) em que foram concebidas há mais de 3 mil anos. E, certamente, não estarão nessa mesma posição relativa, formando o padrão que vemos hoje, daqui a 2 mil anos.

Do ponto de vista simbólico, a mesma associação de estrelas que representa a cauda do 'Escorpião', em nosso zodíaco, representa a constelação do Anzol, na mitologia polinésia. Atribuir um determinado significado a um ou outro símbolo implica atribuir interpretações e, em consequência, influências diferentes a um mesmo 'objeto'. Assim, como explicar que o mesmo 'objeto', à mesma distância da Terra, tenha efeitos diferentes, dependendo do símbolo a ele associado?

## Com medo da noite

A definição de pseudociência é ampla e pode incluir, além da astrologia, qualquer conjunto de procedimentos e 'teorias' que tentem se disfarçar como ciência sem realmente sê-la. A discussão dos limites entre ciência e pseudociência inclui a questão do que é ciência e como defini-la. Entretanto, vale a pena discutir porque devemos nos preocupar com as pseudociências.

Alguns dos exemplos citados e os testes levantados podem não passar de diversão ou crença barata para uma camada da população mais instruída, não causando grande impacto dentro do mundo científico. Entretanto, vale lembrar que inúmeras vezes a pseudociência é utilizada com má fé, destinada a usurpar o dinheiro da população em geral que, ingenuamente, acredita em evidências casuais, rumores e anedotas. Esse fato torna-se ainda mais drástico quando essas crenças atingem a área de saúde, onde o prejuízo financeiro pode vir acompanhado de um irreparável dano físico e/ou mental.

Diversas formas de pseudociência nasceram de superstições antigas, assim como vários ramos da ciência ortodoxa. Medicina, química e a própria astronomia são bons exemplos, de modo que suas origens não são o problema. A questão, no caso da astrologia, é saber se suas previsões são verificáveis, dentro dos parâmetros científicos, já que muitas vezes astrólogos vestem suas explicações com termos e jargão científicos, de modo a lhes emprestar maior credibilidade. A inexistência de um mecanismo cientificamente aceito para explicar previsões astrológicas seria irrelevante se, pelo menos estatisticamente, a astrologia fizesse o que ela diz que pode fazer, e esses feitos pudessem ser validados entre seus próprios pares e aceitos, além de uma dúvida razoável, por cientistas.

Pode-se apontar, muitas vezes, que existem explicações mais simples e menos fantasiosas – por vezes, até corriqueiras ou prosaicas – para uma previsão astrológica que tenha se mostrado correta. Além disso, o acerto não garante que a 'teoria astrológica' funcione sempre (mesmo porque já foi amplamente mostrado que, estatisticamente, ela não funciona). Também não prova que o método de previsão será reproduzível por outros astrólogos na mesma situação ou em situações semelhantes.

Astrônomos devem se pronunciar sempre que a ocasião for adequada para mostrar as falhas da astrologia sob o ponto de vista científico e encorajar um interesse no cosmo real. Um cosmo de astros remotos que são impiedosamente indiferentes às vidas e aos desejos das criaturas da Terra, muito antes dos tempos em que os seres humanos se aconchegavam junto às fogueiras, com medo da noite. ■

### Sugestões para leitura

- BRAGA, J.; WUENSCH, C. A. 'Seu kit de defesa contra a astrologia', in *Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira* (disponível em <http://www.das.inpe.br/~alex/Portugues/divulgacao.html>)
- CULVER, R. B.; IANNA, P. A. *Astrology: true or false? – A scientific evaluation*. Nova York, Amherst Prometheus Books, 1988.
- Na internet** (em inglês): 'A exploração científica da astrologia': <http://web.archive.org/web/20050126080220/astrology-and-science.com/>

*Quando os primeiros europeus chegaram ao Brasil, os índios já consumiam o guaraná, uma planta nativa da Amazônia, sabiam de suas propriedades estimulantes e revigorantes e o usavam em rituais religiosos. Hoje, ele é bastante comercializado (em pó ou xarope, principalmente) como um fitoterápico rico em cafeína, apontado como capaz de estimular o sistema nervoso central e combater o estresse. Também é matéria-prima para a indústria de refrigerantes. Além de cafeína, a semente do guaraná contém amido, proteínas, óleos, resinas e compostos aromáticos e digestivos. A grande importância socioeconômica e medicinal dessa planta atraiu o interesse de pesquisadores, que comprovaram cientificamente, nas últimas décadas, várias propriedades já registradas no conhecimento indígena tradicional, e estudos recentes decifram as características genéticas da espécie.*

**Indramara Lobo de Araújo**

Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional,  
Departamento de Economia,  
Universidade Federal do Amazonas

**Danival Vieira de Freitas**

Laboratório de Expressão Gênica,  
Centro Universitário Nilton Lins e Programa  
Multi-institucional de Pós-graduação em Biotecnologia,  
Universidade Federal do Amazonas

**Carlos Gustavo Nunes-Silva**

Laboratório de Expressão Gênica,  
Centro Universitário Nilton Lins

**Spartaco Astolfi-Filho**

Laboratório de Tecnologia de DNA,  
Centro de Apoio Multidisciplinar,  
Universidade Federal do Amazonas

# Guaraná

## Os segredos moleculares de uma planta lendária

O guaraná (*Paullinia cupana*) é uma planta originária da bacia amazônica.

Seu nome popular é uma derivação da palavra indígena *wara'ná*, que significa 'árvore que sobe apoiada em outra', já que, na floresta, o guaraná desenvolve-se como uma trepadeira. A espécie tem duas variedades: *P. cupana* variedade *typica*, que ocorre na Venezuela, na Colômbia e no Brasil (na região do alto rio Negro), e *P. cupana* variedade *sorbilis*, conhecida como o guaraná verdadeiro e encontrada na área central da Amazônia brasileira, principalmente na região de Maués, município no leste do Amazonas. As diferenças principais entre as duas estão no tamanho, na forma e na cor do fruto. Ambas foram domesticadas por grupos indígenas: a *sorbilis* pelos Maués e Andirá, no baixo rio Amazonas, e a *typica* pelos Barés, no alto rio Negro. ▶

FOTO: GUPHO/KESTONE

Em seu estado natural, nas matas, o guaranazeiro cresce como uma trepadeira, apoiando-se nas árvores para atingir a parte superior da cobertura florestal, a cerca de 30-40 m do solo. Quando cultivado em campo aberto, porém, é arbustivo, alcançando no máximo 3 m de altura. A planta tem folhas grandes, de um verde escuro acentuado, e frutos arredondados, que surgem em cachos vermelhos ou amarelos, parecidos com as ramas de café maduro. A semente única, preta e brilhante, é o produto utilizável da planta. Quando o fruto amadurece, a casca rompe-se espontaneamente e a semente, envolta em uma polpa branca (o arilo), fica exposta, dando aos frutos a aparência de um olho. Os frutos, depois de colhidos, são amontoados ou acondicionados em sacos por três dias, para que fermentem, o que facilita a retirada da casca. Após o despulpamento, as sementes são torradas e moídas.

O Brasil é o único produtor comercial de guaraná do mundo, embora existam pequenas áreas plantadas, para subsistência, na Venezuela e no Peru. A produção brasileira de amêndoas (sementes) é atualmente de cerca de 3 mil toneladas anuais, e há possibilidade real de expansão, o que repre-

sentaria um importante reforço para a economia regional. O guaraná é exportado em forma de xarope, pó, refrigerantes e outros subprodutos, e entre os países compradores estão Japão, Alemanha, Itália, Inglaterra, Estados Unidos e Espanha. A perspectiva de aumento nas exportações é otimista, porque é um produto natural e exótico, apelos fortes no mercado atual, somando-se a isso a comprovação científica de suas propriedades terapêuticas e a determinação de empresas brasileiras de difundir o consumo do refrigerante sabor guaraná em outros países.

## A lenda do guaraná

Conta a tradição oral dos índios da etnia Saterê-Mawê que um casal de índios maués vivia há muitos anos sem ter filhos, mas desejava muito uma criança. Um dia, o casal pediu que Tupã, o 'rei' dos deuses, lhe desse um filho, para completar sua felicidade. Tupã, sabendo que o casal era cheio de bondade, atendeu o desejo, e nasceu um lindo menino. O tempo passou e o menino cresceu bonito e generoso.

Plantação de guaranazeiros no Amazonas



No entanto, Jurupari, o deus da escuridão, sentia uma extrema inveja do menino e da paz e felicidade que ele transmitia. Um dia, o menino foi coletar frutos na floresta e Jurupari aproveitou a ocasião para lançar sua vingança. Transformou-se em uma serpente venenosa e mordeu o menino, matando-o instantaneamente. A triste notícia espalhou-se rapidamente. Nesse momento, trovões ecoaram e fortes relâmpagos caíram sobre a aldeia. A mãe, que chorava em desespero, entendeu que os trovões eram uma mensagem de Tupã, dizendo que ela deveria plantar os olhos da criança, dos quais uma nova planta cresceria dando saborosos frutos. Os índios obedeceram aos pedidos da mãe e plantaram os olhos do menino. Nesse lugar cresceu o guaraná, cujas sementes são negras, cercadas pelo arilo branco, lembrando olhos humanos.

### Uma planta ‘milagrosa’

O primeiro relato escrito sobre essa planta e sua importância é do jesuíta João Felipe Bettendorf (1625-1698) por volta de 1669. Bettendorf chegou ao Pará em 1661, enviado pelo também jesuíta Antonio Vieira (1608-1697) para fundar uma missão na tribo dos tapajós, na confluência dos rios Tapajós e Amazonas. Essa missão deu origem à cidade de Santarém (PA). Ele dizia que o povo Andirá fazia uso da planta, tida como ‘milagrosa’, secando e pisando o fruto, e fazendo com ele bolas, pelas quais tinham o mesmo apreço que os brancos por ouro. Com o auxílio de uma pedra, eles desfaziam a bolinha (amêndoa seca e pisada) em uma cuia com água e ingeriam o líquido. Essa bebida, nas palavras do jesuíta, “dá tanta força que, indo à caça, um dia até outro, não sentem fome, além do que tiram febres, câibras e dores de cabeça”.

Por volta de 1810, dois naturalistas europeus, o alemão Friedrich Alexander von Humboldt (1769-1859) e o francês Aimé Jacques Bonpland (1773-1858), foram os pioneiros a coletar o guaraná para estudos, ao passarem pela Venezuela. A descrição e a classificação científicas da espécie, porém, só foram feitas em 1823 pelo botânico alemão Karl S. Kunth (1788-1855), com base em plantas coletadas por Humboldt e Bonpland. Kunth incluiu o guaraná na família Sapindaceae e deu a ele o nome científico de *Paullinia cupana*. Em 1818, em suas andanças pelo baixo Amazonas, na região de Maués, outro alemão, o botânico Carl Friedrich von Martius (1794-1868), coletou novamente o guaraná e o batizou, em livro também de 1823, como *Paullinia sorbilis*, mas depois reconheceu como pioneiro o nome dado por Kunth.



Sementes (amêndoas) de guaraná

Martius isolou das sementes uma substância cristalina, amarga e branca, com propriedade fisiológica marcante. Essa substância foi denominada ‘guaranina’ e, mais tarde, renomeada como ‘cafeína’. O guaraná, porém, contém grande variedade de substâncias. O Instituto de Tecnologia de Alimentos, do governo do estado de São Paulo, analisou a semente (amêndoa) do guaraná e determinou sua composição química (ver ‘Alto teor de cafeína’).

### A ciência confirma a tradição

O conhecimento acumulado pelos índios a respeito do guaraná foi transmitido oralmente aos colonizadores e seus descendentes (comunidades ribeirinhas) e posteriormente relatados em obras etnobotânicas, como, por exemplo, o *Dicionário das plantas úteis do Brasil*, lançado em 1926 pelo botânico português Manuel Pio Correia (1844-1934). Essas informações serviram de base para a realização de inúmeros estudos científicos sobre o guaraná, que comprovaram os conhecimentos tradicionais dos povos indígenas da Amazônia sobre as propriedades de *Paullinia cupana* variedade *sorbilis*.

A suposição de que o sucesso na descoberta de novos fármacos seria maior a partir de pesquisas etnodirigidas, ou seja, que levassem em conta os saberes e práticas tradicionais, levou a um aumento significativo nos estudos sobre o guaraná. Já foram comprovadas cientificamente propriedades antioxidantes (redução de radicais tóxicos de oxigênio), antimutagênicas (inibição de mutações) e antineoplásicas (inibição do surgimento de tumores malignos). Estudos confirmaram ainda que o guaraná melhora a atividade motora, retardando a fadiga e, em consequência, aprimorando o desempenho físico, sobretudo em atividades de longa duração; ajuda a melhorar a performance cognitiva e a reduzir a perda de memória em portadores do mal de ▶



O pó de guaraná,  
rico em cafeína,  
é usado como  
estimulante

## ALTO TEOR DE CAFEÍNA

A análise de uma amostra de amêndoa de guaraná (matéria seca) feita pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos, de Campinas (SP), mostrou a seguinte composição química: amido (40%), proteína bruta (12,4%), tanino (10,8%), umidade (6,82%), açúcares totais (6,1%), açúcares redutores (4,4%), cafeína (2,97%), fibras (2,87%), matéria graxa (2,48%) e cinzas (1,55%), além das vitaminas A (375 UI por 100 g) e B1 (ou tiamina, 0,57 mg/100 g), e dos elementos potássio (609 mg/100 g), fósforo (144 mg/100 g), cálcio (92,3 mg/100 g) e ferro (6,2 mg/100 g). Nas sementes, a cafeína pode variar de 2,5% a 5% da matéria seca. O extrato do guaraná contém, além da cafeína, a teobromina e a teofilina, alcalóides com moléculas similares e também com efeitos estimulantes (as sementes de cacau têm maior teor de teobromina e o chá verde e o chá preto têm maior teor de teofilina). O guaraná contém ainda polifenóis (substâncias com ação antioxidante, antiviral e bactericida), além de outros tipos de compostos químicos de interesse farmacológico. A cafeína é encontrada em muitas plantas, várias delas consumidas pelos humanos, como café, erva-mate, chá, coca e cacau, mas o guaraná é a que apresenta a maior concentração desse composto – praticamente 3,5 vezes maior do que nos grãos de café da espécie arábica.

Alzheimer (propriedades neuroprotetoras); e reduz em até 31% a agregação de plaquetas que causam trombose, o que ajuda a proteger os vasos sanguíneos da aterosclerose. A cafeína presente no fruto neutraliza o efeito da adenosina no metabolismo das células de gordura, inibindo a geração de mais gordura (o que a torna muito útil em produtos, por exemplo, contra a celulite). Já o extrato é capaz de reduzir o apetite, contribuindo para a perda de peso. A maioria desses efeitos era descrita, de forma indireta, pelo conhecimento indígena.

As pesquisas vêm sendo realizadas, no Brasil e no exterior (Estados Unidos, Reino Unido, Itália e outros locais), nos últimos 20 anos. Em 1988 e 1991, por exemplo, o brasileiro Sérgio P. Bydlowski e equipe revelaram que o extrato de guaraná previne a aterosclerose e tem ação anticoagulante em animais de laboratório. Outros estudos utilizaram voluntários humanos, como os que confirmaram os efeitos contra a fadiga (em 1995, pelo norte-americano Lawrence Spriet e equipe), contra a perda de memória (em 2003, pela brasileira Maria Teresa S. Trevisan e equipe, e em 2004, pelo inglês David O. Kennedy e equipe) e de inibição do apetite (em 2005, pelos norte-americanos Aleda M. Hess e Donald L. Sullivan). Culturas de células também foram empregadas em outras investigações sobre o guaraná. Mais recentemente, em 2006, o brasileiro Heidge Fukumasu e equipe descobriram, em animais de laboratório, que o guaraná previne o câncer de fígado – propriedade não prevista pelo conhecimento tradicional.

FOTO: GRUPO KENSTONE

Produção de guaraná no Brasil e nos três principais estados produtores, de 1999 a 2007, segundo dados do IBGE e do Ministério da Agricultura

## Os segredos genéticos

Os maiores desafios para o aumento na produção são as doenças que atingem o guaranazeiro e que, de tempos em tempos, assolam a região de cultivo no Amazonas. Essas doenças, que constituem um grande gargalo para a expansão da cultura na região, atraíram a atenção de centros de pesquisa, principalmente a Embrapa Amazônia Ocidental, vinculada à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). A Embrapa Amazônia Ocidental coordena o programa de pesquisa dedicado ao guaraná, estruturado em duas linhas básicas (recursos e melhoramento genético e manejo cultural) e desenvolvido na sede da instituição, no Campo Experimental de Maués (AM) e em outras estações experimentais. Esses projetos, incluídos no Programa Nacional de Pesquisa, visam desenvolver sistemas sustentáveis de produção de matérias-primas, originárias de culturas regionais não irrigadas. A ênfase é dada na criação de variedades com características genéticas que permitam melhor adaptação aos ecossistemas amazônicos, visando reduzir custos de produção e controlar doenças e pragas.

A grande importância socioeconômica do guaranazeiro na região atraiu também o interesse científico da Rede da Amazônia Legal de Pesquisas Genômicas (Realgene), formada por um consórcio de instituições de pesquisa e apoiada pelo Ministério da Ciência e da Tecnologia e pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas. Recentemente, a Realgene finalizou os estudos sobre o tamanho do genoma (quantidade de DNA) de *P. cupana sorbilis*, o número de cromossomos (os ‘pacotes’ em que o genoma se divide) e seu genoma funcional (o conjunto de genes expressos no fruto, ou seja, que contém as informações necessárias para a produção de proteínas e outras moléculas – também chamado de transcriptoma).

O objetivo principal da Realgene, com o sequenciamento do genoma funcional do guaraná, foi o de ampliar o conhecimento básico sobre essa planta, do ponto de vista genético e molecular, incluindo a descoberta de genes responsáveis por processos metabólicos importantes. O trabalho, do qual participaram três dos autores deste artigo, foi publicado na revista científica *Plant Cell Reports*, e identifica os genes expressos em três diferentes fases de maturação do fruto. Esse estudo possibilitou a descoberta da expressão de genes importantes, como os de resistência a insetos e ao estresse hídrico, e os



que contêm informações para a produção de enzimas-chave de rotas metabólicas relevantes, como as de síntese da cafeína, do betacaroteno (composto precursor da vitamina A) e da chalcona (substância, segundo alguns autores, com efeito cicatrizante e antiinflamatório), entre outras.

O conhecimento da estrutura de genomas é cada vez mais importante para a compreensão da evolução dos genes e para a sua modificação, visando obter plantas mais resistentes e/ou produtivas. O estudo sobre a estrutura do genoma do guaraná revelou um conjunto de cromossomos (cariótipo) com 210 unidades e cerca de 23 milhões de pares de bases – quatro vezes o tamanho do genoma humano. Esse grande número de cromossomos do guaraná, no entanto, contrasta com o cariótipo das outras plantas do gênero *Paullinia*, pois todas as sete espécies já estudadas têm apenas 24 cromossomos. O guaraná, portanto, apresenta poliploidia (multiplicação do número de cromossomos), fenômeno que talvez seja resultado do longo processo de domesticação dessa planta pelos nativos.

Os antigos conhecimentos a respeito do guaraná, muitos deles comprovados em estudos científicos, somados às novas informações sobre seu genoma, podem direcionar a pesquisa no sentido de descobrir os princípios ativos de *Paullinia cupana* e possibilitar a descoberta ou o desenvolvimento (a partir dos compostos presentes na planta) de novos fitofármacos. Também podem facilitar o melhoramento genético da espécie, tanto para aumentar sua produtividade quanto para reforçar sua resistência a doenças, pragas e estresses não biológicos (períodos de falta de água, por exemplo). A descoberta de novas propriedades e a comprovação das propriedades descritas na farmacopéia popular nos fazem entender por que os indígenas consideram a planta ‘mágica’, a ponto de utilizá-la em alguns de seus principais rituais e de, ao longo do tempo, terem promovido a domesticação e o melhoramento genético da espécie. ■

### Sugestões para leitura

- ÂNGELO, P. C. S. e outros. ‘Guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*), an anciently consumed stimulant from de Amazon rain forest: the seeded fruit transcriptome’, in *Plant Cell Reports*, v. 27(1), p. 117, 2008.
- TAVARES, A. M. e outros. *Cultura do guaranazeiro no Amazonas*. Manaus, Embrapa Amazônia Ocidental, 2005.
- WATZEL, J. ‘O guaraná, seu valor industrial e medicinal’, in *Boletim do Ministério da Agricultura*, v. 26 (4/6), p. 25, 1937.

Evolutionismo

cria



Aceitação e rejeição no

*Embora o evolucionismo darwiniano, que está completando 150 anos, seja tido como uma das mais relevantes teorias da história da ciência, organizações de cunho religioso vêm tentando incluir no currículo escolar a concepção criacionista – descrita na Bíblia – da origem da Terra e da vida. Esse movimento está presente em vários países, inclusive no Brasil, onde, mesmo entre estudantes universitários, a credibilidade da teoria da evolução biológica, e também de outras realizações científicas, ainda é baixa. Foi o que revelou uma pesquisa realizada com alunos da Universidade Estadual de Londrina, no Paraná.*

# ACIONISMO

**Rogério F. de Souza**

**Marcelo de Carvalho**

Departamento de Biologia Geral,  
Centro de Ciências Biológicas,  
Universidade Estadual de Londrina (UEL)

**Tiemi Matsuo**

Departamento de Estatística e Matemática Aplicada,  
Centro de Ciências Exatas, UEL

**Dimas A. M. Zaia**

Departamento de Química  
(Laboratório de Química Prebiótica),  
Centro de Ciências Exatas, UEL

**A ideia da evolução biológica** provocou uma mudança radical na maneira como enxergamos a natureza e a nós mesmos. Após o surgimento dessa ideia, a semelhança entre espécies distintas passou a ser explicada pelo fato de compartilharem ancestrais em comum. Da mesma forma, a diversidade genética dentro de uma espécie deixou de ser vista como um 'defeito de fabricação', tornando-se a matéria-prima da evolução. E, sobretudo, a evolução de caracteres adaptativos – desde a melanina que determina a cor da nossa pele até a visão aguçada de uma águia – começou a ser interpretada como fruto da sobrevivência e da reprodução diferencial de indivíduos geneticamente distintos.

Entretanto, no momento em que se comemoram os 150 anos da publicação do livro *A origem das espécies*, do naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882), um dos autores da teoria da evolução das espécies pela seleção natural, o debate criacionismo versus evolucionismo parece não ter arrefecido. Na verdade, em diferentes países (em especial os Estados Unidos), um movimento de cunho fortemente religioso tem, nos últimos anos, tentado impor ao sistema público de ensino uma visão religiosa da origem e evolução da vida. De modo simplificado, podemos dizer que esse movimento criacionista envolve grupos religiosos radicais que rejeitam a teoria da evolução biológica em favor de um criador sobrenatural, tendo a *Bíblia* como única fonte de indícios para



# século 21

explicar essa concepção. Entretanto, é preciso destacar que a rejeição à evolução biológica pode partir de grupos que não têm, necessariamente, uma base cristã – como o Hare Krishna.

Neste cenário, destaca-se o papel de algumas organizações criacionistas norte-americanas, como o Instituto para a Pesquisa da Criação (The Institute for Creation Research – ICR) e o Centro para Ciências e Cultura do Instituto Discovery (Discovery Institute’s Center for Science and Culture). Essas instituições pronunciam-se de forma mais incisiva, muitas vezes trazendo à mídia questões polêmicas, como a de que a evolução é uma teoria em crise inclusive na comunidade científica, ou a de que ela carece de provas experimentais, ou a de que os próprios evolucionistas não chegam a um consenso sobre a evolução. Por esse caminho ardiloso, tentam justificar o ensino de outras teorias, além da evolução biológica, como forma de incentivar o debate e o senso crítico dos alunos. Com essa estratégia, os criacionistas têm conseguido avanços significativos dentro do sistema público de ensino em alguns estados daquele país.

Esse sucesso pode ser creditado, ao menos em parte, a alguns fatores intimamente relacionados. Um deles é a formação insuficiente ou inadequada de muitos professores a respeito da teoria evolutiva (muitos não compreendem o que significa ‘teoria científica’, ou seja, não sabem como a ciência é feita). Outro é o desconhecimento das questões legais referentes ao ensino do criacionismo nas escolas públicas dos Estados Unidos (os professores tornam-se, assim, vulneráveis às pressões de pais, estudantes, diretores de escolas e comitês de ensino). Por fim, e não menos

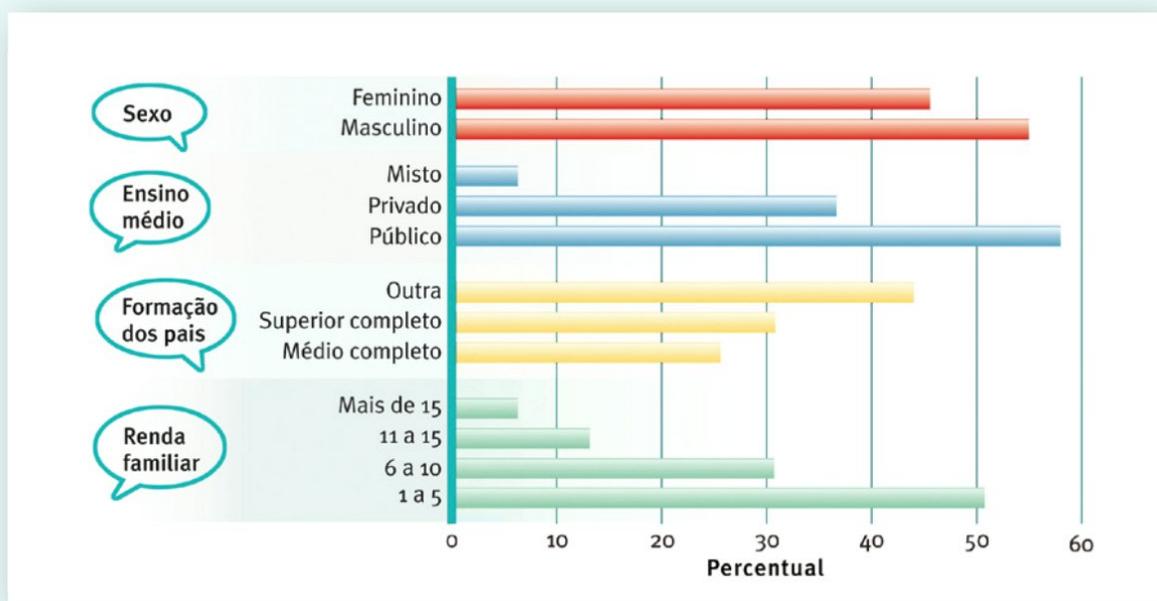
importante, as próprias convicções religiosas de alguns professores os levam a ser criacionistas.

Seguindo essa estratégia e liderados pelo professor de direito Philip Johnson, da Universidade de Berkeley, os criacionistas norte-americanos fundaram, no início dos anos 90, um movimento denominado Desenho Inteligente (ID, de Intelligent Design). O principal objetivo desse movimento é dar uma roupagem científica a seus argumentos, para transformar o criacionismo em uma teoria respeitável e, de preferência, no meio desse processo, desacreditar a teoria da evolução. Eles esperam, desse modo, criar um sentimento geral de que o criacionismo merece o mesmo tratamento do evolucionismo, inclusive no sistema público de ensino.

Pode-se dizer que o maior êxito dos criacionistas norte-americanos não tem sido obtido dentro dos Estados Unidos, mas sim na repercussão do movimento mundo afora, influenciando outros países, inclusive o Brasil. Uma pesquisa realizada em 34 países e publicada em agosto de 2006 pela revista científica *Science* mostra que, na Islândia, na Dinamarca, na Suécia e na França, mais de 80% dos adultos aceitam como verdadeira a teoria da evolução, percentual que fica em 78% no Japão. Nos Estados Unidos, porém, somente cerca de 40% dos adultos acham essa teoria válida – os outros 60% não têm certeza sobre sua veracidade ou acreditam que é falsa. Já em países como Turquia, Bulgária, Grécia, Romênia, Áustria, Polônia e Suíça, mais de 40% da população acham que a teoria da evolução é falsa ou não têm certeza sobre sua validade.

O debate criacionismo/evolução, portanto, é complexo e parece estar longe de um fim. Essa

Figura 1. Informações socioeconômicas sobre os estudantes entrevistados em 2006 e 2007 – a renda familiar é dada em salários mínimos e a opção ‘Outra’, no item ‘Formação dos pais’, inclui analfabeto, ensino fundamental (incompleto e completo) e ensino médio incompleto



discussão, porém, é absolutamente necessária, já que pode determinar o futuro educacional de nossa própria sociedade (ver 'O criacionismo no Brasil').

## As opiniões dos universitários

O tema suscita um debate mais amplo e envolve a comunidade científica. Por isso, considerando que muitos dos atuais universitários poderão no futuro ser professores de escolas públicas e privadas, decidimos, em 2006 e 2007, investigar as opiniões sobre a evolução biológica de alunos do primeiro e do quarto anos de vários cursos – ciências biológicas, filosofia, física, geografia, história e química – da Universidade Estadual de Londrina (UEL), no Paraná. O projeto de pesquisa e o questionário aplicado foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Humanos da UEL.

Participaram da pesquisa 920 universitários. O questionário incluiu, em sua primeira parte, um levantamento socioeconômico dos estudantes (figura 1), constatando-se que mais de 50% deles vieram de escolas públicas e de famílias com renda entre um e cinco salários mínimos. Na segunda parte, eles responderam algumas questões de múltipla escolha referentes ao grau de aceitação/rejeição de temas ligados à origem e evolução do universo e da vida, assim como perguntas relacionadas a temas científicos mais comuns.

A primeira questão (figura 2) visou avaliar se os universitários acreditam ou não na evolução, bem como a forma como situam esse tema diante de di-

## O criacionismo no Brasil

O movimento criacionista não é, no Brasil, tão forte quanto nos Estados Unidos, mas não se pode dizer que é inexpressivo. O primeiro grupo criacionista nacional de que se tem notícia, a Sociedade Criacionista Brasileira (SCB), foi fundado em Brasília em 1972. Em Belo Horizonte (MG), em 1979, surgiu a Associação Brasileira de Pesquisa da Criação (ACBP) e, mais recentemente, em Campinas (SP), o Núcleo Brasileiro de Design Inteligente. Essas sociedades, bem como instituições de Ensino Superior ligadas a grupos religiosos, realizam regularmente congressos, patrocinam livros criacionistas e mantêm páginas sobre essa concepção na internet.

Em 1999, na Assembléia Legislativa do Rio de Janeiro, o deputado Carlos Dias apresentou projeto de lei propondo o ensino religioso 'confessional', no qual o professor se declara de determinado credo religioso e direciona os ensinamentos de acordo com as premissas desse credo. Em 2000, o projeto foi aprovado pela Assembléia e, em 2004, a então governadora do estado, Rosinha Garotinho, surpreendeu a todos ao contratar, com dinheiro público, 500 professores para o ensino de religião. Obviamente, dentro desse ensino religioso, abriu-se espaço para o ensino do criacionismo.

Uma pesquisa encomendada ao Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (Ibope) e publicada em janeiro de 2005, pela revista *Época* (nº 346), mostrou que 33% dos brasileiros creem que o ser humano foi criado por Deus há cerca de 10 mil anos, enquanto 54% acreditam que este surgiu há milhões de anos, mas por um processo dirigido por Deus. O mais preocupante é que 89% dos entrevistados concordam que o criacionismo deve ser ensinado nas escolas e 75% acham que essa concepção deve substituir o evolucionismo.

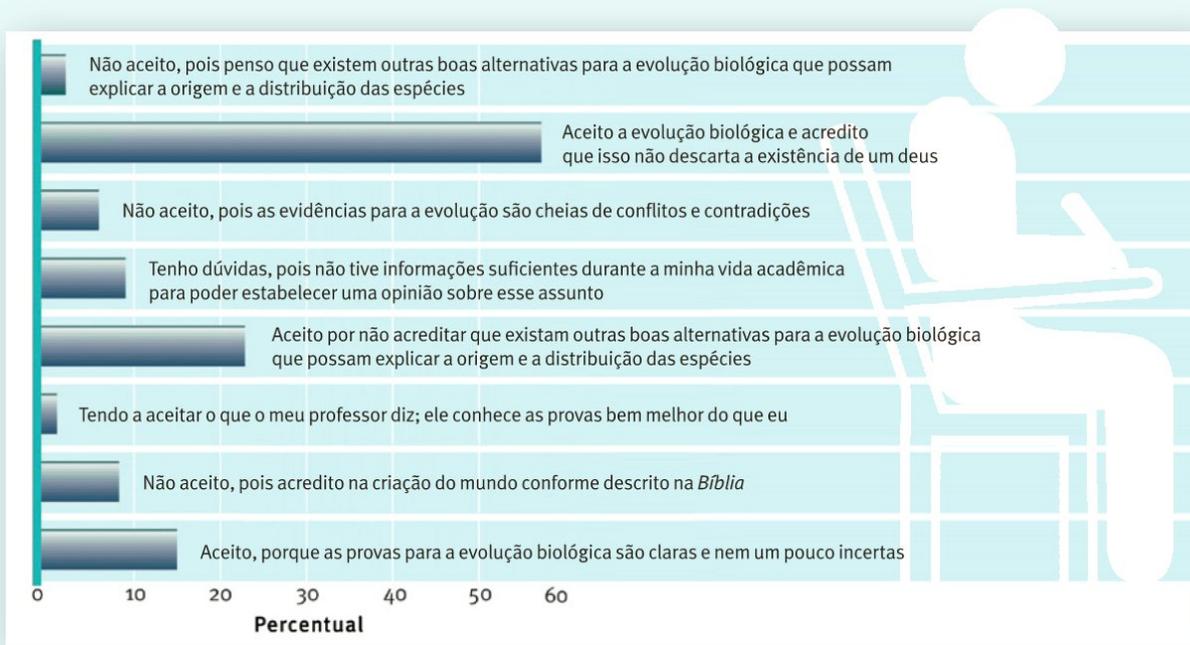
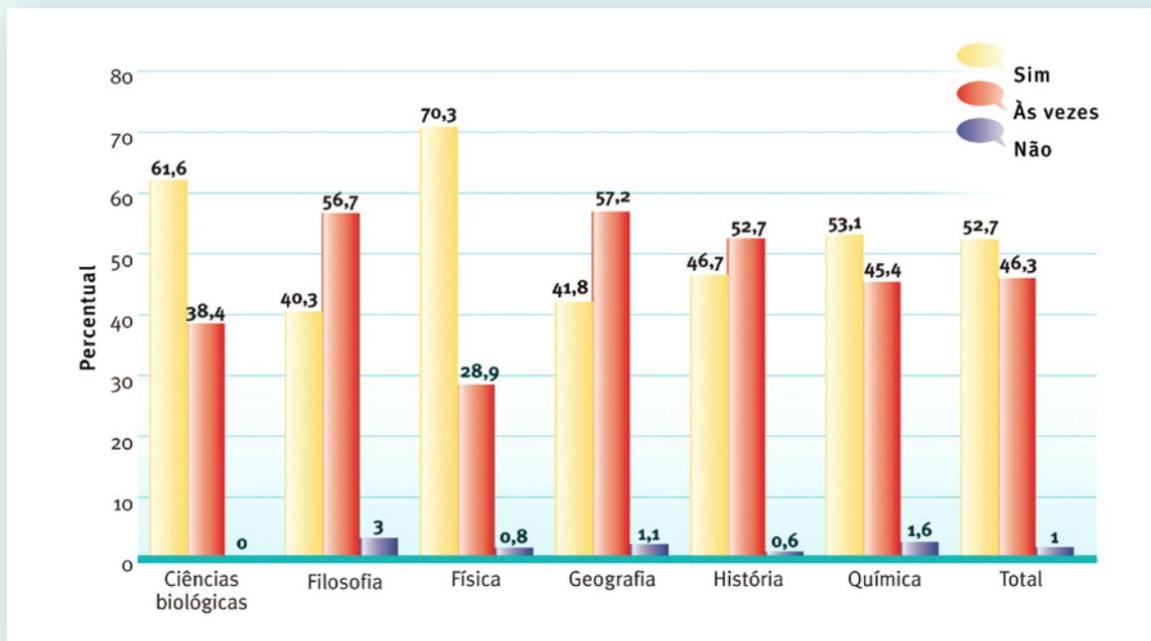


Figura 2. Diferentes opções de resposta oferecidas aos estudantes em relação ao tema evolução biológica – os entrevistados podiam optar por uma ou mais afirmativas, e as barras indicam os percentuais de estudantes que optaram por cada afirmativa

Figura 3. Respostas dos estudantes (em percentuais) à pergunta: “Você acredita que a ciência possa fornecer respostas confiáveis acerca dos fenômenos físicos, químicos e biológicos?”



ferentes alternativas. Foram oferecidas oito opções de resposta que iam desde a aceitação total da evolução biológica, sem nenhuma relação direta com alguma crença religiosa, até sua rejeição total e aceitação apenas da criação como descrita na *Bíblia*. Os estudantes podiam optar por uma ou mais respostas. Verificamos que 8,9% dos entrevistados não aceitam a teoria evolutiva e acreditam na versão da *Bíblia* para a criação. Por outro lado, 16,1% acreditam que as provas da evolução biológica são claras e nem um pouco incertas. No entanto, 57,3% aceitam a evolução biológica e acreditam que isso não descarta a existência de um Deus. Portanto, aparentemente, a grande maioria dos entrevistados não vê conflito entre evolucionismo e religião, mas isso não permite inferir se concordam ou não com o ensino, ao mesmo tempo, do criacionismo e do evolucionismo em escolas públicas.

Embora a idade da Terra seja ponto de conflito entre as duas concepções, a afirmação de que o universo seria bastante antigo e de que nosso planeta teria cerca de 4,5 bilhões de anos teve baixa rejeição: a maior ocorreu entre estudantes de química (9,9%) e a menor entre os de ciências biológicas (6,3%). Mais de 90% dos entrevistados aceitaram como verdadeiras afirmações como as de que a evolução biológica vem ocorrendo por tempo bastante longo e de que existem processos de microevolução (como aumento da resistência a inseticidas e/ou antibióticos etc.) e de macroevolução (como origem de novas espécies). Entretanto, os estudantes tenderam a rejeitar mais os processos macroevolucionários do que os microevolucionários.

rios do que os microevolucionários.

Outra pergunta foi se eles acreditavam que a ciência poderia fornecer respostas confiáveis sobre os fenômenos físicos, químicos e biológicos. Os maiores percentuais de resposta positiva (figura 3) foram os dos alunos de física (70,3%) e de ciências biológicas (61,6%). Os menores couberam aos de filosofia (40,3%) e geografia (41,8%). Na verdade, boa parte dos entrevistados prefere acreditar que somente ‘às vezes’ a ciência é confiável: o menor percentual dessa resposta veio de estudantes de física (28,9%) e os maiores (acima de 50%) de alunos de história, filosofia e geografia.

Na mesma linha de raciocínio, foi perguntado se acreditavam que a ciência fornecia informações confiáveis sobre cinco temas específicos (figura 4). A confiança foi maior para assuntos mais triviais, como a relação do cigarro com o câncer de pulmão (80,8% de resposta positiva), os efeitos dos cloro-fluorcarbonetos (CFCs) na camada de ozônio (78,2%) e a movimentação dos continentes (78%). A teoria da evolução biológica ficou em quarto lugar (65%) e a do *Big-Bang* (a explosão inicial do universo) obteve apenas 28,9%. Esse último tema não alcançou alto índice sequer entre estudantes de física, pois só 35,4% disseram confiar nas informações científicas, neste caso. É preciso considerar que os três primeiros temas são mais frequentes na mídia e não exigem conhecimentos mais profundos para sua aceitação ou rejeição. Além disso, não implicam um questionamento de crenças pessoais, como as teorias do *Big-Bang* e da evolução biológica.

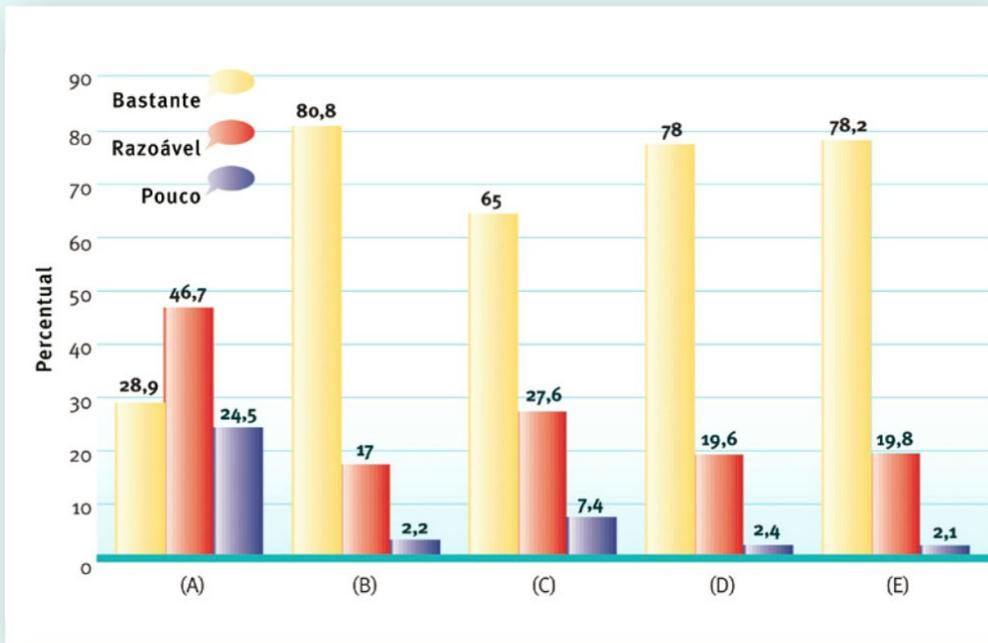


Figura 4. Grau de confiabilidade (em percentuais do total de entrevistados) dos estudantes nas informações oferecidas pela ciência para quatro temas: (A) ‘A teoria do Big-Bang representa um modelo de origem de todo o universo, a partir de uma explosão inicial que, estima-se, tenha ocorrido aproximadamente 15 bilhões de anos atrás’; (B) ‘Fumar cigarro causa câncer de pulmão’; (C) ‘A evolução biológica tem ocorrido sobre a Terra por muitos milhões de anos’; (D) ‘Os continentes não são fixos, mas se movem em relação uns aos outros devido à tectônica de placas’; (E) ‘Os gases clorofluorcarbonos (CFCs), principalmente dos sprays aerossóis, estão afetando seriamente a camada de ozônio atmosférica’

## Mais investimentos na educação

Embora os estudantes da UEL mostrem elevado grau de confiança nas respostas que a ciência fornece para os fenômenos físicos, químicos e biológicos, é importante destacar que somente 25% dos alunos do curso de ciências biológicas optaram, na pergunta inicial, pela afirmativa “aceito porque as provas da evolução biológica são claras e nem um pouco incertas”. Esse número caiu para cerca de 10% na química. Como era esperado, o maior grau de aceitação da evolução ocorreu no curso de ciências biológicas, tanto na primeira quanto na quarta séries. Isso deve estar associado às convicções pessoais dos que optaram por esse curso e ao fato de a concepção evolucionista ser trabalhada, ainda que de modo incipiente, já na primeira série.

O tempo de permanência na universidade parece não influenciar significativamente as convicções dos estudantes, embora os da quarta série, em todos os cursos, mostrem uma leve tendência a maior aceitação da evolução. Isso sugere que os estudantes brasileiros, de modo geral, recebem pouca informação a esse respeito tanto no ensino médio quanto no universitário. Outro aspecto que parece pesar é a falta de um debate mais profundo, durante a graduação, sobre o que é e como é construída uma teoria científica. Observamos que, mesmo entre alunos da quarta série de ciências biológicas, o termo ‘teoria’, quando aplicado à evolução, ainda é

visto por muitos como um conjunto de ideias apoiado em poucas provas (ou em nenhuma).

A rejeição da evolução biológica e de outros temas científicos diminui significativamente à medida que aumentam a escolaridade dos pais e a renda familiar. Também foi detectado que os estudantes que declararam ser ‘cristãos católicos romanos’ ou ‘outros’ são mais propensos a aceitar esses temas que os ‘cristãos não católicos romanos’. Isso era esperado, já que esse último grupo incluiu os alunos pertencentes a religiões evangélicas e protestantes, normalmente mais reticentes quanto à evolução. Além disso, a classificação ‘outros’ (no primeiro grupo) incluiu espíritas, budistas, ateus e agnósticos, em geral mais abertos ao tema.

A rejeição à evolução biológica, porém, foi registrada tanto entre alunos cristãos não católicos romanos quanto entre os cristãos católicos romanos e os de outras religiões. Isso indica que, independentemente do credo religioso, existem, na sociedade brasileira, grupos conservadores que não devem ser menosprezados, porque podem interferir no sistema público de ensino – como ocorreu no Rio de Janeiro, onde o governo estadual contratou professores de religião para as escolas públicas. Além disso, a constatação de que a maior escolaridade dos pais e a maior renda familiar podem ter uma relação com a maior aceitação de teorias científicas demonstra que deve haver maior investimento do governo na melhoria do nível socioeconômico e educacional do povo brasileiro. Caso contrário, outros casos de ingerência indevida no sistema brasileiro de ensino podem acontecer. ■

### Sugestões para leitura

- DAVIES, P. *O quinto milagre: em busca da origem da vida*. São Paulo, Editora Schwarcz, 2002.
- GIUMBELLI, E. & DE SÁ CARNEIRO, S. ‘Religião nas escolas públicas: questões nacionais e a situação no Rio de Janeiro’, in *Revista Contemporânea de Educação* (2), dezembro de 2006.
- MILLER, J. D.; SCOTT, E. C. & OKAMOTO, S. ‘Public acceptance of evolution’, in *Science*, v. 313, p. 765, 2006.
- MOORE, R. & MIKSCH, K. L. ‘Evolution, creationism and the courts: 20 questions’, in *The Science Education Review*, v. 2, p. 15:1, 2003.
- ZIMMER, C. *O livro de ouro da evolução*. Rio de Janeiro, Ediouro, 2003.

## “A genética é o meu *hobby*”

Aos 80 anos – dos quais quase 60 dedicados à genética –, o pesquisador gaúcho Francisco Mauro Salzano, nascido na pequena Cachoeira do Sul em 27 de julho de 1928, sequer cogita a ideia de parar de trabalhar. Sempre o primeiro a chegar no Departamento de Genética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre, às 8 da manhã já está em plena atividade. Algumas horas do dia gosta de passar no silêncio de seu gabinete, cuja porta prefere manter aberta.

O pai, médico e ex-secretário estadual de saúde do Rio Grande do Sul, queria que o filho seguisse sua carreira. Salzano até considerou a hipótese, mas acabou indo parar no curso de história natural da UFRGS. “Meu pai era um homem de mente aberta e permitiu que eu seguisse meu caminho”, conta Salzano. No segundo ano do bacharelado, admitindo sua deficiência em zoologia, resolveu montar um grupo de estudo com alguns colegas. Foi quando conheceu o geneticista Antônio Rodrigues Cordeiro, que montava um laboratório ao lado da sala onde o grupo estudava, e aceitou o convite para ajudá-lo nas pesquisas que desenvolvia com moscas-das-frutas, as drosófilas, consideradas ideais para experimentos genéticos devido, entre outras características, a ciclos reprodutivos rápidos. “Foi amor à primeira vista; daí em diante não deixei mais a genética”, lembra Salzano.

Formou-se em 1950 e nesse mesmo ano seguiu para São Paulo, onde deu continuidade à pesquisa com drosófilas ao lado de Crodowaldo Pavan e Theodosius Dobzhansky (1900-1975). Em 1955 obteve o título de doutor em genética pela Universidade de São Paulo e no ano seguinte foi para os Estados Unidos cursar seu pós-doutorado na Universidade de Michigan. Nessa ocasião conheceu o também geneticista Newton Freire-Maia (1918-2003), que viria a se tornar um de seus colegas mais respeitados e um de seus melhores amigos. Em Michigan decidiu trabalhar também com genética de populações. Veio daí a base para aquele que considera seu mais importante trabalho: a pesquisa genética com grupos indígenas, que se mantém em desenvolvimento até hoje.

De volta a Porto Alegre, continuou suas pesquisas, mas passou a dedicar parte do tempo à docência. Em 1973, entrou para o quadro da Academia Brasileira de

Ciências e, posteriormente, foi convidado a fazer parte, como membro-titular, das academias de Ciências da América Latina, a Chilena de Ciências, a de Ciências do Terceiro Mundo e a Nacional de Ciências dos Estados Unidos.

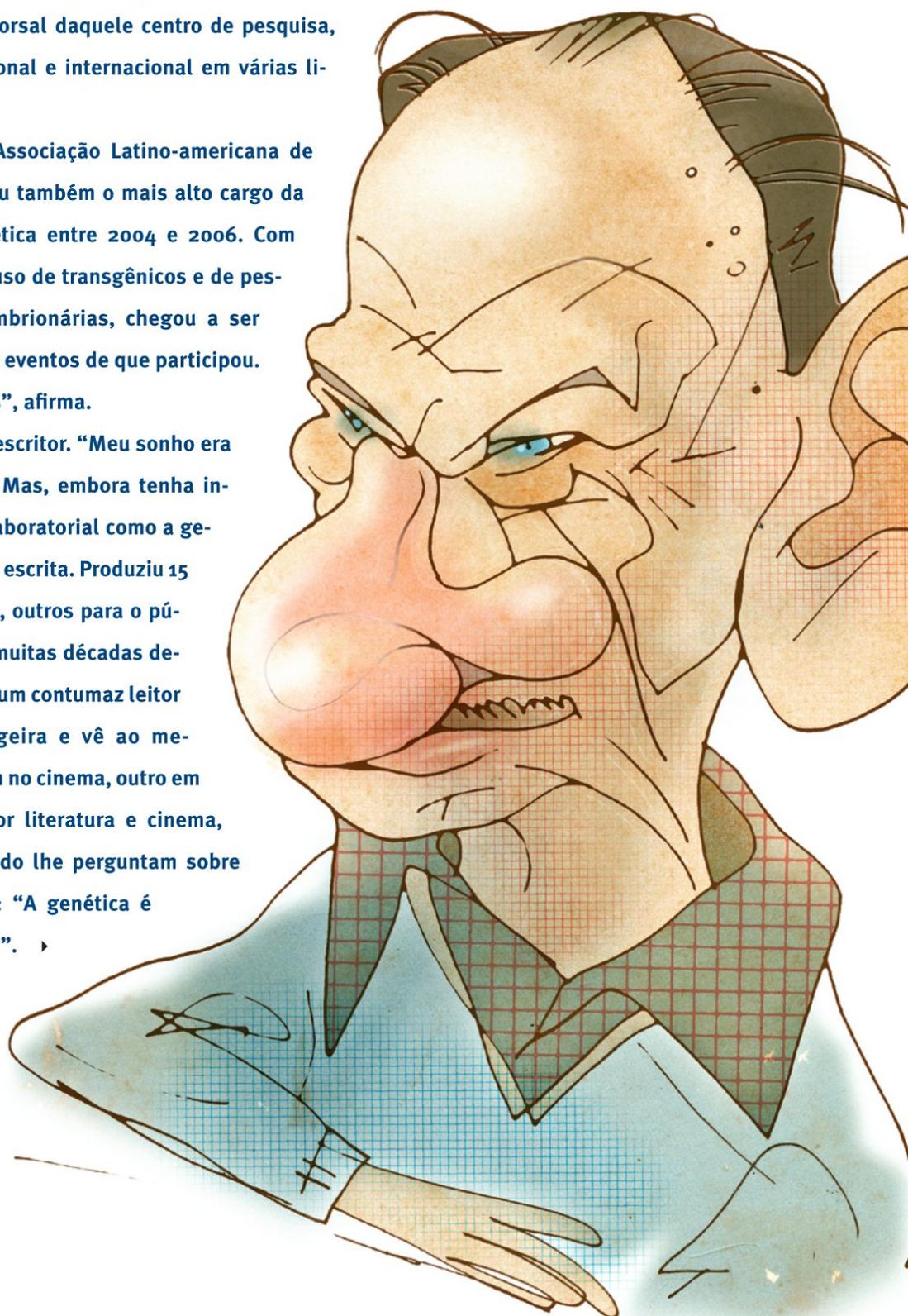
Em 1999, recebeu o título de cidadão honorário da prefeitura de Porto Alegre. Apaixonado pela cidade, jamais a deixou por um período muito longo. Viu colegas saírem do Departamento de Genética da UFRGS para trabalhar em outras universidades, mas resistiu aos convites para seguir o mesmo caminho.

Sua figura é hoje a espinha dorsal daquele centro de pesquisa, que se tornou referência nacional e internacional em várias linhas de estudo.

Presidente honorário da Associação Latino-americana de Antropologia Biológica, ocupou também o mais alto cargo da Sociedade Brasileira de Genética entre 2004 e 2006. Com posições enfáticas a favor do uso de transgênicos e de pesquisas com células-tronco embrionárias, chegou a ser vaiado em congressos e outros eventos de que participou. “Hoje procuro evitar confusões”, afirma.

Quando jovem, queria ser escritor. “Meu sonho era viver de literatura em Paris.” Mas, embora tenha incursionado por uma área tão laboratorial como a genética, não perdeu o gosto pela escrita. Produziu 15 livros, alguns para estudantes, outros para o público leigo. Paralelamente às muitas décadas dedicadas à genética, sempre foi um contumaz leitor de ficção nacional e estrangeira e vê ao menos dois filmes por semana; um no cinema, outro em casa. Apesar dessa paixão por literatura e cinema, não vacila ao responder quando lhe perguntam sobre seus passatempos prediletos: “A genética é que é o meu verdadeiro *hobby!*”. ▶

Entrevista concedida a  
**Maria Cátira Bortolini**  
(Departamento de Genética,  
Universidade Federal  
do Rio Grande do Sul)  
e **Célio Yano**  
(especial para *Ciência Hoje*/PR)



Francisco Salzano (primeiro à direita) durante piquenique na serra gaúcha com um grupo do Departamento de Genética da UFRGS, nos anos 50. Ao centro, o professor Antônio Rodrigues Cordeiro; a segunda mulher de lenço à direita é a esposa de Salzano, dona Thereza



*Como foi o início de sua carreira?*

Quando terminei o curso secundário, queria ser professor. Mas, por influência do meu pai, cheguei a pensar em ser médico. Naquela época, o exame vestibular era feito separadamente, por curso. Fiz provas nas faculdades de Medicina e de Filosofia e me candidatei também a uma vaga no curso de história natural – todos na UFRGS. Fui aprovado neste último e decidi segui-lo. Meu pai, que era um homem aberto, me deu apoio.

*O que o levou a se interessar por genética?*

Ao entrar na faculdade, em 1948, decidi que ia ser professor. Mas me sentia mais inclinado para a filosofia, para o cinema, para a literatura... Sonhava viver de literatura em Paris. Nada disso, no entanto, impediu que eu levasse adiante o curso de história natural. Naquela época fazíamos três anos de bacharelado e um ano, o último, de licenciatura. No segundo ano, concluí que não dava para levar o curso da forma como estava fazendo. Não tinha grande dificuldade, mas, por outro lado, estava aprendendo muito pouco. A zoologia era uma disciplina em que me sentia fraco, até porque o catedrático da época estava mais interessado na história e na genealogia dos humanos do que propriamente em zoologia. Com duas colegas, resolvi então formar um grupo de estudos. E começamos a nos reunir em uma sala ao lado do laboratório de genética que o professor Antônio Rodrigues Cordeiro estava montando. Ele era de Porto Alegre, mas havia acabado de retornar de São Paulo, onde fizera sua especialização. Seu trabalho envolvia pesquisas com drosófilas [gênero de moscas-das-frutas] em um contexto importante, com Crodowaldo Pavan

e Theodosius Dobzhansky, um russo naturalizado norte-americano que estava de passagem pelo Brasil, considerado um dos criadores da teoria sintética da evolução. Cordeiro quis saber o que fazíamos naquela sala ao lado de seu laboratório. “Estudamos zoologia”, respondi. “Que zoologia que nada!”, ele rebateu. “Vocês têm é que estudar genética!” E convidou a mim e a uma colega para começarmos a trabalhar com drosófilas. Daí em diante não larguei mais a genética.

*Foi paixão à primeira vista...*

Sem dúvida. Eu me formei em 1950 e, no segundo semestre do mesmo ano, comecei a estagiar no laboratório do Cordeiro; como colaborador voluntário, pois não tinha bolsa. Dávamos continuidade a um grande estudo sobre populações naturais de drosófilas dos trópicos, coordenado pelo Dobzhansky, da Universidade de Colúmbia, nos Estados Unidos. Para a segunda etapa do trabalho, um professor norte-americano viria a São Paulo e um colaborador do Cordeiro também deveria ir para lá. Já estava acertado que iria para São Paulo um colega meu, já formado e que trabalhava com Cordeiro havia dois anos. Mas, justamente naquele momento, esse colega desistiu. Cordeiro então me convidou para ir no lugar dele. Disse que pensaria no assunto. Na verdade, estava interessado em obter uma bolsa.

*Havia condições de o senhor ir sozinho para São Paulo?*

Na época ainda não existia o CNPq, fundado só em 1951. Então os recursos vinham da Universidade de São Paulo. Pavan, que era o responsável pelo trabalho lá, disse que eu poderia ir, mas que teria

de dividir o valor da bolsa com duas outras pessoas. Não lembro qual era a moeda da época, mas a quantia era repartida da seguinte forma: de cinco partes, eu e Isaías Raw, hoje presidente da Fundação Butantan [SP], ficávamos com duas partes cada um, e um chileno que trabalhava conosco ficava com uma só. Dava para viver com o que recebia. Morava em uma pensão familiar, onde dividia o quarto com outras quatro pessoas. O problema é que eu não trabalhava só nos dias de semana, mas aos sábados e domingos também. Na sexta-feira à noite, o pessoal jogava pôquer até tarde e não me deixava dormir. Depois me mudei para um quarto para duas pessoas. O problema agora era que, sempre que chovia em São Paulo, chovia também dentro do quarto. Era um drama. Mas, como disse, dava para viver bem. Até teatro e outras atividades culturais eu frequentava.

*Quando o senhor decidiu ingressar na docência?*

Fiquei um ano em São Paulo. Na verdade, fiz lá um curso de especialização. Em 1952 retornei para Porto Alegre. O CNPq já havia sido criado e começava a conceder bolsas de estudo. Cordeiro solicitou uma bolsa de aperfeiçoamento para mim e foi atendido. Voltei em fevereiro, mas o primeiro pagamento só viria em abril. A sorte é que o então diretor da Faculdade de Filosofia da UFRGS, Leonardo Geisel, irmão do Ernesto Geisel, que depois veio a ser presidente da República, era uma pessoa formidável e me ajudou bastante. Ele tirava dinheiro do próprio bolso para me pagar. Em junho daquele ano surgiu a oportunidade de ingressar na faculdade como instrutor de ensino, e decidi aproveitá-la. À época não havia tempo integral, e recebíamos um valor proporcional ao tempo de trabalho. Era um valor relativamente pequeno. A propósito, a UFRGS foi pioneira no Brasil ao criar um esquema de gratificação por tempo integral, algo que só seria implantado em nível federal em meados da década de 1950.

*Como era o estudo de genética à época, quando ainda não se conhecia a estrutura do DNA, só identificada em 1953?*

A genética brasileira contou, desde o início, com uma forte colaboração de grupos estrangeiros, o que explica por que sempre alcançou destaque internacional. No início dos anos 50, além de um grande núcleo de genética básica, de que faziam parte pesquisadores como André Dreyfus [1897-1952], Crodowaldo Pavan e Antônio Brito da Cunha, da Universidade de São Paulo, havia no país dois outros centros de pesquisa avançada em genética aplicada: o Instituto Agrônomo de Campinas [SP], coordenado por Carlos Arnaldo

Krug, e a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, em Piracicaba [SP], sob o comando de Friedrich Gustav Brieger [1900-1985]. A produção do país se manteve estável mesmo após o surgimento das técnicas moleculares. Tivemos de nos adaptar a essa nova fase, mas hoje fazemos trabalhos de ponta na área, inclusive na UFRGS.

*O senhor sempre voltou a Porto Alegre após concluir trabalhos em outros centros. O que o liga tanto a essa cidade?*

Nasci no interior gaúcho, mas passei toda a minha vida em Porto Alegre, mais especificamente em uma área bem reduzida, próxima ao Parque da Redenção. Cursei todo o primeiro grau em um instituto de educação ali perto e fiz o segundo grau em um colégio estadual onde hoje está a Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS. Já na universidade também me limitei a essa região da cidade. Em 1999 recebi, com muito prazer, o título de cidadão honorário de Porto Alegre. Gosto de Porto Alegre; não é um modelo de cidade, nem uma referência turística, mas é um bom lugar para se viver. Certa vez fui convidado a migrar para os Estados Unidos, mas, entre a vida lá e aqui, acho, definitivamente, que no Brasil é melhor. O ambiente de competição norte-americano não é nada agradável. As pessoas também não são tão simpáticas como os brasileiros. ▶



Salzano durante uma conferência proferida em Lisboa, Portugal, em 1961



Salzano em uma reunião na Organização Mundial de Saúde com o professor Ronald Singer, da Universidade de Chicago, Estados Unidos, em 1962

*O senhor chegou a receber convites para trabalhar em outras universidades brasileiras?*

Logo no início de minha carreira, houve uma espécie de convite, se é que posso chamar assim. O professor Lagden Cavalcanti, que era responsável pela genética na Faculdade Nacional de Filosofia, no Rio de Janeiro, procurava alguém para ficar no lugar do professor Oswaldo Frotta Pessoa, que estava indo para São Paulo. Cordeiro indicou-me para ocupar a vaga, mas Cavalcanti já tinha outro nome. Naquela época havia muito pouca mobilidade entre as universidades brasileiras. Os pesquisadores, em sua maioria, ficavam onde começaram.

*Que professores e cientistas mais exerceram influência em sua carreira?*

Muita gente contribuiu para o que sou hoje, mas gostaria de destacar cinco pessoas, que foram determinantes em minha vida acadêmica. Antônio Cordeiro, um dos responsáveis pela criação e consolidação do Departamento de Genética da UFRGS, foi quem me introduziu no estudo da genética. Com Crodowaldo Pavan, meu orientador no doutorado, aprendi muito. Antônio Brito da Cunha supervisionou a conclusão do meu trabalho sobre genética de drosófilas em São Paulo. A filosofia e o modo de pensar do Theodosius Dobzhansky, que coordenou os projetos de pesquisa em que me envolvi durante minha formação, muito me influenciaram. Por fim, cito James Neel, que conheci na Universidade de Michigan durante a realização de meu pós-doutorado. Ele me introduziu, como mentor, na genética humana. São professores que considero de fundamental importância em minha carreira.

*Como foi o período que o senhor passou nos Estados Unidos?*

Em 1955 defendi minha tese de doutorado; na banca estava o Dobzhansky. No final de 1956, decidi ir para os Estados Unidos e fiquei um ano na Universidade de Michigan. Minha passagem

pelos Estados Unidos foi muito facilitada pela presença de outros brasileiros que lá estavam. Um deles era Newton Freire-Maia, que também fez sua formação em São Paulo.

Posteriormente ele fundou um grupo de pesquisa em genética muito forte em Curitiba. Cheguei de trem a Michigan, partindo de Nova York. Newton foi me buscar na estação e já havia reservado para mim um apartamento abaixo do andar onde morava. A casa onde ficávamos tinha três andares e um quarto por piso. Cheguei e o local já estava mobiliado. Foi muito bom. Ele voltou para o Brasil um pouco antes de mim, mas ainda assim pudemos conviver durante um longo período por lá; partilhamos muitas conversas, experiências, tudo. Foi o início de uma grande amizade, que nos uniu por muito tempo.

*De seus trabalhos, qual o senhor considera o mais importante?*

Comecei trabalhando com drosófilas e prossegui com o assunto no doutorado. A partir daí, conversei com Cordeiro e achamos que seria importante eu me dedicar à genética humana, que começava a se desenvolver na época. Não era muito atraente e requeria empenho de pesquisa. Em 1956, quando ingressei no pós-doutorado, nos Estados Unidos, comecei a trabalhar na área. Quando já estava para retornar ao Brasil, o professor James Neel disse que o melhor que eu tinha a fazer era estudar populações ameríndias. “Ninguém melhor que os próprios brasileiros para estudar os brasileiros”, ele dizia. Com a colaboração de Neel, montei então no Brasil um programa de longa duração de estudo sobre aquelas populações. Ainda hoje trabalho nisso.

*A que resultados o senhor chegou com o programa?*

Um dos trabalhos mais importantes foi a conceituação de estrutura populacional dentro dos grupos indígenas. Ainda não estava bem claro de que modo essas entidades, em nível tribal, se diferenciavam das populações urbanas ou rurais. Elaboramos então os modelos de fissão e fusão. Devido a problemas políticos ou de relacionamento, muitas vezes um grupo se separa e funda outra tribo, o que chamamos de fissão. Mas esse processo ocorre dentro de, digamos,



Francisco Salzano (à direita) e Oswaldo Frota Pessoa, em 1974

linhas biológicas determinadas. Os grupos que se separavam eram de pessoas biologicamente relacionadas; não se tratava de uma separação por acaso. Posteriormente um grupo pode crescer e se unir a outro; temos então um caso de fusão. Há pouco tempo tivemos uma reunião com representantes xavantes e constatamos nova fissão de uma aldeia que estamos estudando há quatro décadas. Desenvolvemos o estudo a partir das matrizes específicas dos xavantes, mas isso se mostrou aplicável a qualquer estudo populacional. Depois esse modelo foi desenvolvido matematicamente por outra equipe e ficou como um legado importante para o estudo de grupos tribais. Ele demonstra a variabilidade que pode ocorrer, do ponto de vista genético, em cada uma das tribos. Como as populações ameríndias podem servir de parâmetro para se entender o que teria acontecido com a humanidade em muitos de seus momentos evolutivos, faz sentido imaginar como se deu a evolução humana em sociedades coletoras.

*Além desse, o senhor destacaria algum outro trabalho?*

Outro trabalho que considero importante é a descoberta de um tipo de hemoglobina [proteína, presente nas hemácias, responsável por transportar o oxigênio através da corrente sanguínea], que batizamos de hemoglobina Porto Alegre. É apenas mais uma entre centenas de outros tipos, mas essa tem duas características particulares. Uma é que ela não se manifesta *in vivo*. É uma mutação dita silenciosa, pois o indivíduo que sofre uma mutação para essa hemoglobina leva uma vida absolutamente normal. A outra particularidade é que, quando o sangue é retirado e colocado em tubo de ensaio, ela se polimeriza naturalmente, ou seja, forma

agregados. A hemoglobina é um tetrâmero, isto é, possui quatro moléculas: duas alfa e duas beta. A hemoglobina de indivíduos com essa variante, em vez de formar tetrâmeros, forma octâmeros. E há ainda os casos de diplodose, quando o composto agrega até 16 moléculas. É um caso bastante peculiar, que serviu de modelo para a investigação do processo de polimerização em si, independente da hemoglobina. E isso foi antes do surgimento de toda a tecnologia molecular. A experiência com relação à mutação foi feita a partir do produto do gene. E chegamos ao aminoácido específico. Naquela época era muito difícil fazer isso, pois não conhecíamos a sequência do DNA responsável pela produção da proteína alterada.

*Como o senhor avalia o avanço dos estudos em genética no Brasil?*

Não estamos em posição de ponta, mas acredito que o Brasil esteja, no momento, entre os 10 primeiros países em termos de produção de conhecimento na área de genética. A comunidade brasileira, como um todo, tem apresentado uma grande evolução em termos científicos quando comparada ao resto do mundo. Com certa dificuldade conseguimos nos adaptar à chamada revolução molecular e temos agora vários trabalhos considerados pioneiros. Um ponto importante para a evolução da genética foi a democratização do estudo do DNA. Antes da descoberta de enzimas que cortam o DNA e do desenvolvimento da PCR [técnica que permite amplificar os segmentos de DNA de interesse], a metodologia era muito complicada e, portanto, cara. Agora é possível até mandar sequenciar DNA na Coreia do Sul por um preço bastante baixo. Isso facilita muito a pesquisa. ▶



A vereadora Tereza Franco entrega a Salzano, em 1999, o título de cidadão honorário de Porto Alegre

*Recentemente o senhor ingressou na literatura de divulgação científica com o livro DNA – E eu com isso?...*

Não se trata exatamente de um começo, pois já trabalho com divulgação científica há bastante tempo. Sempre acreditei que é tarefa – e deve também ser um desejo – de todo cientista colocar seu conhecimento à disposição da comunidade em geral. Escrevi outros livros de divulgação científica antes desse.

*O que achou da experiência de escrever para jovens?*

A ideia foi de um colega meu, Simon Gonçalves da Silva. Ele me procurou para ajudar a montar uma série de livros de divulgação científica que estava preparando. A ideia era produzir textos agradáveis para o público jovem. Em *DNA – E eu com isso?*, tentei mostrar para as pessoas, em linguagem bem simples, o que é DNA e quais as implicações da genética para o organismo humano. Não foi difícil escrever. Após um histórico de conferências e apresentação de trabalhos, além da experiência adquirida no ensino de graduação, a gente acaba encontrando meios de explicar coisas complexas de modo simples.

*O senhor poderia falar sobre outros livros de sua autoria?*

De divulgação científica, destaco *Populações brasileiras – aspectos demográficos, genéticos e antropológicos*, escrito juntamente com Newton Freire-Maia, publicado em 1967, e *Pindorama, a inocência perdida*, de 1975. Publiquei também *Biologia, cultura e evolução*, em 1993, e *Evolução do mundo e do homem: liberdade ou organização?*, em 1995. Nesses livros, há sempre um contexto de interesse que tento colocar de forma mais geral, para um público leigo. Entre as obras didáticas, cito *Genética odontológica*, de 1982, *Genética e a lei*, de 1983, e *Genética e farmácia*, de 1990, destinadas a estudantes de cursos superiores das três áreas indicadas nos títulos.

*No livro DNA – E eu com isso?, o senhor defende o uso de transgênicos. Como o senhor vê essa questão?*

A transgenia é apenas uma técnica, que se presta a uma série interminável de objetivos. O problema é que, como foi desenvolvida nos Estados Unidos, os grupos antiamericanos a consideram uma técnica capitalista. O que é ridículo, porque uma técnica de estudo não tem ideologia política. Ela existe e pronto. Para mim, o ataque aos transgênicos é incompreensível. Mostra apenas até que ponto a ideologia pode se sobrepor a qualquer discurso racional. Há algum tempo foi modificada, nos Estados Unidos, uma galinha, com a introdução de dois genes: um anticancerígeno e outro que dirige a ação desse gene para a clara do ovo. Foi possível montar um sistema dotado de um anticorpo antitumoral no ovo. É possível, assim, tentar controlar um tipo de câncer por meio do consumo desse alimento, dispensando-se o uso de quimioterapia, radiação e outras terapias que agridem o organismo. Esse é apenas um exemplo do poder dessa técnica. Grande parte dos medicamentos hoje utilizados tem sua origem em material transgênico.

*O que o senhor pensa sobre pesquisas com células-tronco embrionárias?*

Este é o outro tópico polêmico que envolve a genética. A questão é: quando é que se considera que um ser vivo adquire a condição de pessoa? Porque o ponto-chave de resistência às pesquisas com células-tronco embrionárias é o discurso de que o embrião, enquanto ser vivo em potencial, não pode ser eliminado. Em alguns estudos com fins terapêuticos, é necessário que o núcleo dessas células seja retirado, o que acaba com a possibilidade de um embrião sobreviver e evoluir. Mas quando é que podemos dizer que de fato se eliminou uma pessoa? A própria Igreja católica, em outros tempos, caracterizava o direito à vida a partir do nascimento. A posição atual, de que o direito da pessoa começa na fertilização, pelo fato de haver um ser vivo em potencial, é relativamente recente. E é sujeita a crítica, uma vez que potencialidade é uma coisa; realização é outra. Um óvulo e um espermatozóide também têm a potencialidade de um novo ser e são eliminados aos milhões por aí. São seres vivos em potencial que se vão.

*Em que fase o embrião pode ser considerado um ser humano?*

O embrião, na fase inicial, é controlado por material que vem da mãe, por meio de sinais químicos que fazem com que as células se

comportem de determinada maneira em diferentes condições. Só muito posteriormente é que surge a notocorda, uma estrutura rudimentar que dará origem à coluna vertebral. É ela que vai dar aparência humana ao embrião ou, no caso, ao feto. Essa é, aliás, a posição da Organização Mundial da Saúde. A OMS considera que, enquanto o embrião não é capaz de sobreviver independente – o que só acontece no sexto mês de gestação –, ele faz parte do material materno. Sob essa justificativa, a mulher, evidentemente em acordo com o companheiro, tem o direito de fazer o abortamento. Mas é preciso esclarecer as pessoas que também é possível obter células-tronco de fontes não-embriônicas. Nesse tipo de terapia, que tem revolucionado a medicina regenerativa, as discussões éticas não devem ser tão restritivas. Infelizmente a posição da Igreja católica sempre foi contrária ao desenvolvimento científico. Felizmente, há pouco tempo o Supremo Tribunal Federal teve uma posição esclarecida sobre a questão e autorizou a realização de pesquisas com células-tronco embrionárias no Brasil.

*Qual é, em sua opinião, o futuro da genética?*

Grandioso, sem dúvida. Mas isso porque, hoje, a genética não é apenas uma área específica da ciência. Ela está por toda parte.

Mesmo no campo da ciência, envolve várias áreas, como a embriologia, a citologia, a histologia, a bioquímica, a biofísica, a farmacologia, a ecologia, a biologia populacional... Quem trabalha nessas áreas e não se interessa por genética não tem como se dar bem no futuro. Na realização das técnicas de manejo ou na conservação de material silvestre, por exemplo, o conhecimento genético é indispensável. A genética veio para ficar e deverá permanecer como um campo de investigação enquanto o homem existir.

*O senhor se casou, teve filhos?*

Casei-me jovem e até hoje estou com a mesma mulher, a Thereza. A variável que nos uniu não foi de ordem acadêmica, mas geográfica: ela era minha vizinha. Minha mulher concluiu o curso secundário, mas não continuou a estudar. Trabalhou como professora primária. Tivemos dois filhos, ambos médicos. O mais velho, Felipe, tem 55 anos, e o mais novo, Renato, 50. Temos quatro netos biológicos e cinco não-biológicos.

*Seus filhos não pensaram em seguir sua carreira?*

O mais velho, durante a graduação em medicina, aqui mesmo em Porto Alegre, chegou a publicar resultados de uma pesquisa. Mas, depois de se formar, resolveu entrar para a ortopedia e seguir



carreira profissional. Foi para São Paulo, onde mora até hoje, e faz cirurgia ortopédica. O outro também fez medicina, mas nunca se interessou por produção acadêmica. Ele trabalha no interior do Rio Grande do Sul como clínico geral e atua como médico na Brigada Militar, da polícia do estado. Há alguns anos foi convidado para dar aulas de genética na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, na cidade de Santo Ângelo. E aceitou.

Salzano recebe o prêmio Scopus, em 2006, “por sua destacada produção científica no conteúdo da base de dados Scopus”

*O senhor sempre foi um homem muito ocupado. Qual sua rotina diária?*

Levanto todos os dias às 5h15 e logo faço atividades físicas e minha higiene pessoal. Tomo um café da manhã reforçado, com cereais e frutas. Minha rotina é bem estabelecida, mas tranquila. Chego à universidade às 8h, ali almoço e permaneço até 18h30, de segunda a sexta-feira. Aos sábados é mais *light*. Vou para a universidade no mesmo horário, também almoço, mas volto mais cedo para casa. Aos domingos trabalho apenas no período da manhã. Uma vez por semana vejo um filme no cinema e outro em DVD, em casa – isso é sagrado. Vejo quase tudo, mas não gosto de cinema norte-americano. Também leio bastante, tanto autores nacionais quanto estrangeiros. É um bom passatempo, uma vez que evito ver televisão. Na minha opinião, existe pouca coisa de qualidade na tevê.

*Que outros hobbies o senhor tem?*

*Hobby?* Bom, *hobby* mesmo é a genética. Não é uma atividade fácil, mas o pesquisador interessado na área consegue encontrar satisfação no estudo, em todas as etapas, desde a elaboração das ideias até as descobertas. É claro que isso depende de cada um. Existem grandes cientistas que buscam em outra atividade o prazer. No meu caso, a própria genética me satisfaz. ■



**HISTÓRIA DA CIÊNCIA** Expedição que contou com o tataraneto do naturalista refaz caminho percorrido em 1832

## Nos passos de Darwin

“**N**unca experimentei tão intenso deleite.” A frase está registrada no diário do naturalista inglês Charles Darwin e mostra a emoção que ele sentiu ao ter contato com a floresta tropical pela primeira vez. O local que o inspirou: o norte fluminense. Os passos dados pelo naturalista em 1832 em direção às matas do interior do estado do Rio de Janeiro foram refeitos pelo projeto Caminhos de Darwin. A iniciativa é parte das comemorações dos 150 anos de lançamento do livro *A origem das espécies* e busca evidenciar a influência que a passagem pelo Brasil teve sobre o autor. Os 12 municípios que integram o caminho ganharam placas que falam sobre a evolução e trazem

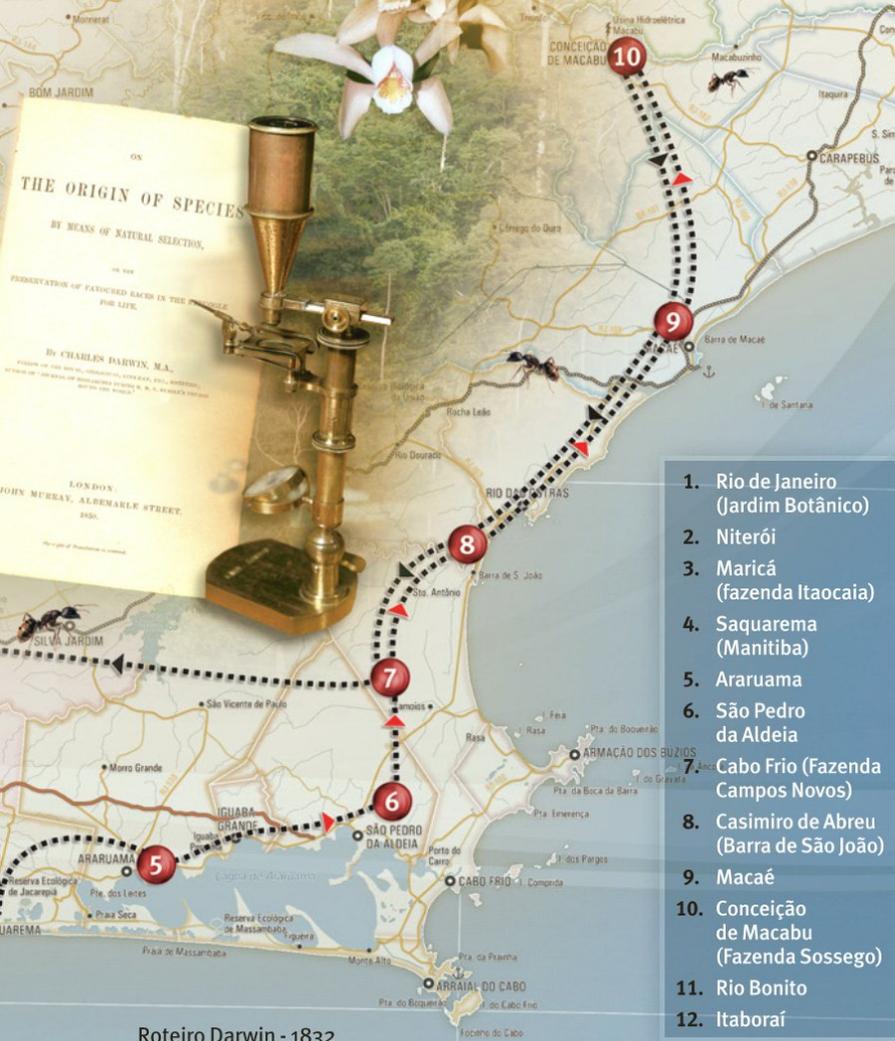
trechos escritos pelo naturalista que ilustram suas impressões sobre cada região.

A primeira excursão por esse novo roteiro de turismo científico foi acompanhada de perto por um convidado ilustre: Randal Keynes, conservacionista, escritor e tataraneto de Darwin. Keynes viajou com a caravana de pesquisadores, professores, estudantes, jornalistas e divulgadores de ciência, que deixou o Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ) no dia 26 de novembro de 2008 e, durante quatro dias, visitou os locais por onde Darwin passou. A expedição foi organizada pelo Departamento de Popularização e Difusão da Ciência do Ministério da Ciência e Tecnologia,

em parceria com a Casa da Ciência da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e com o Departamento de Recursos Minerais (DRM) do Estado do Rio de Janeiro. Além de verem de perto a natureza que inspirou Darwin, seus integrantes também assistiram a esquetes teatrais e à apresentação de trabalhos feitos por estudantes das escolas dos municípios para comemorar a ocasião.

### Passatempo

Keynes começou a investigar a vida de seu tataravô quando foi convidado pelo governo britânico a colaborar na transformação em museu da casa onde viveu Darwin. “Sempre tive interesse pela vida de meu ta-



Roteiro Darwin - 1832

1. Rio de Janeiro (Jardim Botânico)
2. Niterói
3. Maricá (fazenda Itaocaia)
4. Saquarema (Manitiba)
5. Araruama
6. São Pedro da Aldeia
7. Cabo Frio (Fazenda Campos Novos)
8. Casimiro de Abreu (Barra de São João)
9. Macaé
10. Conceição de Macabu (Fazenda Sossego)
11. Rio Bonito
12. Itaboraí

taravô, mas pesquisava como um passatempo. A única diferença é que o meu passatempo interessa a muitas pessoas”, diverte-se.

De lá para cá, foram muitas palestras sobre o naturalista e um livro sobre o impacto que a morte da filha mais nova, Annie, teve no pensamento de Darwin. “Tínhamos um armário que fora de Darwin e eu tinha uma vaga ideia de que ali devia haver fotografias, cartas importantes”, diz Keynes. O conservacionista provou estar certo, já que encontrou, no fundo de uma gaveta, o que chamou de ‘a caixa de Annie’: uma pequena caixa contendo, entre outras coisas, os registros de Darwin sobre a doença e o tratamento da filha, morta aos 10 anos de idade, vítima da tuberculose. “Percebe-se que ele fez de tudo para salvar Annie. E, como não conseguia, foi abandonando suas últimas crenças a respeito de Deus. Quando Annie morreu, Darwin dei-

xou definitivamente de acreditar em qualquer coisa relacionada à religião.” Criado em uma família religiosa, Darwin chegou a frequentar um curso de formação de clérigo. “Quando embarcou a bordo do *Beagle*, ele era o principal defensor das ideias religiosas, tanto que outros tripulantes até zombavam dele”, conta Keynes. “Ele estava disposto a acreditar em Deus se encontrasse evidências de sua existência. Mas quanto mais pesquisava, mais via que aquelas ideias eram insustentáveis.”

Anos após a viagem, a mulher de Darwin, Emma, escreveria aos filhos atestando a mudança progressiva de pensamento do marido. “Há cartas nas quais ela conta como a casa toda ia, aos poucos, se transformando em um laboratório. Darwin criava pombos no jardim, fazia experimentos na cozinha. Ele foi se tornando obcecado com as descobertas que fez e não

devia ser fácil conviver com ele”, diz Keynes. Segundo o conservacionista, o espírito investigativo de Darwin transcendeu a esfera da pesquisa e tomou conta de toda a sua vida. “Antes de casar, por exemplo, ele elaborou uma lista na qual incluía os aspectos bons e ruins do casamento. Quando Annie adoeceu, ele próprio administrou os remédios, mantendo um registro preciso de dosagens, horários e eventuais melhoras”, conta.

### Influência brasileira

Quando chegou ao Rio de Janeiro, porém, Darwin estava longe de ser o cientista que elaborou a teoria da evolução. O que lhe entusiasmava na época era a possibilidade de ver de perto a floresta tropical que tanto admirara em quadros do pintor alemão Johann Moritz Rugendas (1802-1858) e nas descrições do naturalista Alexander von Humboldt (1769-1859). ‘O que se pode imaginar de mais delicioso do que observar a natureza em sua forma mais grandiosa nas regiões dos trópicos?’, escreveu em seu diário.

A passagem por locais como Macaé e Cabo Frio mostrou a Darwin a natureza com que tanto sonhara. Há registros de seu encantamento com a quantidade de cipós e outras plantas epífitas (que vivem sobre as árvores) e sobre a quantidade de caça disponível. “Na mata atlântica está a semente do que Darwin percebeu como a energia criativa da natureza, sua capacidade de produzir uma enorme quantidade de formas”, diz o tataraneto do naturalista, contente com o fato de o caminho que encantou Darwin estar agora aberto a todos. “Gostaria que outras pessoas tivessem a oportunidade de conhecer o trabalho de Darwin, vivendo o que ele viveu”, conclui.

**Mariana Ferraz**  
Ciência Hoje/RJ

# Protetores ou daninhos?

**M**ais uma temporada de luta contra a dengue se aproxima e as pessoas devem ficar atentas. É necessário redobrar a atenção quanto às regras de combate ao mosquito, mas há também outro perigo no ar: o uso abusivo de inseticidas domésticos. Alardeados nos meios de comunicação como uma eficiente forma de eliminar os insetos, inclusive contra o *Aedes aegypti*, causador da dengue, esses produtos oferecem riscos à saúde humana.

Sob a forma de aerossóis, pastilhas e soluções para aparelhos elétricos, iscas, espirais e repelentes para a pele, os inseticidas domésticos contêm, em geral, piretroides, compostos orgânicos sintéticos com ação menos tóxica que outros 'parentes químicos', como os organoclorados, organofosforados e carbamatos utilizados amplamente na agricultura, mas não totalmente inofensivos aos humanos.

“Uma intoxicação por piretroides pode ocasionar problemas respiratórios, como ataques de asma e chiado persistente, dor de cabeça, imunossupressão, formigamento, irritações da pele, excitação do sistema nervoso, convulsões e até a morte, dependendo da intensidade da exposição”, alerta a médica epidemiologista Marinel Mór Dall’Agnol, do Departamento de Saúde da Comunidade, da Universidade Federal de Santa Maria (RS). Segundo ela, o consumidor é atraído pelas propagandas veiculadas pela mídia, que apresentam os inseticidas domésticos como inócuos, e acaba se expondo a esses produtos de forma mais frequente. Agrava ainda mais a situação o fato de esses produtos serem comercializados sem cheiro ou com odores agradáveis, como essências de limão ou de eucalipto, o que fortalece, entre os consumidores, a falsa ideia de que os inseticidas domésticos não causam prejuízos à saúde humana.

## Consumo irresponsável

Marinel Dall’Agnol orientou a dissertação de mestrado da pesquisadora Cristiane Diel, defendida no Programa de Pós-graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas (UFP/RS). Na pesquisa, uma das poucas já realizadas no país para verificar a amplitude e caracterizar o uso de inseticidas pela população, foram analisados os resultados

de visitas e de inquéritos feitos em uma amostra representativa de domicílios em área urbana da cidade de Pelotas. Pôde-se comprovar, assim, não apenas que os inseticidas domésticos são amplamente utilizados pela população, mas, também, que a escolha do tipo de inseticida está diretamente relacionada à renda *per capita* da família.

Em 89% dos 2.039 domicílios visitados pelos pesquisadores, os inseticidas domésticos haviam sido empregados pelo menos uma vez nos 12 meses que antecederam a visita dos entrevistadores. Além disso, em 79% dos lares visitados havia um ou mais inseticidas disponíveis no momento da entrevista, o que permitiu aos pesquisadores comprovar quais os tipos de produtos e a composição dos inseticidas mais usados por aquela população. Foram eles os aerossóis, as pastilhas para aparelhos elétricos e as soluções pulverizadoras. Os grupos químicos mais presentes nas moradias foram os piretroides (82,8%) e os organofosforados (20,0%). Em 111 domicílios (7%) não foi possível identificar o grupo químico do inseticida utilizado, pois essa informação, fundamental, nem ao menos constava do rótulo do produto em uso.

Segundo Diel, a análise dos dados coletados em Pelotas permitiu, ainda, verificar que, quanto menor a renda *per capita* na família, maior é a utilização de soluções pulverizadoras e espirais que contêm organofosforados ou que não apresentam em seus rótulos informações que permitam identificar o componente químico presente no produto. “Isso

© BENELUX ZEFU/CORBIS/LAINSTOCK



revela que a população de baixa renda está exposta a um risco ainda maior, pois os organofosforados comprovadamente são mais nocivos que os piretroides. Organofosforados interferem no sistema de transmissão neural e, dependendo do grau de intoxicação, provocam o aumento da secreção brônquica, vômitos, dificuldades de acomodação visual, cefaléia, tonturas, depressão e ansiedade e a morte, em casos graves.” Além disso, das 26 marcas comerciais que contêm compostos por organofosforados, encontrados na forma de aerossol ou solução pulverizadora nos domicílios pesquisados, 13 apresentavam diclorvos em sua composição – princípio ativo que, embora permitido pela legislação, é considerado um possível cancerígeno humano.

### Alternativas desprezadas

Quando aplicados na forma de aerossóis ou soluções pulverizadoras, os inseticidas podem ser aspirados ou absorvidos pela pele, quando em contato com ela. Mas a população deve estar atenta também à aplicação de inseticidas na forma líquida, em soluções pulverizadoras, por exemplo. Além da possibilidade de serem absorvidos pela pele, eles também podem ser inalados, pois se trata, em sua maioria, de substâncias voláteis. Além disso, aplicados na casa, os resíduos desses agrotóxicos de uso doméstico permanecem no ambiente por tempo mais longo, contaminando paredes, chão, teto, carpetes, utensílios e brinquedos. Não é à toa que as principais vítimas de intoxicações por inseticidas domésticos são crianças. “Ao engatinharem e levarem a mão ou objetos à boca, crianças pequenas expõem-se com frequência aos resíduos de agrotóxicos e se tornam suas maiores vítimas”, alerta Diel.

Os dados do Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas,

da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), disponíveis na internet ([http://www.fiocruz.br/sinitox/agrotoxicos/tabelas\\_casos/distribuicao.htm](http://www.fiocruz.br/sinitox/agrotoxicos/tabelas_casos/distribuicao.htm)), confirmam os dados da pesquisadora: somente em 2003, foram registrados 942 casos de intoxicação por agrotóxicos de uso doméstico no Brasil, na faixa etária compreendida entre 0 e 9 anos. A maioria (724 casos) aconteceu na idade em que as crianças aprendem a andar e começam a explorar o ambiente doméstico (entre 1 e 4 anos).

“O uso de substâncias tóxicas para o controle dos insetos, por sua periculosidade, deveria ser de responsabilidade apenas do poder público. A população, por sua vez, deveria ser orientada a evitar, ao máximo, o contato com essas substâncias e ser estimulada à prática das demais ações de prevenção, que não envolvam risco direto à saúde”, defendem Diel e Dall’Agnol.

Entre as ações de responsabilidade da população apresentadas nas campanhas de combate à dengue veiculadas pela mídia, deveria ser mais enfatizada, por exemplo, a necessidade do uso de proteção mecânica contra os insetos. Na forma de telas em janelas e portas e mosquiteiros, esse tipo de proteção é eficiente, não oferece risco à população e também poderia contribuir para a diminuição da incidência da dengue, se usada em paralelo às ações que visam impedir a proliferação dos mosquitos. No entanto, como também comprovou a pesquisa realizada em Pelotas, esse tipo de proteção é muito pouco empregado pela população, e perde, em muito, para o uso de inseticidas.

**Vera Rita da Costa**  
*Ciência Hoje/SP*

### DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

## ‘CIÊNCIA ÀS SEIS E MEIA’ NA REDE

A partir de março de 2009, o ‘Ciência às seis e meia’, projeto que oferece palestras de divulgação científica ao público leigo, terá uma grande novidade: será exibido *on-line* e em tempo real no sítio da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência do Rio de Janeiro ([www.sbpcrj.org.br](http://www.sbpcrj.org.br)). Parceria entre o SBPC-RJ e o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), as palestras de 2009 acontecerão nas primeiras quartas-feiras do mês, a partir de março, no auditório do CBPF Ministro João Alberto Lins de Barros.

Segundo Marcio Antonio Maia, pesquisador do Observatório Nacional e organizador do projeto, foi a parceria com o CBPF e o fato de este contar com infraestrutura para transmissão de eventos pela internet que levou à ideia de exibição em tempo real das palestras de 2009. “Com isso, virtualmente passamos a levar este ciclo para qualquer lugar do mundo com acesso à internet”, lembra Maia. “A ideia é ampliar a audiência, e por isso também entraremos em contato com museus e planetários para estimular a transmissão do evento em suas salas, e assim atingir um público ainda maior.”

Como em 2009 se comemora o Ano Internacional da Astronomia e o Ano Internacional do Planeta Terra, haverá quatro palestras dedicadas a esses temas: ‘Uma breve história do universo’, sobre o *Big-Bang*; ‘A descoberta da nascente do rio Amazonas’; ‘Clima espacial – O que temos a ver com isto?’; e ‘Buracos Negros: rompendo os limites da ficção’. Também estão programadas palestras sobre os costumes e a arte dos egípcios antigos, sobre a bioarqueologia, sobre a crise econômica e sobre experimentos modernos que buscam entender a natureza da matéria, como os do colisor de hádrons.

Para o astrônomo, o ‘Ciência às seis e meia’ teve um resultado positivo nos anos anteriores. “Existe uma clientela ávida por saber das novidades da ciência. Contamos com uma parcela de ‘sócios de carteirinha’ que são assíduos frequentadores das palestras desde 2005, quando o projeto começou”, afirma ele. “Alguns dos temas das palestras de 2009, inclusive, foram propostos por esse público cativo.” Maia ainda lembra que, para assistir às palestras em tempo real no sítio da SBPC-RJ, não é necessário nenhum programa específico além do navegador de internet, e que as palestras continuarão a ser gravadas e disponibilizadas em rede.

# Israel em debate

**D**iz um ditado popular judaico que, onde há dois judeus, há pelo menos três opiniões. A diversidade de ideias e o debate foram a tônica do 5º Encontro Brasileiro de Estudos Judaicos, realizado em dezembro passado na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). O tema geral do encontro, promovido pelo Programa de Estudos Judaicos dessa universidade, coordenado pela socióloga Helena Lewin, foi “Judaísmo e globalização – os 60 anos de Israel e Oriente Médio”. Para discutir essa questão, na abertura do evento, estiveram presentes o so-

ciólogo Joseph Hodara, da Universidade Bar-Ilan, de Israel, e o médico e escritor argentino Marcos Aguinis, que apresentaram pontos de vista distintos, no que Lewin chamou de “uma bela disputa acadêmica”.

Em sua apresentação, intitulada ‘Israel entre a globalização e o fundamentalismo’, Hodara observou que o fenômeno da globalização é mais antigo do que se pensa. “A trajetória dos judeus mostra isso. Há séculos que a comunicação econômica e cultural entre judeus ultrapassa os Estados. O banco, por exemplo, é uma inven-

ção judaica. Na época medieval, ao atravessarem as cidades, para não serem assaltados, eles levavam um papelzinho, representando a moeda (o que daria origem aos cheques) e, lá chegando, marcavam seus encontros em bancos, e isso acabou gerando o sistema bancário. Também a Igreja católica tinha o universalismo como projeto de mundo. Sem falar na diáspora de chineses, coreanos, muçulmanos e tantos outros povos.” Ele observa, porém, que a globalização contemporânea tem características singulares e únicas. “O mundo é hoje interdepen-

## GUERRA DE GAZA

Sobre o atual conflito no Oriente Médio, a *Ciência Hoje* entrevistou Peter Demant, do Departamento de História e do Instituto de Relações Internacionais da Universidade de São Paulo, e autor de *O mundo muçulmano* (editora Contexto, 2008).

### Como o senhor avalia a atual estratégia de destruição do Hamas adotada por Israel?

A atual guerra é consequência da não-prorrogação pelo Hamas do cessar-fogo de julho de 2008 entre Israel e este último. Em princípio, não há para Israel nenhuma possibilidade de coexistência com esse movimento islamista fundamentalista muçulmano extremista e antissemita, que busca formalmente a destruição do Estado judeu e o estabelecimento de um Estado islâmico em toda a Palestina histórica, usando meios terroristas e rejeitando negociações de paz. A chegada ao poder em 2006, pelas urnas, deste partido fundamentalista, abriu o dilema de como lidar com um governo que é, ao mesmo tempo, terrorista e democraticamente legítimo: isolar e boicotar ou aceitar, pelo menos pragmática e temporariamente, e negociar? À primeira vista,

esse dilema não se colocou para Israel, pois a atitude do próprio Hamas parecia excluir a segunda alternativa. No Oriente Médio, contudo, as realidades são sempre mais complexas do que as aparências. A popularidade inicial do Hamas tinha mais a ver com sua eficaz rede de assistência social e com a indignação popular frente à corrupção da Autoridade Nacional Palestina (ANP), dominada pelo Fatah nacionalista de Arafat e de seu sucessor Mahmoud Abbas (Abu Mazen), do que com algum extremismo anti-israelense. De fato, uma maioria do povo palestino aceitaria a solução dos dois Estados, levando a um Estado palestino convivendo ao lado de Israel. O próprio Hamas é muito além de uma guerrilha antissionista, e contém em seu bojo tendências significativas que – não obstante as complicações teológicas – contemplariam alguma coexistência com Israel. O

problema é a timidez desses islamistas moderados: se explicitassem sua posição, se tornariam vulneráveis à intimidação e às acusações de traição por seus correligionários; sem ousar elevar sua voz, por outro lado, eles nunca convencerão os israelenses de que existe um parceiro em potencial atrás do imaginário (e a realidade!) dos homens-bomba. O fracasso do processo de paz em 2000 e a subsequente onda de violência palestina anti-israelense destruíram a crença dos israelenses em uma paz possível. Com isso, minam a



dente em termos econômicos e financeiros”, resume.

Com a globalização atual, segundo ele, a noção de Estados nacionais está por desaparecer, o que não poderia deixar de afetar o Estado judeu: “Israel é um Estado moderno, mas não é um Estado ocidental. Eu diria que é uma teodemocracia”, afirmou, provocando polêmica. Hodara referia-se à divisão entre setores

ortodoxos e extratos não religiosos da sociedade. “Uma vez por semana, às sextas-feiras [no Shabat], ocorre uma separação essencial, não circunstancial”, acredita. “Enquanto alguns vão à praia ou ao cinema, outros não dirigem, nem acendem a luz.” O pesquisador destacou três fatores internos que tornam bastante complexa a sociedade israelense: uma corrente de direita nacionalista laica secular (que seria representada pelo político Benjamin Netanyahu); uma população israeli-árabe muito importante (cerca de 20% da população total – na Galileia, por exemplo, 65% dos habitantes são árabes); e a população religiosa, que compreende cerca de 400 mil pessoas. Além disso, ele divisa ▶

compaixão pelos seres humanos do outro lado da colina; o que diminui em Israel os receios ao uso de violência antipalestina.

A conjuntura atual decorre de dois fatores: a divisão intrapalestina entre moderados (englobando tanto nacionalistas quanto islamistas) e extremistas e a situação de miséria e falta de perspectivas em uma Faixa de Gaza desocupada, mas mantida em um isolamento e penúria quase absolutos pelo Estado de Israel preocupado com sua segurança – mesmo ao preço da frustração palestina que se expressa em ataques pouco letais mas incessantes contra cidadãos israelenses. De fato, o número reduzido de baixas israelenses não é fruto de nenhuma reticência ou misericórdia palestina, mas apenas da sua impotência. O quadro desses dois fatores tem incentivado os extremistas dentro do Hamas, que alvejaram os israelenses com foguetes (ainda primitivos, mas em fase de melhora, graças às armas contrabandeadas através de túneis com o Egito). Os radicais calcularam, corretamente, que provocações suficientes acabariam atraindo represálias israelenses maciças e desproporcionais: estas inevitavelmente produziriam vítimas inocentes entre uma população palestina que não pode fugir para nenhum canto: receita ideal para obter simpatia árabe e internacional, e para manter a própria legitimidade do Hamas como bandeira de uma resistência imprescindível.

A guerra tem sua própria lógica: Israel a desencadeou para silenciar os foguetes: mas, para alcançar esta meta limitada, está sendo gradativamente levado a uma invasão total, que pode não cessar antes da destruição física do aparelho militar do Hamas. E então? Nem o Egito nem a ANP se entusiasmarão em

herdar um campo de ruínas em plena crise humanitária. Uma nova ocupação israelense é politicamente impossível e indesejável. Deixar Gaza a seus próprios recursos pode levar a uma nova extremização. Entregá-la à comunidade internacional enfraquecerá Israel. Ou seja, a guerra pode representar para Israel um alívio temporário; em nenhuma hipótese, resolverá o problema fundamental.

### Há alguma possibilidade de paz no horizonte?

O conflito israelense-palestino pode ser resolvido, de forma consensual e pacífica, por apenas uma de três maneiras: pela integração das duas nações em um Estado binacional; pela coexistência de dois Estados independentes, um judeu-israelense e o outro árabe-palestino; ou por alguma fórmula combinando elementos dessas duas fórmulas, como, por exemplo, uma federação de Israel, Palestina e Jordânia. A primeira solução é inviável para duas populações que se odeiam tão profundamente; quanto à terceira solução, ela é utópica na realidade geopolítica de hoje. Sobre a solução de dois Estados, abraçada por majorias de ambas as populações, elaborada e quase assinada durante as negociações de paz nos anos 90, embora mais complicada a cada novo ano, devido à proliferação de assentamentos israelenses em território palestino. Os contornos para uma tal paz são, portanto, conhecidos. O que falta é a coincidência em ambas as nações de governos com vontade e capacidade políticas para implementá-los.

**Mariana Ferraz**  
Ciência Hoje/RJ

A população religiosa de Israel compreende cerca de 400 mil pessoas



AMIR COHEN/REUTERS

duas correntes antagônicas – os neossionistas, que entendem que Israel é um país como qualquer outro, sem uma singularidade étnica substancial, e que deve ser laico (para esse grupo, o retorno às fronteiras bíblicas é um anacronismo), e os que creem em uma vinculação do país com os desígnios divinos, querem recuperar o passado bíblico e resistem à modernização do país. “Os judeus que se encontram na diáspora são um grupo de pressão importante, que deve influir nesses dilemas dramáticos que Israel enfrenta”, diz.

Já Aguinis enveredou por outra direção, ao abordar as “falsas narrativas” sobre o Estado de Israel. Autor do romance *A saga do mar-rano* (editora Palíndromo, 2005), ele fez um retrospecto desde a origem de Israel, procurando apontar distorções que vêm sendo repetidas como se fossem fatos reais. “Ao contrário do que se costuma dizer, o Estado de Israel não é um produto do holocausto da Segunda Guerra. Esta é uma falsa narrativa, para a qual os próprios judeus contribuíram. Israel conquistou sua independência há 60 anos, mas já existia antes do Shoah [expressão que designa o genocídio cometido pelos nazistas]. Já havia lá escolas, *kibutzim* [comunidades tipicamente israelenses que têm por base a propriedade coletiva], universidades, orquestras etc. Já havia uma admi-

nistração e uma força de defesa clandestina. O país não foi criado em 1948, nesta data apenas cortou-se a cordinha, como no teatro”, diz. Outra falsa crença, segundo o escritor, é a de que os Estados Unidos são um aliado incondicional de Israel. “O primeiro Estado a reconhecer Israel foi a União Soviética, e na Guerra dos Seis Dias não houve apoio norte-americano, todo o armamento usado era francês”, exemplifica. Ele citou ainda outros mitos que, a seu ver, têm como estratégia a desqualificação do direito a existir de Israel.

Outras questões que mereceram debate, ao longo do encontro, trataram de linguagem e identidade, do holocausto, de antissemitismo e intolerância e da literatura judaica moderna. Segundo a coordenadora do evento, a abrangência temática e a pluralidade de enfoques caracterizaram o encontro, que teve participação de pesquisadores da França, Portugal, Israel, Argentina, Estados Unidos e Canadá, além do Brasil. “Em quase todas as sessões ocorreram discussões acaloradas em torno de divergências teóricas, filosóficas e ideológicas, como aconteceu na abertura. Isso garantiu o princípio do pluralismo de enfoques e gerou debates extremamente ricos academicamente”, avalia Lewin.

**Sheila Kaplan**  
*Ciência Hoje/|*

## ZOOLOGIA

### A GRANDE FAMÍLIA... DE LAGARTOS

Um lagarto sem patas, cujos olhos não têm pálpebras e que vive isolado em dunas da caatinga pernambucana, é a nova descoberta da zoologia brasileira. Trata-se de um novo gênero de lagartos (isso mesmo, gênero) descrito por uma equipe que investiga a biodiversidade até então desconhecida do Parque Nacional da Serra do Catimbau.

“Essa descoberta foi totalmente inesperada”, conta o biólogo Miguel Trefaut Rodrigues, da Universidade de São Paulo (USP), que conduziu o trabalho junto com a também bióloga Edinilza Maranhão dos Santos, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). “Conhecemos lagartos parecidos da região das dunas do São Francisco, que são próximas, mas não sabíamos que havia espécies aparentadas nas areias do Catimbau”.

As areias a que se refere o biólogo são remanescentes de uma época em que as dunas do São Francisco eram mais amplas. Com o passar do tempo, essas areias se fragmentaram, deixando partes isoladas, o que favorece o surgimento de novas espécies. No caso dos lagartos, as mudanças ocorridas foram tão grandes que acabaram ‘criando’ um novo gênero. “Sabemos que se trata não só de uma nova espécie, mas de um novo gênero, porque as diferenças morfológicas em relação a outras espécies da região são muito profundas”, explica Rodrigues. Além de analisar a morfologia dos animais (ou seja, sua aparência), os pesquisadores também realizam testes genéticos para determinar o grau de parentesco entre eles. “Estamos estudando não só os animais que existem hoje, mas todo o seu passado”, diz o pesquisador.

Batizado de *Scriptosaura catimbau*, o lagarto é mais um a se juntar à crescente família de lagartos gimnoftalmídeos brasileiros, um grupo de pequenos lagartos onde a redução de patas ocorreu muitas vezes independentemente. Recentemente, Rodrigues coordenou uma equipe que registrou uma nova espécie da família, também sem patas, no cerrado do estado do Tocantins.



FOTO MIGUEL TREFAUT RODRIGUES

# Radicais livres no alvo

FOTO: DAVID CAVAGNARO/LATINSTOCK

Uma boa notícia para os apreciadores de uvas: estudo recente mostrou que uma das espécies mais cultivadas do Brasil, a uva Isabel (*Vitis labrusca*), apresenta efetivas propriedades antioxidantes. Em outras palavras, é capaz de combater radicais livres, moléculas altamente reativas que causam males ao organismo, como envelhecimento precoce, doenças cardiovasculares e até câncer. O resultado foi obtido pela nutricionista Maria Isabel S. Vedana e apresentado em sua dissertação de mestrado, defendida no Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná.

A uva Isabel é a variedade mais consumida entre nós, ocupando aproximadamente metade dos plantios feitos no país. Seu nome é uma homenagem à agricultora norte-americana Isabella Gibbs, que começou o cultivo da espécie nos Estados Unidos no começo do século 19.

Vedana trabalhou com três tipos de derivados da uva: suco natural, geléia e extrato. Segundo ela, o processamento afeta diretamente a capacidade de ação dos compostos antioxidantes, uma vez que os expõe ao oxigênio, desestabilizando-os. “Os compostos fenólicos, que combatem radicais livres, estão mais concentrados na casca da fruta. Depois que a uva é triturada, eles começam a sofrer degradação”, explica.

Os testes foram feitos misturando-se soluções de radicais livres com amostras dos produtos derivados da uva. Dos três tipos testados, o extrato foi o que apresentou propriedades mais parecidas com as da fruta. Em seguida os



Uva Isabel (*Vitis labrusca*), amplamente cultivada no Brasil

resultados foram comparados com os de experimentos semelhantes feitos com o antioxidante artificial Trolox. “A amostra que revelou melhor resultado foi o extrato concentrado obtido a partir da fruta inteira, com casca, semente e sumo”, relata a pesquisadora. A geléia não teve bom desempenho, embora a casca da uva fizesse parte do preparo. Vedana acredita que isso se deva ao fato de as antocianinas (compostos fenólicos) se degradarem com o calor.

Na pesquisa, a autora comparou o desempenho do suco natural com o de três sucos industrializados. Destes, apenas um teve ação antioxidante maior que a do suco por ela preparado, devido à presença de determinadas substâncias artificiais em sua composição. O processamento industrial normalmente envolve calor, na

pasteurização, o que explicaria a menor ação antioxidante apresentada. Outro ponto importante é a presença de conservantes artificiais, que não afetam diretamente os compostos fenólicos, mas podem, em excesso, ser prejudiciais à saúde.

De acordo com as análises, a presença de açúcar não interfere no efeito antioxidante dos produtos, embora, reconhecidamente, não seja um alimento saudável. “O ideal é consumir a fruta diretamente do cacho, sem açúcar ou conservantes artificiais”, aconselha a pesquisadora. Os resultados obtidos por Vedana não podem, a princípio, ser atribuídos também ao vinho, dado o preparo diferenciado desse produto.

**Guilherme de Souza**

Especial para *Ciência Hoje*/PR

# Tratamento duplo

**E**m meados deste ano, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicará a revisão das normas técnicas que abrangem o tratamento de esgoto no país. Resultado de um trabalho de dois anos em conjunto com pesquisadores de 15 universidades nacionais, as quais fazem parte da rede de estudos do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (Prosab), as novas diretrizes abrangerão, pela primeira vez, o sistema de tratamento de rejeitos domésticos que não utiliza oxigênio (anaeróbico). Aperfeiçoado pelos cientistas do Prosab, esse sistema é uma maneira mais econômica e simples de tratar o esgoto do que a obtida com o processo que necessita do gás (aeróbico). Quando usados em conjunto, os dois processos economizam 30% dos custos de instalação da unidade de tratamento e 50% dos de operação. Para os pesquisadores, as novas normas ampliarão o uso do sis-

Os Reatores Anaeróbicos de Fluxo Ascendente (Rafa), como o de Piçarrão, em Campinas (SP), utilizam o processo anaeróbico (sem oxigênio) aperfeiçoado por cientistas brasileiros para tratar esgoto doméstico. Esse processo é mais simples e barato do que o aeróbico, que usa oxigênio

tema anaeróbico no país, ajudando a expandir o percentual de esgoto que é tratado. Atualmente, apenas 20% do total recebem tratamento.

O processo aeróbico é o sistema mais difundido no Brasil e nos países desenvolvidos. Ele consiste na utilização de micro-organismos (bactérias, protozoários e fungos) para degradar a matéria orgânica existente no esgoto, transformando produtos complexos em formas finais estáveis, como água e gás carbônico. A denominação aeróbica vem da necessidade de oxigênio desses organismos para viver. Ou seja, para que o processo ocorra, é preciso que haja um fluxo constante do gás. “Por causa disso, esse sistema requer equipamentos complexos e um controle operacional muito delicado, o que o torna caro”, relata o engenheiro Eduardo Pacheco Jordão, da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), uma das instituições que fazem parte da rede do Prosab, projeto capitaneado pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep).

Até 20 anos atrás, não havia uma alternativa ao processo aeróbico. Foi então que pesquisadores

holandeses desenvolveram o sistema anaeróbico, no qual são empregadas espécies de bactérias que não requerem oxigênio para sobreviver. “Como não há necessidade desse gás, a operação se torna mais simples”, conta Jordão. No entanto, a tecnologia holandesa era voltada para despejos industriais, que têm grande concentração de matéria orgânica, e, por isso, não era apropriada para uso em esgotos domésticos.

## Eficiência

Entre as várias linhas de pesquisa do Prosab nos últimos 10 anos, estava a de adaptar o processo anaeróbico para uso em despejos domésticos. Os resultados do trabalho foram excelentes e os Reatores Anaeróbicos de Fluxo Ascendente (Rafa) desenvolvidos operam por meio de reações sequenciais, cada uma com sua população bacteriana específica, e têm como produto final metano e dióxido de carbono. “Atingimos uma eficiência de remoção da poluição orgânica de 65% a 70%, mas, infelizmente, na maioria das vezes a legislação requer um valor em torno de 90% a 95%, que

FOTO EDUARDO PACHECO JORDÃO



só é obtido com o processo aeróbico”, conta Jordão.

A solução encontrada pelos cientistas foi tratar o esgoto em duas etapas: primeiro, os rejeitos passam pelo processo anaeróbico e, em seguida, os efluentes são submetidos ao tratamento aeróbico. “Com isso, reduzimos a carga orgânica que precisa ser tratada com oxigênio em 70% e, conseqüentemente, diminuimos de maneira significativa a demanda de energia”, explica o engenheiro.

### Disseminação

Os Rafas começaram a ser implantados oito anos atrás e hoje estão presentes principalmente no Paraná, em São Paulo, no Distrito Federal e em Minas Gerais. A estação de tratamento de Onça, em Belo Horizonte, é capaz de tratar 3.500 litros de esgoto por segundo, sendo considerada a maior do mundo neste processo para esgotos domésticos. Contudo, apesar das vantagens do novo sistema, ele ainda é pouco difundido no Brasil. “Esperamos que a revisão das normas, que são de 1990 e não abrangiam o sistema anaeróbico, mudem essa situação, já que servirão como um aval científico de que o processo é eficiente e seguro”, declara o engenheiro, acrescentando que o reconhecimento pela ABNT permitirá que a Caixa Econômica Federal libere financiamento para esse tipo de obra.

Segundo ele, a expansão da rede de tratamento, além de aumentar a qualidade de vida da população, deverá trazer benefícios para a agricultura, já que o efluente final do novo processo e o lodo produzido podem ser usados na agricultura, para complementação de nutrientes. “Embora tenha havido muito descaso na questão do esgoto, hoje há a consciência de que tratar os rejeitos é importante tanto para a saúde quanto para o ambiente”, completa Jordão.

**Fred Furtado**

*Ciência Hoje/RJ*

FOTO ALEXANDRE PEREGRINO/FOLHA IMAGEM

**VOANDO ALTO** • O Brasil foi alçado à segunda posição na lista de países com mais espécies de aves do mundo. Com 1.822 espécies de aves conhecidas, o país fica atrás apenas da Colômbia, que abriga 1.865 espécies. Do total de aves brasileiras, 13% são endêmicas, ou seja, só podem ser encontradas no solo (ou nos céus) do Brasil. A parte ruim da história fica por conta da constatação de que 9% das aves ‘nacionais’ estão ameaçadas de extinção. Os dados são da Lista das Aves do Brasil, organizada pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO), que reúne pesquisadores de diversas universidades.

**TERRITÓRIO QUILOMBOLA RECONHECIDO** • Os quilombolas de Alcântara, comunidade localizada na região metropolitana de São Luís (MA), tiveram seu território reconhecido e delimitado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra). A decisão se dá após embate entre o Incra, juntamente com a Secretaria da Igualdade Racial, e os ministérios da Defesa e da Ciência e Tecnologia, que defendiam a consolidação do Centro de Lançamento de Alcântara, destinado ao programa espacial brasileiro. Com a delimitação do território, a área de lançamento de foguetes ficou com 9,3 mil hectares e as cerca de 3.500 famílias remanescentes de quilombo com uma área de 78,1 mil hectares.

### MEDICINA

## MAIS PRECISÃO NA DETECÇÃO DE LESÕES ÓSSEAS

Pacientes que precisam de exames para a detecção ou confirmação de tumores malignos, metástases e outras lesões no tecido ósseo poderão ter em breve uma opção mais segura e precisa do que as atualmente disponíveis. Uma nova técnica vem sendo implantada no país por pes-



quisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e da Clínica de Medicina Nuclear MN&D-Campinas, em conjunto com o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen). O método usa o equipamento conhecido como PET/CT (que junta a tomografia por emissão de pósitrons à tomografia computadorizada), podendo detectar alterações menores, em estágios iniciais e com localização mais precisa do que a cintilografia óssea. A Unicamp não dispõe do equipamento, atualmente presente apenas em algumas instituições privadas do país, como a MN&D-Campinas.

Aplicada por meio de PET/CT, a técnica utiliza como marcador uma substância radioativa, o fluoreto-18F. Trata-se da mesma substância utilizada em tratamentos dentários e também presente em pastas de dente (conhecida apenas como flúor), porém, com a característica de emitir uma

pequena radiação que pode ser detectada pelo equipamento PET. Só recentemente o fluoreto-18F passou a ser produzido no Brasil pelo Ipen. Quando injetado no organismo, o fluoreto adere aos ossos nos locais de lesão, permitindo visualizar as concentrações do elemento nas partes alte-

radas do esqueleto. “Com uma imagem muito mais detalhada e precisa, o exame detecta metástases e lesões em estágio inicial, proporcionando um tratamento mais precoce e eficaz”, afirma o médico nuclear Celso Darío Ramos, responsável pelas pesquisas comparativas entre o PET/CT ósseo e a cintilografia óssea convencional.

O tempo de exame é outro fator que, segundo Ramos, conta pontos a favor do PET/CT com fluoreto-18F. Na cintilografia óssea, deve-se esperar até três horas, enquanto com o PET/CT ósseo a geração de imagens do organismo é obtida em menos de uma hora após a injeção do material radioativo. Além disso, esse material não apresenta efeitos colaterais para o paciente. Embora o custo do exame seja ainda elevado para os padrões brasileiros, o médico prevê que este deverá cair à medida que a técnica for mais utilizada e difundida no país.



CREDITO: DENISE HIRPER

**COMPUTAÇÃO** Pesquisa com animação prevê usos além do entretenimento

## Humanos virtuais

**Q**uando se fala em animação facial, o que primeiro vêm à cabeça são os *videogames* e o cinema. Mas, para José Mario De Martino e sua equipe de orientandos, da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), essa área vai muito além do entretenimento. Sua pesquisa é voltada a aplicações como a inclusão digital, comunicação com deficientes auditivos e videotelefonia, entre outras.

Os estudos, iniciados em 2000, concentram-se agora na busca de maior sincronia nos movimentos articulatórios associados à fala. “Nosso objetivo é obter maior realismo na articulação entre fala, movimentos labiais e expressões faciais. É um grande desafio quando pensamos que, ao falar, utilizamos cerca de 30 músculos faciais e que estes variam intensa-

mente de acordo com a emoção e os fonemas do português”, diz Martino.

A animação facial pode ser feita em duas ou em três dimensões (2D ou 3D). A partir de testes com vídeos convencionais e animações, verificou-se que o primeiro teve cerca de 40% de inteligibilidade e o modelo virtual cerca de 25%, uma diferença, segundo Martino, relativamente pequena. Os testes também mostraram que a animação 2D tem um grau de inteligibilidade muito maior que a 3D. “Com a animação 2D é mais fácil reproduzir os movimentos visíveis da fala, pois há menos variáveis para serem trabalhadas. Já o formato em 3D exige mais recursos computacionais e maior elaboração”, observa. No momento, está sendo desenvolvido um protótipo envolvendo a integração da animação facial 2D a uma tecnologia que

converte texto em fala, criada pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD). Além de faces virtuais, o grupo da Unicamp também pesquisa a criação do que chamam de ‘humanos virtuais’, modelos de corpo inteiro.

### Aplicações

Uma das aplicações em vista é a utilização dos modelos virtuais para a inclusão digital. A ideia é usar esses modelos em ambientes de relacionamentos na internet, especialmente os voltados para comunidades carentes, em que boa parte da população tem pouca intimidade com a leitura. De acordo com Martino, a combinação de áudio com faces virtuais aumenta a empatia com os usuários e as possibilidades criativas. “Com esse recurso, uma pessoa que quer divulgar seu produto para venda

CREDITO: RAINER WIRTH

Apresentador virtual em 3D desenvolvido para televisão digital. Sua utilização, além de econômica, por dispensar a gravação, consegue grande empatia com o público

na comunidade – por exemplo, a confecção de bolos ou trabalhos manuais – não precisa se expor na gravação de um vídeo. Em substituição às comunicações escritas, as animações são aceitas com mais naturalidade pelos que não têm a prática da leitura”, explica Martino.

Outra possibilidade de aplicação dos modelos virtuais é a videotelefonía. A comunicação entre os usuários poderá se dar por meio de avatares (representações virtuais) criados pelo próprio usuário e que transformariam em fala as mensagens escritas. Há, ainda, um projeto do grupo destinado à televisão digital. No lugar de um apresentador real para explicar a navegação pelos canais, agentes virtuais desempenhariam essa função, poupando trabalho de gravação e aumentando a gama de ações possíveis.

Os deficientes auditivos com audição residual também poderão ser beneficiados com as animações de humanos virtuais. “Os agentes virtuais poderão ser utilizados em computadores e terminais de auto-atendimento, o que possibilitaria a compreensão da mensagem por deficientes auditivos e até por pessoas de audição perfeita em locais muito ruidosos”, diz o engenheiro eletricitista. Para isso, a equipe está desenvolvendo um agente virtual sinalizador da língua de sinais brasileira (Libras).

Segundo Martino, a universidade faz pesquisa básica e aplicada: “Não é sua vocação transformá-la em um produto acabado para imediata inserção no mercado”, afirma. Para que os projetos se tornem produtos comerciais, é necessária a busca de parceiros inseridos no mercado.

**Isabela Fraga**  
Ciência Hoje/RJ

## TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

### MAIOR OVO DO MUNDO TAMBÉM CABE NO PRATO

Que tal cozinhar com um ovo que tem metade do tamanho de uma bola de futebol americano? Embora estranha, a ideia é perfeitamente viável, garante a tecnóloga de alimentos Andréa Kamers Pleti, que apresentou recentemente ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná dissertação de mestrado sobre a caracterização química e a vida útil do ovo de avestruz. Apesar de seu tamanho, o maior ovo do mundo assemelha-se aos ovos de outras aves, como galinha e codorna, no que diz respeito à composição química.

Segundo Pleti, um ovo de avestruz, que pesa entre 1 kg e 2 kg, equivale a 25 ovos de galinha (50 g cada um, em média). Mas as substâncias que os compõem são as mesmas e, mantidas as proporções, estão disponíveis em quantidades muito semelhantes. Isso significa, por exemplo, que o ovo de avestruz tem mais proteína que o de galinha em valores absolutos. Mas, quando comparados na mesma escala (como na forma de porcentagem), as diferenças são mínimas. A durabilidade também é parecida: para o ovo de avestruz, até 21 dias em temperatura ambiente e 28 dias se mantido em geladeira. O tempo de validade do ovo de galinha refrigerado é de 21 dias.

A particularidade do ovo de avestruz está no rendimento e no sabor. “Por seu tamanho avantajado, pode ser boa alternativa para a produção industrial”, propõe Pleti. Segundo a pesquisadora, ele é capaz de substituir o ovo de galinha em qualquer receita, com



**Ovo de avestruz aberto sobre placa de acrílico. Casca do ovo com número da amostra e data da postura. Medida da espessura da casca do ovo com auxílio de um micrômetro**

uma vantagem. Como sua gema tem gosto mais suave, pode-se apagar ou atenuar esse sabor no preparo de bolos, doces e pudins.

Na culinária caseira, o emprego do ovo de avestruz esbarra em dois problemas. Para substituir o de galinha, teria que ser usado parcialmente, respeitando a proporção entre clara e gema (70% e 30%, respectivamente). Além disso, o ovo de avestruz é mais caro (cerca de R\$ 10 a unidade), enquanto duas dúzias de ovos de galinha saem por R\$ 6 aproximadamente.

Para Pleti, o que torna o preço dos produtos derivados do avestruz pouco competitivo é a falta de união entre criadores do animal no Brasil, bem como a baixa popularidade desses produtos entre nós. “As pessoas têm receio de experimentá-los pelo fato de não fazerem parte de seus hábitos alimentares”, diz a pesquisadora. Mas, para ela, tanto o ovo quanto a carne do animal não oferecem qualquer risco à saúde. “Ao contrário”, garante, “são alimentos extremamente saudáveis”.

**101 NOVOS INSTITUTOS** • O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) vão investir R\$ 523 milhões na criação de 101 institutos nacionais de ciência e tecnologia, selecionados em chamada pública. É o maior valor aplicado até hoje em chamada pública para apoio à pesquisa no país. Serão criados oito institutos na região Norte, 14 no Nordeste, três no Centro-Oeste, 13 na região Sul e 63 no Sudeste. A iniciativa conta com a parceria da Capes/MEC, das Fundações de Amparo à Pesquisa do Amazonas, do Pará, de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Santa Catarina, do Ministério da Saúde, da Petrobras e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. As propostas aprovadas receberão financiamento por até cinco anos e a avaliação do programa será feita pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).

# Bacuri universal

**D**epois do guaraná, do cacau, do açaí e do cupuaçu, hoje consumidos em todo o país, uma nova fruta pode seguir o mesmo caminho: o bacuri. Encontrado principalmente na bacia amazônica (Pará, Maranhão, Mato Grosso e Piauí), o bacurizeiro é uma espécie arbórea da família Clusiaceae, com potenciais ainda pouco explorados. Além de saboroso, o fruto, de casca amarela, é tão rico em potássio quanto a banana, contendo ainda muitos outros sais minerais e vitaminas, principalmente do complexo B. O caule também pode ser utilizado para a construção de caibros, canoas, cercas etc.

Para que o bacuri se torne uma fruta universal, no entanto, segundo a agrônoma Maria da Cruz Moura, da Agência Estadual de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Maranhão (Agerp/Seagro/Fapema), é preciso ampliar sua capacidade de oferta, totalmente dependente do extrativis-

mo. Ela acredita no potencial da fruta por causa da boa aceitação comercial, apesar do preço elevado da polpa (R\$ 26 o quilo). “O bacuri conquista os nossos sentidos com seu aroma agradável, cor atraente, acidez moderada e alto teor nutritivo. Ainda são necessárias muitas pesquisas para conhecer melhor suas propriedades, mas é, sem dúvida, um mercado em ascensão.”

O bacurizeiro é uma das poucas espécies que têm polinização ornitófila (realizada por aves) e, no cerrado maranhense, os principais polinizadores são as pipiras e os periquitos. A densidade de bacurizeiros nativos, varia de 0,5 a 1,5 por hectare. Para aumentá-la para 100 plantas por hectare, vem sendo empregado um sistema de manejo das rebrotas (filhotes) dos bacurizais nativos (SMRBN), criado pelos produtores do Pará e aperfeiçoado pela Embrapa Amazônia Oriental. “O bacuri tem uma característica ímpar, o rebrotamento é feito por suas raízes”, explica a pesquisadora.

O sistema de manejo consiste basicamente em aumentar a den-

sidade da espécie, intercalando, enquanto não frutifica, com outras culturas alimentares, como feijão, mandioca, melancia etc. “Com isso, não é preciso queimar novas roças para plantio e evita-se a agricultura itinerante. O sistema promove assim geração de renda e emprego”, observa a agrônoma. O SMRBN está sendo testado na Chapada Limpa, no Maranhão.

## Risco de extinção

Se medidas preservativas não forem tomadas rapidamente, no entanto, o bacuri poderá ser extinto. A paisagem de bacurizais, como conta Moura, vem sendo substituída de maneira acelerada por áreas de eucalipto, monocultura da cana-de-açúcar e soja. A agrônoma enumera diversas ações para a preservação dos bacurizais, como a criação de leis de incentivo de uso, manejo e conservação. “Deve ser criada uma multa para quem cortar árvores com mais de 100 anos”, defende a pesquisadora, acrescentando que seria importante, ainda, a proposição de editais de financiamento para pesquisa da espécie e confecção de mudas.

A outra sugestão é a arborização de áreas urbanas com bacurizais. “As flores são lindas e, enxertadas, elas lembram uma árvore de Natal”, diz. A divulgação da importância socioambiental e nutricional da espécie é também uma medida importante para a sua preservação, fazendo com que a planta “deixe de ser invisível para tornar-se universal”.

**Fred Furtado e Isabela Fraga**  
Ciência Hoje/RJ



Com sabor e aroma agradáveis, além de muito nutritivo, o bacuri pode se tornar uma fruta de consumo generalizado no país, a exemplo do guaraná e do açaí

# Política da boa vizinhança

**S**e você já morou perto de alguma obra, ou mesmo se já fez uma pequena reforma em seu apartamento, sabe como a poeira gerada nessas situações pode ser incômoda e até prejudicial à saúde. Pensando nisso, foi realizada uma pesquisa para identificar as principais fontes de material particulado em canteiros de obra e propor medidas para diminuir sua emissão. Da escavação, passando pela demolição até chegar à construção, todas as etapas do processo foram avaliadas. As soluções propostas vão da simples manutenção de uma rotina de limpeza do local da obra até o uso de equipamentos modernos que recolhem a poeira no momento em que ela é produzida.

A emissão de partículas em canteiros de obras já é alvo de legislação específica em diversos países, como Estados Unidos e Inglaterra. No Brasil, porém, não existem limites ou metodologias obrigatórias para canteiros de obras. “O que tem acontecido é o surgimento de selos que certificam ambientalmente os edifícios e que contemplam um plano para a redução da emissão de partículas”, conta Fernando Resende, que realizou a pesquisa para obtenção do título de mestre em engenharia da construção civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP).

Segundo Resende, a adesão a esse tipo de certificação ainda é baixa, mas a crescente conscientização da população em relação à poluição e a tendência de que a legislação se torne mais restritiva

devem fazer com que as construtoras adotem práticas ambientalmente mais sustentáveis.

## Canteiro artesanal

Apesar de, nas fases de escavação e demolição, a emissão de partículas ser igual em todas as partes do mundo, os canteiros de obras brasileiros têm peculiaridades: mais artesanais que os de outros países, incluem muitos elementos que são produzidos no próprio canteiro. “Nos Estados Unidos, em diversos casos, a estrutura da casa é produzida em fábrica. Aqui, quase tudo é feito no canteiro, o que gera mais pó”, diz Resende. Esse fato faz com que as atividades de corte, perfuração, serragem e manuseio de argamassas e concretos tenham peso maior quando se quantifica a emissão de partículas por aqui. “A estocagem e o transporte de material em condições inadequadas também são fontes importantes de partículas de poeira para a atmosfera”, alerta o pesquisador.

As soluções propostas por Resende são, em sua maioria, simples. Manter o solo umedecido e fazer a retirada gradual da vegetação estão entre as alternativas para a fase de escavação. Durante a demolição, o ideal é ‘envolpar’ o prédio. “O processo consiste em colocar uma tela ao redor da construção a ser demolida”, explica Resende, acrescentando que o procedimento já é obrigatório em diversos países.

Para a fase de construção, há recomendações simples e baratas, como usar água em todas as atividades de corte – o que impede que

a poeira se espalhe – e manter uma rotina de limpeza do local. Mas há também sugestões como o uso de ferramentas de trabalho modernas, que sugam a poeira no momento em que esta é produzida. “Mesmo isso não é caro quando se considera o custo total da obra”, pondera o engenheiro.

Medidas como essas ajudariam a evitar os problemas mais comuns quando se convive com uma obra: agravamento de doenças respiratórias (principalmente em crianças e idosos), de problemas cardíacos e aquela incômoda poeira que se acumula em carros, janelas e móveis. “Muitas pessoas me perguntam sobre a saúde dos trabalhadores, que, obviamente, é muito importante. Eu explico que esse aspecto é avaliado em outras pesquisas pelo mundo. O objetivo do estudo realizado agora foi alcançar o bem-estar de quem é vizinho a uma obra”, finaliza Resende.

**Mariana Ferraz**  
*Ciência Hoje/RJ*

**Antônio dos Santos Júnior**

*Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade de Brasília*



## Desacerto entre pesquisas e leis

**As pesquisas realizadas no país pelos ecólogos fornecem valiosos subsídios aos tomadores de decisão para que atuem em favor da proteção do meio ambiente. Essa cooperação, no entanto, não tem ocorrido a contento. Falhas nesse 'diálogo' entre pesquisadores e legisladores fazem com que normas legais criadas para proteger a vida selvagem muitas vezes não capturem a complexidade envolvida na interação entre espécies e ecossistemas e se tornem inadequadas ou até ineficazes.**

**E**cólogos e conservacionistas advogam por uma natureza sadia e equilibrada, e por isso seu trabalho deveria influenciar a atuação dos tomadores de decisão em favor da proteção da flora e da fauna. Nesse sentido, divulgar resultados de pesquisas sobre as respostas de espécies ou habitats a perturbações ambientais causadas pelos humanos é essencial. No Brasil, porém, o efeito prático da divulgação de resultados de pesquisas ecológicas na elaboração de normas legais é pouco eficiente, o que leva a questionamentos sobre a importância dos investi-

mentos em pesquisas ecológicas, já que, aparentemente, a discussão dos resultados está restrita ao meio científico.

Os pesquisadores têm feito o 'dever de casa'. Considerando exclusivamente estudos feitos no Pantanal, existem resultados de pesquisas que avaliaram o estado geral e as perspectivas para a conservação e o ordenamento territorial daquele ecossistema, o avanço do desmatamento e o efeito das práticas de manejo da pecuária sobre a biodiversidade. Também há estudos que apontam as diferentes causas de ameaças para



Filhote de arara-azul em cavidade-ninho em tronco de manduvi, árvore que abriga 95% dos ninhos dessa ave

FOTO DE NENYAGUIERES

muitas espécies na região. No entanto, talvez por não existir um canal que permita o diálogo direto entre pesquisadores e tomadores de decisão, os resultados dos estudos não têm conseguido influenciar com sucesso a formulação de políticas públicas. Essa tese pode ser demonstrada com base nas leis criadas a partir dos resultados de pesquisas relacionadas à ecologia da arara-azul no Pantanal.

Os estudos sobre a biologia da espécie *Anodorhynchus hiacynthinus*, conhecida no Pantanal como arara-azul, começaram no início da década de 1990. Entre os primeiros resultados obtidos destacou-se o diagnóstico de que a árvore manduvi (*Sterculia apetala*) é uma espécie-chave para a reprodução dessa ave no Pantanal, por abrigar a grande maioria (cerca de 95%) dos ninhos da espécie (figura 1). Após 12 anos de pesquisas e muita divulgação dos resultados, a Assembleia Legislativa de Mato Grosso aprovou e o governador sancionou, em 2005, a Lei Estadual nº 8.317, que proíbe o corte do manduvi no estado, visando proteger o principal hábitat reprodutivo da arara-azul.

Mais tarde, em 2006, a organização não-governamental Conservação Internacional publicou estudo apontando que cerca de 17% da cobertura vegetal original da planície pantaneira já havia sido suprimida e que, caso se mantivesse a taxa de destruição da cobertura vegetal natural, em cerca de 45 anos não existiria mais a vegetação original do Pantanal. Em resposta, a Assembleia de Mato Grosso do Sul sancionou no mesmo ano a Lei Estadual nº 3.348, que proibiu, naquele estado e apenas durante 2007, o desmatamento na área da planície pantaneira alagável, com altitude menor ou igual a 150 m (acima do nível do mar).

Esses exemplos revelam que os formuladores de políticas públi-

Árvore de manduvi poupada em área que teve a floresta removida. Após uma tempestade, a copa quebrou-se, inviabilizando a ocupação da cavidade-ninho pela arara-azul

cas podem, às vezes, demorar mais de 10 anos para se sensibilizar com os resultados de pesquisas ecológicas e, com base neles, criar leis de proteção ambiental. Ao avaliar o conteúdo dos textos das leis, porém, observa-se que esses documentos não trazem qualquer instrumento que efetivamente signifique proteção e manejo de espécies e habitats no Pantanal.

Tomando-se o caso da Lei Estadual nº 8.317, por exemplo, o proprietário rural de Mato Grosso pode derrubar, no Pantanal, qualquer área de floresta, exceto as árvores de manduvi. Portanto, as demais espécies estão desprotegidas. Com isso, o próprio manduvi tem sua sobrevivência prejudicada, pois é uma árvore de grande porte e suscetível a quebras, que cresce protegido das ventanias e tempestades pelas árvores de menor porte ao seu redor. Quando a vegetação de seu entorno é removida, os indivíduos adultos de manduvi tendem a cair ou quebrar (figura 2), inviabilizando a ocupação da cavidade-ninho pela arara-azul. Enfim, trata-se de uma lei com um texto bem intencionado, mas sem efeito real para a proteção das espécies e habitats!

Da mesma forma, a Lei nº 3.348, que proibiu o desmatamento por um ano em áreas alagáveis do Pantanal, em Mato Grosso do Sul, também não alcança os objetivos imaginados. Essa lei assumiu como limite de área alagável no Pantanal a cota de altitude de 150 m. Tal limitação ignora que o Pantanal é uma planície sujeita a inundação com variação de ano para ano. Se solos hidromórficos (solos alterados pela presença permanente ou relativamente constante de água) fossem considera-



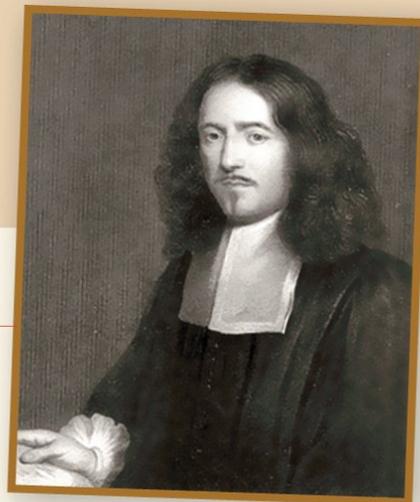
dos bons indicadores de área alagável, e a lei se orientasse por eles, a área legalmente protegida seria ampliada em alguns milhares de hectares. Além disso, quando a lei foi sancionada, as licenças para desmatamento já expedidas (pelo Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul) puderam ser executadas. A proibição, portanto, só existiu no papel!

Esses exemplos demonstram que leis criadas para proteger a vida selvagem não conseguem, às vezes, captar toda a complexidade envolvida na interação entre as espécies e seu ecossistema. O ideal seria que, em outros casos de legislação criada para proteger a vida selvagem, não existissem deficiências como as aqui apontadas. A sociedade civil, as organizações não-governamentais, os pesquisadores e os formuladores de políticas públicas precisam avaliar de forma criteriosa, nos estados, os textos de leis oriundas de resultados de pesquisas ecológicas, para assegurar que tais documentos contribuam de modo efetivo para a conservação e o manejo de espécies e habitats. ■

# Além dos túbulos de Malpighi

**Carla Medeiros y Araújo  
e Renata Paes**

*Departamento de Genética e Morfologia,  
Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília*



A nomenclatura biológica é tão diversificada que causa estranheza aos alunos, dificultando a aprendizagem e, muitas vezes, favorecendo a simples memorização dos nomes encontrados. A etimologia desses termos não é comumente trabalhada nas aulas de biologia, embora o significado das palavras nem sempre seja evidente para os estudantes. Além dos termos de origem grega e latina, é comum em biologia a presença de nomes próprios em denominações científicas (os chamados epônimos).

Encontrar alguma estrutura biológica cujo nome homenageie um antigo cientista é esbarrar com a história da construção do pensamento científico. Incluir a história da ciência em aulas sobre estruturas biológicas ainda identificadas por epônimos pode ser uma estratégia didática bem interessante. Os professores poderiam explorar a trajetória desses cientistas e o contexto em que fizeram seus estudos, o que pode ajudar a compreender o desenvolvimento do pensamento científico. É uma brecha para integrar o ensino de ciências e/ou biologia com os de história, filosofia e artes, por exemplo.

É com essa intenção que contamos, a seguir, um pouco da vi-

da de **Marcello Malpighi** (1628-1694), pesquisador italiano que fez importantes descobertas em variados campos, como zoologia, embriologia, histologia, anatomia e fisiologia. Isso nos dá a oportunidade de retornar ao século 17, época de grandes descobertas na física, na astronomia, na matemática e em outras áreas científicas. Malpighi, considerado há tempos figura notável nas ciências, nasceu em 1628 na região da Bologna, ao norte da atual Itália. Existem muitos trabalhos biográficos sobre ele, mas poucos em português. Formado em filosofia e medicina pela Universidade de Bologna, Malpighi conciliava as carreiras de médico e professor com atividades de pesquisa, nas quais mostrava extrema habilidade. Ele usou de modo pioneiro o então recém-inventado microscópio de luz, equipamento que, inclusive, ajudou a aperfeiçoar.

Muitas contribuições de Malpighi para a ciência perduram até hoje: é possível encontrar epônimos em sua homenagem na zoologia, na histologia e na botânica. Entre as primeiras lembranças que vêm à mente estão os túbulos de Malpighi, principais órgãos excretadores dos insetos. Na anatomia humana, a nomenclatura vem sendo alterada nos últimos anos,

com a substituição dos epônimos por nomes mais objetivos, mas muitas das antigas denominações ainda são utilizadas, como sinônimos, entre elas pirâmides e corpúsculos de Malpighi (nos rins). Na botânica, em outro exemplo, existe a família *Malpighiaceae*, à qual pertence a acerola. Essas homenagens, porém, não revelam a dimensão da importância do cientista italiano para a biologia moderna. E, em breve, provavelmente não veremos mais o nome de Malpighi nos livros didáticos. Portanto, não custa aprender um pouco mais a respeito da história da ciência, campo tão pouco explorado.

Botânico, embriologista, naturalista e histologista, Malpighi foi pioneiro também na pesquisa anatômica. Descreveu a distribuição da massa cinzenta no cérebro, órgão cuja estrutura estudou ao microscópio (assim como o fígado, o baço e o rim), e ajudou a entender a circulação sanguínea, tendo sido o primeiro cientista a observar os glóbulos vermelhos. Fez

pesquisas ainda sobre a embriogênese do bicho-da-seda, da galinha e de outros animais, comparou as características anatômicas de diferentes seres vivos e descreveu de modo pioneiro variadas estruturas internas de animais e vegetais. Seus estudos de comparação anatômica e morfológica de insetos tiveram papel fundamental no desenvolvimento da entomologia do século 17.

### Nova hipótese

No ano em que Malpighi nasceu, o médico inglês William Harvey (1578-1657) havia proposto uma nova hipótese para a circulação do sangue, estabelecendo o modelo atual, centrado no coração, e intuindo a existência da microcirculação, embora sem descrevê-la. Em 1660, 32 anos depois, Malpighi observou, ao injetar mercúrio e corantes em sapos e cães e estudar seus alvéolos pulmonares ao microscópio, uma rede de pequenos canais por onde o sangue circulava nas membranas alveolares, formando um elo entre artérias e veias. Com isso, confirmou as ideias de Harvey sobre o movimento unidirecional do sangue.

No ano seguinte, em cartas ao matemático e amigo Alphonso Giovanni Borelli (1608-1679), relatou esse estudo. As cartas, em latim, descrevem de maneira inédita os alvéolos pulmonares em cães e anfíbios e detalham a circulação pulmonar, e foram publicadas ainda em 1661 com o título *De pulmonibus*. Somente 200 anos depois desse trabalho os capilares foram definitivamente descritos como vasos com paredes próprias e não apenas canais entre as artérias e veias. As pesquisas sobre a corrente sanguínea, um dos grandes interesses de Malpighi, levaram a outras descobertas. Em 1665, estudando o funcionamento dos rins, verificou que, quando o sangue passava em enovelados de capilares existentes no órgão, água e sais fluíam desses capilares para

túbulos que levavam o material (que, depois de processado, forma a urina) para a bexiga. Esses enovelados, hoje denominados glomérulos renais, também são conhecidos como ‘corpúsculos de Malpighi’.

Por viver no final do Renascimento, o médico italiano adotava o pensamento científico próprio daquela época: considerar os seres vivos como máquinas. Essa forma de analisar é conhecida como mecanicismo cartesiano, por ter sido elaborada pelo filósofo francês René Descartes (1596-1650). Sob essa influência, Malpighi acreditava que a cura de doenças seguiria mecanismo análogo ao reparo de peças quebradas, mas é claro que não se pode explicar a causa de uma doença apenas por observação mecânica. Hoje, o pensamento científico é mais amplo, considerando o corpo humano de forma integrada. No entanto, sempre que analisamos os antigos feitos científicos, precisamos contextualizá-los, ou seja, analisá-los de acordo com o ambiente em que aquele cientista vivia. O conceito mecanicista foi apenas mais um passo no desenvolvimento do pensamento científico.

### Ideias que ficaram

As ideias de Malpighi influenciaram vários pesquisadores nos séculos seguintes, e mesmo contemporâneos. Seu método de estudar os organismos simples para entender os mais complexos

também foi seguido com sucesso, mais tarde, pelo monge e botânico austríaco Gregor Mendel (1822-1884) para estabelecer as bases da genética clássica. A parceria científica também fez parte da vida profissional do italiano. O já citado Borelli talvez tenha sido o nome que mais o influenciou, não em linhas de pesquisa, mas no desenvolvimento de um espírito crítico e investigativo. Os dois se conheceram durante os anos em que o cientista viveu em Pisa, no início da carreira (de 1656 a 1659). Borelli, mais que qualquer outro, mostrou ter dado foco aos nascentes interesses de Malpighi como investigador. Os dois mantiveram contato na década seguinte, o que se mostrou crucial para o desenvolvimento científico de Malpighi, que se beneficiou largamente dos conselhos críticos do amigo matemático, mas também apreciador da fisiologia e da anatomia.

Ironicamente, Marcello Malpighi morreu aos 66 anos, em Roma, vitimado por um acidente vascular cerebral, uma restrição dos vasos sanguíneos que o fascinaram ao longo de suas pesquisas. Suas inovações, ideias e descobertas são consideradas bem-sucedidas até hoje. Ele viveu em uma época e local que favoreceram a difusão de seus conhecimentos. Afinal, no Renascimento, fazer disseções em cadáveres já não levava os cientistas à fogueira, como na Idade Média.

Contar e recontar a história de Malpighi permite apreciar a vida de um homem que estudou, observou, descreveu e analisou a natureza, sempre com inteligência, dedicação e paixão – que nunca é demais enaltecer. Um homem capaz de exclamar, após uma descoberta: “Meu Deus, quantas maravilhas em uma criatura tão pequena!” Isso, acreditamos, é o que não deve faltar ao pesquisador: encantar-se com o mundo!

**Botânico,  
embriologista,  
naturalista e histologista,  
Malpighi foi pioneiro  
também na pesquisa  
anatômica**

# A queda das folhas em florestas tropicais

José Henrique Cerqueira Barbosa

Departamento de Áreas Protegidas,  
Ministério do Meio Ambiente

Quando os estudantes brasileiros aprendem, nas escolas, sobre as estações do ano, muitas vezes ouvem que o outono é marcado pela queda das folhas das árvores. Essa informação, porém, baseia-se no que ocorre em regiões temperadas. Dessa forma, os livros didáticos e os professores reforçam um modelo ecológico inadequado para regiões tropicais, que parte da falsa ideia de que os fenômenos ambientais seriam idênticos ou ao menos similares em todo o planeta. Ao contrário, esses fenômenos devem ser vistos como parte de um mecanismo maior, no qual os efeitos provocados em certas

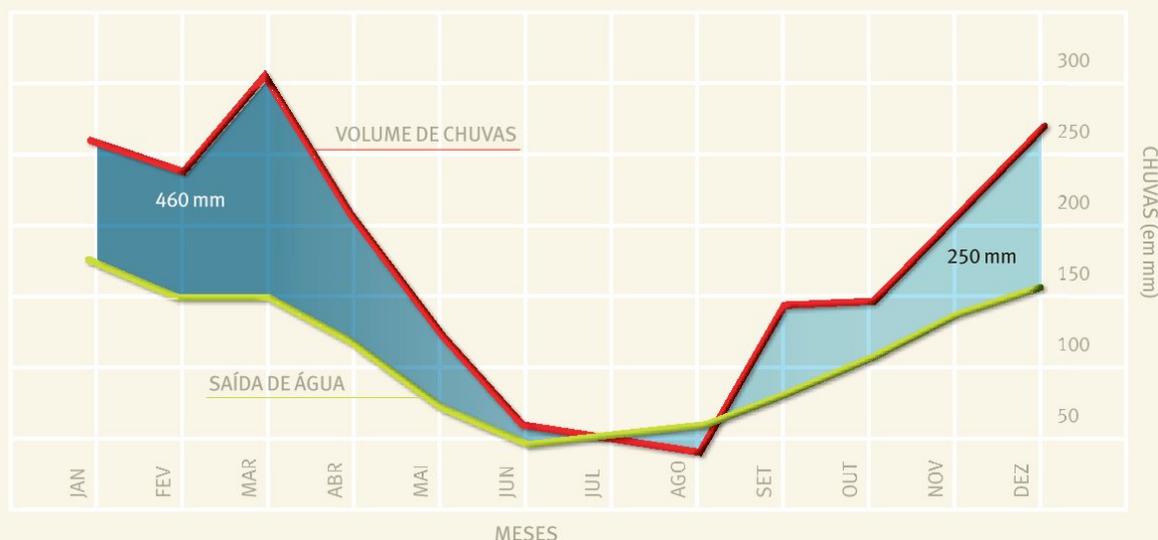
regiões são compensados por efeitos diferentes em outras. Um importante componente desse mecanismo é a variação da quantidade de água disponível em um determinado ambiente, já que essa substância é essencial à vida. Assim, o equilíbrio de todo o planeta sustenta-se a partir do desequilíbrio de suas diferentes características ambientais.

As características de cada uma das estações do ano – primavera, verão, outono e inverno – variam fortemente nas diferentes regiões do mundo (frias, temperadas, subtropicais e tropicais), sendo influenciadas não só pelo clima, mas também pelo relevo e por

fatores como o tipo de vegetação, altitude, ventos e correntes oceânicas. Essas características mostram grandes diferenças de uma região para a outra e mesmo dentro de cada uma. No Brasil, por exemplo, o inverno pode mostrar expressivas variações no volume de chuvas e nas temperaturas nos diferentes biomas (pampa, Pantanal, mata atlântica, cerrado, caatinga e floresta amazônica) e nas diferentes regiões (Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Norte).

Quais as explicações para o fenômeno da queda de folhas nos trópicos? Em que época essa queda é maior? Quais os fatores ecológi-

Figura 1. Balanço hídrico ao longo do ano na Reserva Biológica de Poço das Antas (RJ), de janeiro de 1987 a dezembro de 1997 (11 anos). As áreas coloridas entre as linhas marcam os excedentes de água



cos relacionados? Essas perguntas ainda não têm respostas precisas. Falta, portanto, um modelo para esse fenômeno que seja mais adequado para o Brasil e possa substituir o normalmente utilizado nas aulas de ciências, geografia e biologia. Estudos realizados na mata atlântica podem contribuir para esse novo modelo.

### Chuvas e queda de folhas

A Reserva Biológica de Poço das Antas, localizada no município de Silva Jardim (RJ), tem 5,2 mil hectares e apresenta fragmentos de mata atlântica. O clima é quente e úmido e as chuvas variam durante o ano, sendo mais intensas de janeiro a março e mais fracas entre junho e agosto. Os dados obtidos em estudo realizado entre 1987 e 1997, pelo autor deste artigo e por Sérgio Miana de Faria, sobre o aporte de material vegetal na serrapilheira (camada orgânica sobre o solo, formada por folhas, galhos, flores, frutos e sementes caídos das árvores) em fragmentos florestais dessa reserva, podem ser utilizados para mostrar que, em ambientes tropicais, o outono não é a época em que as árvores perdem mais folhas.

O balanço hídrico é a comparação entre a água que entra em um ambiente (por meio de chuva, orvalho e neblina) e a água que sai da mesma área (por evaporação, pela transpiração dos vegetais e por drenagem e escoamento superficial). Nos fragmentos da Reserva de Poço das Antas, tal balanço, calculado de 1987 a 1997, revelou que os vegetais convivem, somando todo o período de janeiro a junho, com um excedente hídrico de cerca de 460 mm (o que equivale a 46 litros por m<sup>2</sup>, no total do período) – isso significa que esse volume entra no ambiente e não é perdido. Na segunda metade do ano, a partir de meados de agosto e até dezembro, o excedente total cai para cerca de 250 mm (figura 1).

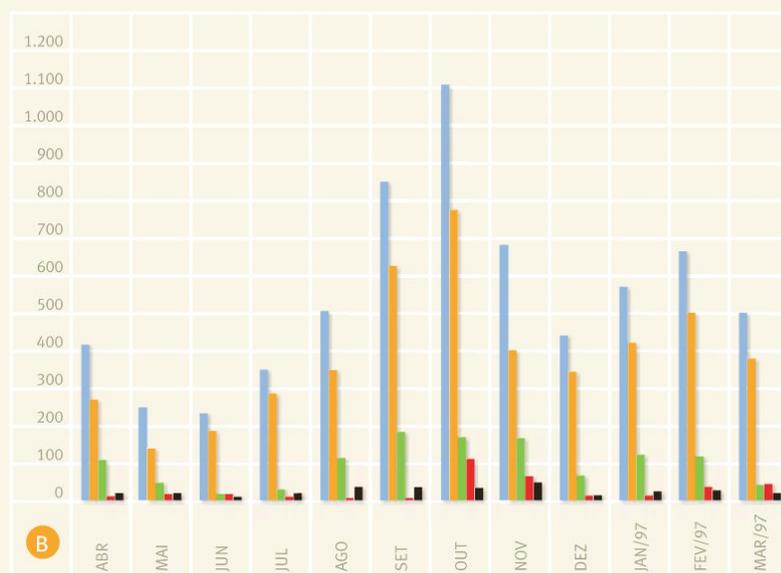
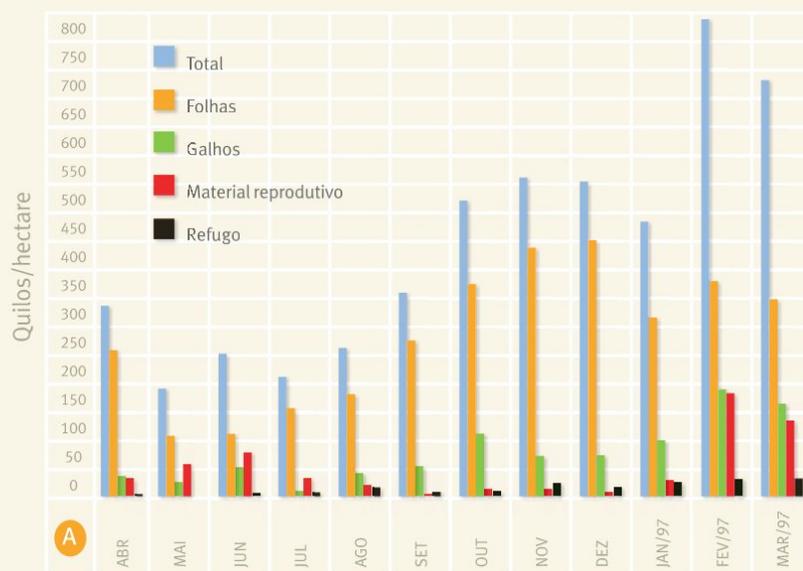


Figura 2. Aporte de serrapilheira (em quilos por hectare e por mês) em fragmentos de floresta avançada (com 40 anos) (A) e de floresta intermediária (de 20 a 40 anos) (B) na Reserva Biológica de Poço das Antas (RJ) de abril de 1996 a março de 1997

As medições do aporte de folhas, galhos, flores, frutos, sementes e resíduos na serrapilheira em áreas de floresta avançada (com 40 anos) revelaram que a maior contribuição ocorre logo após o período de menor índice de chuvas, nos meses de setembro e outubro (ou seja, na primavera), em sincronia com a estação reprodutiva. É como se a floresta perdesse as folhas para economizar energia, preparando-se para aten-

der à maior necessidade energética da reprodução. Nas áreas de floresta intermediária (com 20 anos), esse efeito ocorreu um pouco mais tarde: o pico de maior aporte na serrapilheira aconteceu em novembro e dezembro. Essa defasagem provavelmente é influenciada pelo fato de essa floresta estar situada em terrenos encharcados: a camada de água sobre o solo chega a 1 m de altura na estação chuvosa (figura 2).

Figura 3. Diagrama ombrotérmico (volume de chuvas e temperaturas médias) na Reserva Biológica de Poço das Antas durante o ano estudado (abril de 1996 a março de 1997)



A interpretação conjunta dos dados sobre o balanço hídrico e sobre o aporte na serrapilheira, na Reserva Biológica de Poço das Antas, permite concluir que a maior queda das folhas é regulada pela menor oferta de água para a vegetação. Na área estudada, a redução das chuvas é mais intensa no inverno (entre maio e agosto), em comparação com as demais estações (figura 3). Após ser exposta a períodos secos prolongados, a vegetação perde parte das folhas como uma estratégia para minimizar a escassez de água, já que, com menos folhas, a necessidade desse elemento essencial torna-se menor. Outros trabalhos confirmam essa relação entre os períodos de menor pluviosidade e de maior queda de folhas.

Portanto, nos trópicos, a época de maior queda das folhas das árvores é determinada pela carência de água, e não, como nas regiões temperadas e frias, pela iminência do inverno, durante o qual as árvores precisam resguardar suas reservas para sobreviver ao frio e rebrotar na primavera. Na mata atlântica em estágio avançado, na Reserva Biológica de Poço das Antas (RJ), por exemplo, essa queda é maior na primavera, em sincronia com a época reprodutiva, o que é confirmado pela presença abundante de flores, frutos e sementes encontrados na serra-

pillheira. Em outros biomas brasileiros, como caatinga, cerrado ou floresta amazônica, o fenômeno pode ocorrer em época diferente, já que o regime de chuvas nessas áreas é distinto do registrado na mata atlântica fluminense.

A redução das chuvas, expondo a vegetação a um estresse hídrico, constitui o principal evento que desencadeia a queda de folhas

nas florestas tropicais. Assim, é preciso que os professores e os autores de livros didáticos corrijam as informações disseminadas nas escolas brasileiras quanto às características das estações do ano, adaptando-as aos conhecimentos já obtidos em estudos em florestas do país e em outras áreas tropicais, e evitando a perpetuação de um erro.

Conhecimento transformado em diferencial.

- Doutorado em Educação
- Mestrado em Ciências Farmacêuticas
- Mestrado em Comunicação e Cultura
- Mestrado em Educação

**UNISO**  
www.uniso.br | 0800 702 70056

# Um feito espetacular

**Em abril de 1909, o médico e pesquisador Carlos Ribeiro Justiniano Chagas (1878-1934) comunicou a descoberta, em Lassance, Minas Gerais, de uma nova doença tropical, causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi* (também por ele descrito) e transmitida por um inseto conhecido como barbeiro, que proliferava nas casas das populações pobres nas áreas rurais. O triplo descobrimento (vetor, patógeno e doença humana) foi comemorado como 'grande feito' da ciência nacional e uma das glórias do Instituto Oswaldo Cruz (IOC), também conhecido como Instituto de Manguinhos, do qual Chagas era pesquisador.**

FOTO: PINTO / AERVO DA CASA DE OSWALDO CRUZ



**C**arlos Chagas nasceu em uma fazenda de café próxima à cidade de Oliveira (MG) e veio para a então capital federal em 1897, com o objetivo de estudar na Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro, onde se formou em 1903. Sua tese de doutorado, sobre malária, foi desenvolvida em Manguinhos sob orientação de Oswaldo Cruz (1872-1917). À época se difundiam as teorias de Louis Pasteur (1822-1895) e Robert Koch (1843-1910) sobre a ação de micro-organismos como causas de doenças e sobre a produção de soros e vacinas para combatê-las. No campo da chamada 'medicina dos climas quentes', vivia-se um particular desenvolvimento, com as descobertas, entre 1898 e 1900, do papel dos insetos na transmissão de enfermidades como a malária e a febre amarela. A preocupação dos europeus em enfrentar as doenças em suas colônias levou à criação, em 1899, na Inglaterra, das primeiras escolas dedicadas ao estudo e ensino da medicina tropical. Os conhecimentos e práticas da nova especialidade marcariam de modo decisivo a trajetória profissional de Chagas e sua descoberta.

Logo depois de formado, Chagas foi designado por Oswaldo Cruz para combater epidemias de malária que prejudicavam importantes obras de modernização em Itatinga (SP) e Xerém (RJ). Em junho de 1907, partiu em nova empreitada contra a doença, que paralisava as obras de prolongamento da Estrada de Ferro Central do Brasil em Minas Gerais, na região do rio das Velhas, entre Corinto e Pirapora. Foi no decorrer dessa campanha que realizou a descoberta que o consagraria.

No município de Lassance, onde se construíra uma estação da ferrovia, Chagas instalou um pequeno laboratório em um vagão de trem, que também usava como dormitório. Enquanto coordenava a profilaxia da malária, coletava espécies da fauna brasileira, motivado por seu interesse por entomologia e protozoologia. Em 1908, ao examinar o sangue de um sagui, identificou um protozoário do gênero *Trypanosoma*, que denominou de *Trypanosoma minasense*. Era um parasito não patogênico do macaco. Naquele período, o estudo

Carlos Chagas em seu laboratório no Instituto Oswaldo Cruz

HÁ 100 ANOS



Carlos Chagas examina a paciente Rita, um dos primeiros casos identificados da nova doença, em Lassance (MG), por volta de 1910. Até recentemente, acreditava-se que essa menina fosse Berenice, o primeiro caso agudo da doença de Chagas

dos tripanossomas atraía a atenção de pesquisadores europeus, sobretudo desde que se comprovara que, além de doenças animais, tais protozoários causavam enfermidades humanas, como a tripanossomíase africana.

Além do interesse por novos parasitos, Chagas estava atento a insetos que pudessem servir-lhes de vetores. Em uma viagem a Pirapora, o médico Belisário Penna (1868-1939), que o acompanhava na campanha contra a malária, capturou exemplares de um inseto sugador de sangue comum na região sobre o qual lhes havia falado Cantarino Motta (1869-1959),

Chagas e a equipe que trabalhava no prolongamento da Estrada de Ferro Central do Brasil no norte de Minas Gerais. Pirapora, 1908. Sentados, da direita para a esquerda: Carlos Chagas, Belisário Penna, Cornélio Homem Cantarino Motta e o médico Bahia da Rocha. Em pé, os engenheiros Amaral Teborge, José de Oliveira Fonseca e Joaquim Silvêrio de Castro Barbosa

chefe dos engenheiros da estrada de ferro. Era chamado popularmente de barbeiro, pelo fato de, naquelas regiões, os barbeiros ainda aplicarem sangrias e sanguessugas com objetivos terapêuticos e também porque o inseto pica suas vítimas no rosto. Era abundante nas choupanas de pau-a-pique, escondendo-se nas frestas das paredes de barro durante o dia e atacando seus moradores à noite.

Ciente da importância dos insetos sugadores de sangue como transmissores de doenças, Chagas examinou alguns barbeiros e encontrou, em seu intestino, um protozoário em forma de tripanossoma. Pensou que poderia se tratar de um parasito natural do inseto ou um tripanossoma de vertebrados. Nesse caso, poderia ser o próprio *T. minasense* identificado nos macacos da região. Por não dispor, em Lassance, de condições laboratoriais para avançar na pesquisa, Chagas enviou barbeiros infectados com o parasito para Oswaldo Cruz, em Manguinhos. Depois de colocar os insetos em contato com macacos criados em laboratório, Cruz percebeu que alguns animais haviam adoecido e apresentavam tripanossomas no sangue. Voltando a Manguinhos, Chagas concluiu que o protozoário em questão não era o *T. minasense*, mas uma nova espécie de tripanossoma, que chamou de *cruzi* em homenagem ao mestre. A nota sobre a descoberta do *Trypanosoma cruzi* foi redigida em 17 de dezembro de 1908 e publicada na revista do Instituto de Doenças Tropicais de Hamburgo, Alemanha.

Em Lassance, Chagas realizou exames sistemáticos nos moradores da região. No dia 14 de abril de 1909, identificou o *T. cruzi* no sangue de uma criança febril. Em nota enviada a *Brasil Médico*, importante revista médica da época, anunciou a descoberta. Berenice, uma menina de dois anos, era o primeiro caso do que seria considerado, a partir de então, uma nova doença humana. O fato foi divulgado também na comunidade científica internacional, em publicações na Alemanha e França.



## Reconhecimento mundial

Segundo os contemporâneos de Chagas e muitos memorialistas que narraram o episódio, a descoberta foi um “feito único” da ciência, sob dois aspectos. Em primeiro lugar, pelo caráter incomum da sequência de acontecimentos, já que se partiu da identificação do vetor e do agente causal para em seguida determinar a doença a eles associada. Além disso, o mesmo pesquisador havia descoberto, em curto intervalo de tempo, um novo vetor, um novo parasito e uma nova doença.

Chagas obteve, de imediato, grande prestígio na comunidade médica brasileira. Em 26 de outubro de 1910, tornou-se membro da Academia Nacional de Medicina, a mais prestigiosa associação médico-científica da época, que abriu uma exceção para receber o novo titular, já que não havia vaga disponível. Apresentou então suas pesquisas sobre a nova tripanossomíase, que passou a se chamar “moléstia de Chagas”, por sugestão do médico carioca Miguel Couto (1865-1934). Em ato revelador da importância conferida à ocasião, a Academia inaugurou naquela noite sua instalação elétrica.

O reconhecimento se deu também no cenário internacional. Em 1911, no pavilhão brasileiro da Exposição Internacional de Higiene e Demografia, realizada em Dresden, Alemanha, a doença de Chagas foi apresentada com destaque. Nesse mesmo ano, Chagas foi indicado ao prêmio Nobel de Medicina e, em 1912, recebeu o prêmio Schaudinn de protozoologia, concedido pelo Instituto de Doenças Tropicais de Hamburgo.

Graças à repercussão da descoberta de Chagas, Oswaldo Cruz obteve verbas especiais para equipar um pequeno hospital em Lassance, onde se fariam estudos clínicos sobre a nova doença, e para dar início em Manguinhos à construção de um hospital destinado à pesquisa e ao acompanhamento dos casos clínicos identificados no país. Sob a liderança de Chagas e com a colaboração de vários pesquisadores, a nova tripanossomíase tornou-se o carro-chefe e a grande vitrine do programa de pesquisas do IOC, sendo estudada em seus vários aspectos.

## Dois brasis

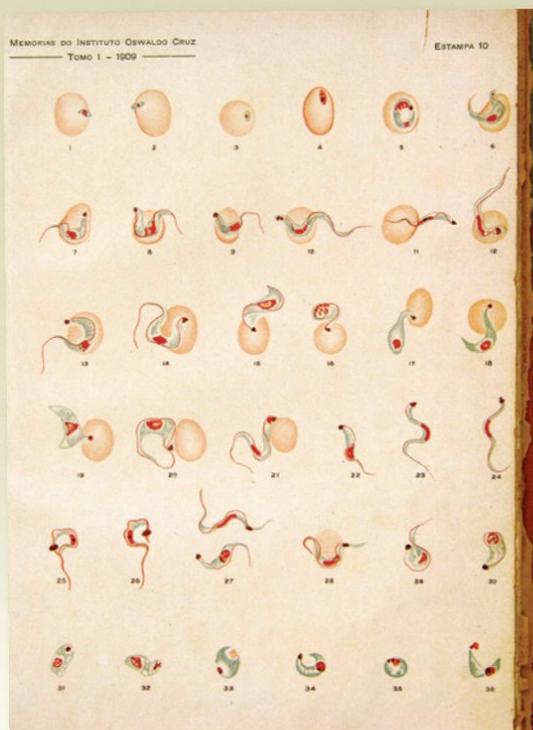
A descoberta da doença de Chagas produziu intenso debate sobre os males do Brasil e o papel da ciência para identificá-los e tentar resolvê-los. Já em seus primeiros estudos, Chagas afirmava que a tripanossomíase americana abrangia uma vasta região do país e era um problema de saúde pública de grande rele-

vância. Por causar distúrbios endócrinos, neurológicos e cardíacos, a doença gerava danos permanentes ao desenvolvimento físico e mental, sobretudo de crianças e jovens, prejudicando sua capacidade produtiva. Tratava-se, portanto,

de um grave obstáculo ao progresso do país.

No momento em que o Brasil comemorava a modernização de sua capital litorânea, a ciência descortinava a realidade de outro país: o do interior. A descoberta da nova doença tropical significava, assim, a descoberta da ‘doença do Brasil’, em vários sentidos, além do geográfico: o encontro de um país doente, cuja ‘civilização’ se inviabilizava por conta das endemias que prejudicavam a produtividade de seus trabalhadores rurais, e, ao mesmo tempo, o desenvolvimento de uma ciência que revelava esse Brasil desconhecido e apontava meios de incorporá-lo à marcha do progresso nacional.

Defendendo a urgência de combater essa e outras ‘endemias dos sertões’, Chagas empreendeu uma mobilização política para disseminar a ideia que, entre 1916 e 1920, norteou o chamado movimento pelo saneamento do Brasil. O movimento preconizava que o atraso do país se devia não ao clima ou à sua composição racial, mas às endemias e ao descaso do Estado para com as populações rurais. A campanha sanitária, na qual Chagas exerceu im-



Planchas de Castro Silva, publicadas em artigo de Chagas nas *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, em 1909. Na primeira plancha, estágios evolutivos do *Trypanosoma cruzi*. À direita, *Conorhinus megistus* (atual *Panstrongylus megistus*), conhecido popularmente como barbeiro



portante liderança, deu grande projeção à tripanosomíase como símbolo do “Brasil, imenso hospital”, célebre expressão cunhada em 1916 pelo médico Miguel Pereira (1871-1918) para denunciar a “calamidade sanitária” do interior do país. Nesse contexto, Chagas alcançou destaque na vida pública: em 1917, com a morte de Oswaldo Cruz, assumiu a direção do IOC; em 1920, tornou-se o primeiro diretor do Departamento Nacional de Saúde Pública, criado em conformidade com as diretrizes do movimento sanitário.

No centro do debate sobre a nação, a doença de Chagas foi objeto de críticas. Em 1919, alguns médicos questionaram sua definição clínica, sobretudo a correlação (posteriormente abandonada) com o bócio. Sua importância social também foi posta em dúvida: alegou-se que os casos comprovados da doença não chegariam a 40, em contraste com os “milhões” estimados pelo movimento sanitário. A controvérsia, que ganhou a imprensa, envolvia questões científicas e políticas. Temia-se que a ideia de ‘Brasil doente’ semeasse descrédito sobre o país e afugentasse imigrantes. A polêmica intensificou-se em 1922-1923 na Academia Nacional de Medicina. A comissão formada para examinar o assunto reiterou os méritos de Chagas, mas deixou em aberto questões como a definição clínica da doença e sua extensão geográfica. Chagas rebateu as críticas dos que consideravam exagerada, antipatriótica e pessimista sua visão do país: “Continuarei resoluto nas minhas convicções científicas, e nem um dia me afastarei dos sentimentos de zelo pela vida e pela saúde de meus patrícios. É o meu dever de médico, é a solidariedade humana que me orienta”.

A polêmica gerou um clima de dúvida sobre a doença. Por isso, acredita-se, Chagas não conquistou o prêmio Nobel, para o qual fora indicado pela segunda vez em dezembro de 1920 (curiosamente, em 1921 não houve premiação na categoria Medicina/

Fisiologia). Ainda assim, continuou seus estudos até falecer, no dia 8 de novembro de 1934. Seus discípulos em Manguinhos produziram novos conhecimentos e ações para que, nas décadas seguintes, se alcançasse consenso sobre a doença (como enfermidade essencialmente crônica que provoca distúrbios cardíacos e digestivos) e se implementassem as primeiras ações de profilaxia, baseadas no combate ao vetor com inseticida e na melhoria das condições habitacionais.

Estima-se hoje que a doença de Chagas atinja entre 12 e 14 milhões de pessoas em regiões pobres de 18 países da América Latina. O Brasil, calcula-se, tem 1,6 milhão de infectados. Devido às migrações internas das últimas décadas, a maioria (cerca de 70%) vive nas cidades, sobretudo no Sudeste. Há medicamentos específicos para o tratamento, mas eles causam efeitos colaterais e, em geral, não são eficazes para a fase crônica da doença (a maioria dos casos).

Em 2006, o Brasil recebeu da Organização Mundial da Saúde o certificado de interrupção da transmissão da doença pela principal espécie vetora, o *Triatoma infestans*. Apesar disso, a enfermidade ainda deve ser tratada como importante problema de saúde pública do continente. A vigilância epidemiológica e as ações de controle precisam ser mantidas, para evitar que outras espécies de barbeiro deixem o ambiente silvestre e ‘colonizem’ as moradias. A questão socioambiental merece especial atenção, pois o convívio do vetor com seres humanos está relacionado com o desmatamento e com a precariedade das condições habitacionais.

#### **Simone Petraglia Kropf**

*Programa de Pós-graduação em História das Ciências e da Saúde, Casa de Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz*

*Autora de Doença de Chagas, doença do Brasil: ciência, saúde e nação (1909-1962) (no prelo, editora Fiocruz)*

Moradores de Lassance (MG) em frente a uma choupana de pau-a-pique



# O poder da matemática

**Como a matemática explica o mundo: O poder dos números no cotidiano**

**James D. Stein**

Rio de Janeiro, Campus, 312 p., R\$ 65



Apesar do título nada modesto, este é um livro de divulgação científica que pretende deixar clara para o leitor como a matemática está presente em diversas situações do cotidiano, mesmo que em muitas delas seja pouco perceptível.

Os exemplos abordados são, em sua grande maioria, temas clássicos em livros de divulgação da matemática. A obra tem a virtude de evitar a postura radical presente em alguns livros de divulgação – a de suprimir todas as fórmulas e equações matemáticas. Elas estão presentes em todo o livro na dose mínima necessária, sem prejuízo de leitura para os leigos na área, apesar de o livro também ser interessante para os especialistas.

A obra discute questões das mais diversas áreas da matemática e também da física. Uma das melhores passagens do livro é a discussão sobre aleatoriedade e os ‘números normais’. Se representados na base 2 (isto é, utilizando apenas os dígitos 0 e 1), os ‘números normais’ são aqueles cujos dígitos podem ser obtidos através do lançamento de uma moeda honesta (identificando cara como 1 e coroa como 0). Curiosamente,

esses números são a imensa maioria dos números reais.

Mas talvez o mais interessante dos exemplos apresentados seja a longa e cuidadosa discussão sobre sistemas de votação. James Stein nos mostra um caso de eleição hipotética entre cinco candidatos diferentes, onde cada eleitor tem que indicar sua ordem de preferência entre esses cinco candidatos. O autor apresenta cinco métodos diferentes de apontar o vencedor (todos eles conhecidos e utilizados em sistemas de escolha) e surpreendentemente cada um desses métodos identificará um vencedor diferente para um mesmo resultado da votação! Qual é o melhor sistema de escolha?

Toda essa discussão culmina com a abordagem do teorema da impossibilidade de Arrow, que rendeu ao economista norte-americano Kenneth Arrow o prêmio Nobel de Economia em 1972. De modo informal, o teorema propõe que nenhum sistema de votação racional satisfaz às três condições propostas por Arrow, todas elas bastante razoáveis e que deveriam ser satisfeitas por qualquer bom sistema de escolha. Isto é, não existe a regra de escolha perfeita!

Certamente não serão todos os exemplos do livro que despertarão igual atenção do leitor. O livro se inicia, por exemplo, com uma cansativa discussão sobre o porquê de os mecânicos nunca consertarem os carros no tempo prometido. Outro aspecto um pouco chato é o excesso de casos citados sobre o cotidiano dos Estados Unidos e da vida do autor.

Mecânica quântica, geometrias não-euclidianas, mecânica estatística, equações algébricas, o teorema da incompletude de Gödel são alguns dos inúmeros outros tópicos discutidos no livro. Paralelamente às discussões, o autor relata vários fatos interessantes e curiosos da história da matemática, o que torna a leitura deste livro mais atraente tanto para os especialistas quanto para os leigos na área.

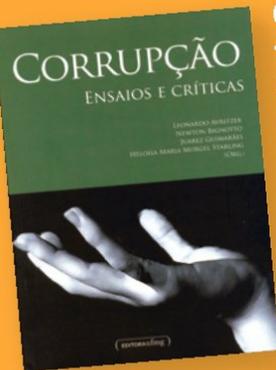
**Bernardo Nunes Borges de Lima**

Departamento de Matemática,  
Universidade Federal  
de Minas Gerais

## Corrupção – ensaios e críticas

**Leonardo Avritzer, Newton Bignotto, Juarez Guimarães e Heloísa Maria Murgel Starling (org.)**

*Belo Horizonte, editora UFMG, 598p., R\$ 55*

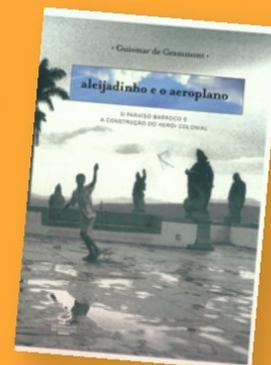


No Brasil, tudo termina em ‘pizza’. Assim o senso comum se refere à corrupção, a cada novo escândalo que estoura no país. Mas será este um fenômeno associado à própria identidade do brasileiro? Para alargar a reflexão sobre o tema, este livro reúne aspectos variados, a partir da constatação de que a corrupção está longe de ser um acontecimento marginal no interior da vida pública brasileira. Assim, a primeira seção da obra explora as diversas teorias da corrupção, a partir de autores como Platão e Aristóteles, Maquiavel, Espinosa, Hobbes, Rousseau e Hume, Tocqueville e Weber. A segunda seção volta-se à história e à cultura brasileira – como a corrupção foi tratada ou ignorada em diferentes períodos desde o Brasil Colônia. A última seção traz questões atuais, com ênfase no combate à corrupção – segundo os organizadores, “um fenômeno que desperta mais paixões que qualquer outro na política brasileira contemporânea”.

## Aleijadinho e o aeroplano: o paraíso barroco e a construção do herói colonial

**Guiomar de Grammont**

*Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 322p., R\$ 45*



A representação de Aleijadinho no imaginário brasileiro é de um romantismo evidente: “O mulato leproso, revoltado e angustiado, que se safou da vida miserável criando obras geniais, como se a porcaria do sofrimento humano fosse alguma garantia de valor artístico ou de qualquer outra coisa”, escreve, no prefácio, João Adolfo Hansen, que orientou a autora na tese de doutorado em literatura brasileira que deu origem a este livro. Diretora e professora de filosofia da Universidade Federal de Ouro Preto, Guiomar de Grammont procura desconstruir a imagem desse Aleijadinho utópico e sem contradições a partir da análise de suas variadas facetas. Do ‘herói barroco’ ao Aleijadinho modernista, ela mostra como o artista alçou voo de sua época e hoje é personagem mítico da cultura brasileira. Como diz o escritor Roger Chartier, a autora “submete a uma reavaliação histórica aguda e rigorosa todas as noções que, espontaneamente, sustentamos como universais”.

## O cheiro das coisas – o sentido do olfato: paladar, emoções e comportamento

**Bettina Malnic**

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

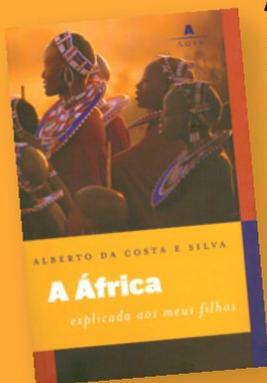
Se o olfato ainda é o sentido menos compreendido pelos pesquisadores, com poucas décadas de estudos dedicadas a ele, o que dizer de quem está fora do meio científico? É essa lacuna de conhecimento que Bettina Malnic pretende preencher com o seu *O cheiro das coisas*. Pós-doutora em neurociências pela Universidade Médica Harvard e coordenadora do Laboratório de Neurociência Molecular da Universidade de São Paulo, ela trabalhou com Linda Buck, cientista que ganhou o prêmio Nobel de Medicina ou Fisiologia, em 2004, por ter decifrado as proteínas do olfato. Por que um determinado cheiro deflagra emoções específicas? Como ele é percebido pelo cérebro? Que poder um odor tem sobre o que sentimos e fazemos? Por que algumas pessoas são incapazes de sentir cheiros? De forma simples e didática, a autora responde a essas perguntas, apresentando os avanços científicos sobre o menos compreendido dos sentidos. Ela mostra que os cheiros têm forte influência nas nossas atitudes, embora isso nos passe despercebido.



## A África explicada aos meus filhos

**Alberto da Costa e Silva**

*Rio de Janeiro, Agir, 160p., R\$ 29,90*



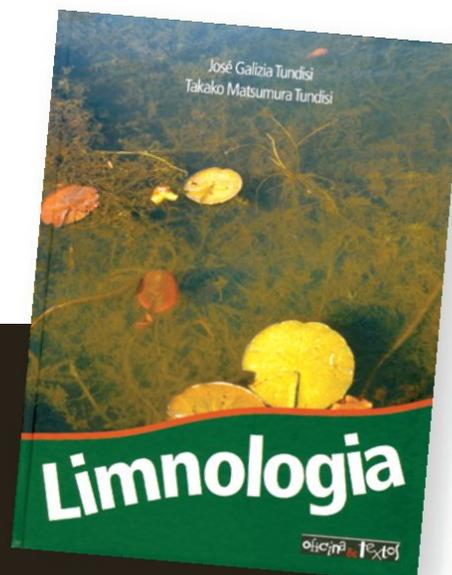
As imagens que em geral associamos ao continente africano estão relacionadas à miséria, a conflitos armados, epidemias e regimes ditatoriais, herança do sistema colonial que explorou durante anos a região. Essas imagens, entretanto, não expressam a complexidade econômica, política e cultural desse continente esquecido pelo resto do mundo. Neste livro voltado ao público jovem, o historiador Alberto da Costa e Silva, ex-embaixador brasileiro na Nigéria e no Benin, expõe a situação da região de forma simples, mas detalhada e abrangente. A obra é escrita na forma de diálogos e dividida em 10 conversas sobre os mais diversos assuntos, desde a geografia e a natureza até a ocupação europeia e a questão da escravidão. Autor de vários livros de referência sobre a África, como, por exemplo, *A enxada e a lança*, o escritor revela mistérios e segredos da cultura africana, e a sua influência na nossa cultura, presente até hoje na língua, na música e na religião.

# Ecologia aquática em detalhe

## Limnologia

**José Galizia Tundisi e Takako Matsumura Tundisi**

São Paulo, Oficina de Textos, 632p., R\$ 215



Dois grandes expoentes da ecologia brasileira, os professores José Galizia Tundisi e Takako Matsumura Tundisi, realizam nesta obra, publicada pela editora Oficina de Textos, mais uma importante contribuição para a ciência de nosso país. Há muito a ecologia brasileira demandava uma obra de tal magnitude e importância. O livro compreende 20 capítulos, que sintetizam e discutem com grande propriedade os principais avanços realizados nas pesquisas sobre ecossistemas aquáticos continentais, especialmente do Brasil.

No primeiro capítulo, os autores buscam definir a limnologia no contexto de uma visão moderna, a qual inclui o uso racional dos ecossistemas aquáticos continentais. O capítulo 4 também merece especial destaque porque apresenta uma excelente e oportuna discussão sobre o efeito da radiação solar sobre a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas aquáticos continentais. Os autores valem-se da longa e profícua experiência acumulada ao longo de décadas em estudos pioneiros em reservatórios brasileiros.

Oportuna ênfase é dada aos padrões de circulação de massas de água, que, nos reservatórios, é geralmente diferenciada dos ecossistemas

naturais. Do capítulo 6 ao 9, a obra dedica-se a uma valiosa discussão sobre comunidades aquáticas. A discussão sobre esse tema é realizada em um contexto muito atual, contemplando vários exemplos obtidos por pesquisadores brasileiros nos mais diferentes ecossistemas aquáticos do país. A abordagem das comunidades aquáticas abrange vários níveis biológicos, desde vírus, passando por bactérias e fungos, algas, vegetais superiores, invertebrados e peixes.

O capítulo dedicado aos ciclos biogeoquímicos contempla a síntese dos resultados mais relevantes no que diz respeito às pesquisas realizadas nos últimos anos nos ecossistemas aquáticos continentais brasileiros. O décimo segundo é dedicado ao conhecimento de um dos ecossistemas aquáticos mais importantes do Brasil, as represas. Nele, os autores tiveram a possibilidade de reunir vasto universo de dados disponíveis sobre esses ambientes no Brasil. Os ecossistemas formados pelos rios, tão importantes para o país, mas tão negligenciados pelos livros-texto, receberam especial atenção em um capítulo específico sobre sua ecologia, seu uso racional e seu manejo.

A obra tem mérito ainda maior pelo fato de apresentar dois capítu-

los dedicados à análise dos impactos humanos sobre os ecossistemas aquáticos, fato de grande relevância nos dias atuais, e por abordar a análise do planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos do país.

No último capítulo, os autores dedicaram-se à análise da limnologia em uma abordagem de futuro, destacando as reflexões sobre o dilema entre a pesquisa básica e a aplicada, entre outras reflexões de grande importância para a área no século 21.

Com a publicação de *Limnologia*, os autores prestam uma grande contribuição ao desenvolvimento da ciência brasileira, especialmente da ecologia aquática. A obra disponibiliza um universo de conhecimentos atualizados e gerados em sua grande maioria em ecossistemas aquáticos brasileiros que são indispensáveis a estudantes e profissionais da área das ciências ambientais que se interessam pelo uso racional, manejo e recuperação dos ecossistemas aquáticos continentais.

**Francisco de Assis Esteves**

*Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Socioambiental de Macaé, Universidade Federal do Rio de Janeiro*

### Soro antiofídico

Solicito informações sobre a matéria publicada na edição de outubro de 2004 sobre remédios contra veneno de cobras. Gostaria de saber se a população já pode ter acesso a esse fármaco. Meu pai tem um sítio no bairro do Bonete, no município de Ilhabela (SP), há pouco tempo quase foi picado por uma urutu enorme (cerca de 1,7 m), e naquela comunidade não há soro antiofídico disponível para a população, apesar de ser um local de grande risco de acidentes desse tipo. Já que a prefeitura de Ilhabela não dá ouvidos à população, estamos buscando formas de nos proteger. No local tem um posto de saúde, mas ali não há esse tipo de medicamento.

**Katia Santana**

Por correio eletrônico

✉ *Os estudos ainda não levaram a um medicamento disponível no comércio. Segundo o Instituto Butantan, os soros antiofídicos – para os venenos das espécies brasileiras dos gêneros Crotalus (cascavel), Bothrops (jararacas, jararacuçu e urutu), Lachesis (surucucu) e Micrurus (corais verdadeiras) – são gratuitos, distribuídos pelo Ministério da Saúde e podem (ou deveriam) ser encontrados em postos de saúde e hospitais. O Instituto adverte que o soro é o único tratamento utilizado em casos de acidentes com animais peçonhentos, e deve ser aplicado por um profissional de saúde treinado, para evitar enganos na identificação da espécie de serpente e na dosagem do soro. Por isso, ele não é comercializado.*

### Saboroso artigo

Ontem, tive a grata surpresa de ler o saboroso artigo intitulado “A democracia e suas idades”, de Renato Lessa, publicado na *Ciência Hoje*. Acompanho seus escritos já há um bom tempo. Aliás, foi um artigo seu, de meados dos anos 90, que me motivou a fazer o mestrado em filosofia política na USP sobre o tema da corrupção. Trabalhei-o em Montesquieu. Ventilei a possibilidade de, na época, o senhor estar na banca, mas por alguma

razão isso não foi possível. Atualmente estou no Canadá, fazendo pós-doutorado. Quando voltar ao Brasil e as minhas atividades acadêmicas (no Departamento de Filosofia da Universidade Federal de Sergipe), gostaria de manter contato e, se possível, contar com sua presença em algum evento que venha a organizar na área de suas pesquisas.

**Antônio Carlos Santos**

Por correio eletrônico

### Água subterrânea

Parabenizo e agradeço à *CH* a aos pesquisadores Celso Dal Ré, Heraldo Cavallheiro e José Luiz Galvão pelo excelente artigo sobre ‘rios subterrâneos’ (nº 253). É muito bom ler artigos desse nível.

**Roberto de Barros Emery Trindade**

Rio de Janeiro, RJ

### Índios em análise

No artigo ‘Os índios dos índios’ (*CH* nº 252), Oscar Calávia Saéz demonstrou sua perplexidade em compreender a dinâmica histórico-cultural dos laminauã, do Acre. Será que a abordagem teórica usada pelo pesquisador em seu estruturalismo perspectivista dá conta da análise da situação?! Não existem outras teorias que ajudem a pensar os índios como parte ativa, interagindo a todo tempo com outros grupos indígenas, com a população não-índia circunvizinha e a história global?!

**Edson Silva**

Recife, PE

### Aprendizado

É com muita alegria que venho dizer o quanto admiro a revista. Como bolsista de iniciação científica da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), mensalmente estou com a revista na mão, desfrutando de momentos de muito aprendizado.

**Tássio Dallek.**

Cuiabá, MT

### Mais humanas

Tenho percebido, nas últimas cinco edições da *CH*, a ênfase que vocês dão às ciências tecnológicas e da saúde, e percebido o pouco espaço destinado às ciências humanas, como história, literatura, filosofia e outras. Acredito que to-

das as ciências devem ter espaço igualitário em qualquer meio de divulgação, mas somos afligidos pelo conceito de que ciência é apenas aquela que busca a cura de uma doença, ou a que descobre uma nova espécie de animal. Infelizmente esse é o conceito de ciência que a maioria dos brasileiros tem, e ele estende-se à imprensa. Sugiro que a *CH* quebre esse tabu de que a ciência só tem valor prático imediato, pois também existe o valor duradouro das bem esquecidas ciências humanas.

**Mayara Costa Pinheiro**

Por correio eletrônico

✉ *A CH sempre procurou incluir textos das diferentes áreas das ciências humanas em suas edições, como a série de artigos sobre a obra do escritor Machado de Assis, no ano passado, e outros. De fato, porém, a proporção de textos dessas áreas na revista ainda é inferior ao que desejamos, e estamos procurando alterar essa situação.*

### Erro em data

Lendo o artigo ‘A favor do Big Bang’, na seção ‘Memória’ (*CH* nº 254), observei um equívoco entre datas na passagem “ideia postulada na década de 1920 pelo padre e físico belga Georges Lemaitre (1984-1966)”. Na verdade, Lemaitre nasceu em 1894, e não em 1984, como dito no texto.

**Fernanda de S. Freitas**

Por correio eletrônico

✉ *A leitora está correta: as datas certas são 1894 (nascimento) e 1966 (morte).*

**Av. Venceslau Brás, 71**

**fundos • casa 27**

**CEP 22290-140**

**Rio de Janeiro • RJ**

**CORREIO ELETRÔNICO:**

cienciahoje@cienciahoje.org.br

# Como converter moedas

**Marco Moriconi**

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



**P**elo título, o leitor pode pensar que esta coluna será sobre como converter a moeda de um país para uma de outro, questão, por sinal, importante nestes tempos de crise. Mas a conversão que discutiremos é mais sutil e, na opinião deste colunista, interessante. Converteremos moedas desonestas em honestas!

Primeiro, o que é uma moeda honesta? Ela será chamada honesta se a probabilidade de sair cara ou coroa for a mesma. Isso significa que, se você lançar essa moeda um grande número de vezes, em cerca da metade delas o resultado será cara, e no restante, coroa. Dizemos 'cerca' porque há as chamadas flutuações estatísticas: quanto maior o número de lançamentos feitos, mais perto de 0,5 (ou 1/2) será a razão entre os resultados de caras (ou de coroas) e número total de lançamentos.

Agora, vamos à moeda desonesta. Para nós, ela é a que tem probabilidade  $P \neq 1/2$  de dar cara. Um esclarecimento: dizer que a probabilidade de dar cara é  $P$  significa que, se lançarmos uma moeda  $N$  vezes (com  $N$  muito grande), a razão entre os resultados que dão cara ( $N_c$ ) e o número total de lançamentos ( $N$ ) será aproximadamente  $P$ . Ou seja,  $P = N_c/N$ .

Consequentemente, a probabilidade de dar coroa será  $1 - P$ .

Mas será que a moeda desonesta tem salvação? O matemático de origem húngara John von Neumann (1903-1957), que está em 'Neumann, a mosca e os motociclistas' (CH 232), deu uma solução bem interessante para o problema.

Primeiro, expliquemos o método de von Neumann; depois, por que ele funciona. Para simplificar, vamos usar a letra  $C$  para cara, e  $K$  para coroa. O método consiste no seguinte: jogue a moeda duas vezes. Se o resultado for  $CC$  ou  $KK$ , repita a jogada. Faça isso até que o resultado de dois lances consecutivos seja diferente (ou  $CK$ , ou  $KC$ ). O truque de von Neumann é, por exemplo, identificar  $CK$  com  $C$  (cara) e  $KC$  com  $K$  (coroa).

Por que isso torna uma moeda desonesta honesta?

Para entendermos por que o método funciona, devemos calcular a probabilidade de sair o par  $CK$  ou  $KC$ . Vejamos o caso para  $CK$ . A estratégia de von Neumann é a seguinte: agrupe os resultados em pares ( $1^\circ$  com  $2^\circ$ ;  $3^\circ$  com  $4^\circ$ ;  $5^\circ$  com  $6^\circ$ ;  $7^\circ$  com  $8^\circ$ ...). Nessa coleção de pares ( $CK$ ;  $KK$ ;  $KC$ ;  $CK$ ;  $KK$ ;...), qual será o número de pares que começa com  $C$ ? Como podemos considerar o par ' $CK$ ' como  $C$  (cara),

então o número que buscamos é  $N_c$ . Portanto, basta multiplicar  $P$  (que é a probabilidade de obter cara) pelo número de lançamentos  $N$  (que, no caso, é o total geral de pares). Assim, o número de pares  $N_c$  será  $P \times N$ .

Agora, para obtermos o número de pares com  $K$  na segunda posição, basta multiplicarmos  $P \times N$  (ou seja,  $N_c$ ) por  $1 - P$  (probabilidade de obter  $K$ ), o que dá  $P \times (1 - P) \times N$ . Isso significa que, no total geral de pares ( $N$ ), teremos  $P \times (1 - P) \times N$  pares  $CK$ . Finalmente, vamos calcular a probabilidade de obtermos um par  $CK$ . Ela será  $P \times (1 - P) \times N$  (número de pares  $CK$ ) dividido pelo número total de pares ( $N$ ). Resultado:  $P \times (1 - P)$ .

E para o caso  $KC$ ?

Seguindo a mesma análise, concluímos que a probabilidade será também  $P \times (1 - P)$ , que é a mesma do outro caso!

Conclusão: a dupla  $CK$  é tão provável quanto a dupla  $KC$ . Portanto, se o leitor um dia desconfiar da honestidade de uma moeda, basta aplicar a solução de von Neumann (e, caso a moeda seja honesta, ela continuará honesta!). Bem, seria bom se desse para fazer esse tipo de conversão com outras 'coisas'...

Nota final: Esse método de von Neumann foi redescoberto pelo físico Luca Moriconi (sim, meu irmão), da Universidade Federal do Rio de Janeiro, quando ele dava um curso de pós-graduação. Agradeço ao meu colega Ernesto Galvão, físico da Universidade Federal Fluminense, por me contar sobre von Neumann e a importância dessa solução para a criptografia, área que estuda o envio e recepção de mensagens secretas. ■

## DESAFIO

Imagine um dado desonesto que tem probabilidades  $P_1, P_2, P_3$  etc. de dar, respectivamente, 1, 2, 3 etc. E agora? Como converter o dado desonesto em um dado honesto?

## SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

Como a soma dos ângulos agudos é 90 graus, pela figura vemos que o ângulo do quadrilátero interno é de 90 graus. Além disso, por construção, os quatro lados são iguais, e, portanto, a figura interna é um quadrado.

# A fábula do pequeno Olson

**Renato Lessa**

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



**H**á cerca de uma década, estive envolvido na criação da Associação Brasileira de Ciência Política. Uma de minhas atribuições era a de tentar transformar colegas de profissão em afiliados. Em uma de minhas incursões, deu-se um acontecimento que permaneceu fixado em minha memória. Trata-se de algo que revela de maneira cabal o quanto de nossa adesão a teorias e hipóteses a respeito do funcionamento da sociedade e da vida política confunde-se com nosso próprio comportamento e nossas crenças pessoais. É dessa fábula que quero falar. Para que ela faça sentido ao leitor, preciso antes resumir os contornos de uma teoria que exerceu – e continua a exercer -- enorme fascínio entre os cientistas políticos.

Em 1965, o cientista social Mancur Olson Jr. (1932-1998) publicou um livro que produziria forte impacto: *Lógica da ação coletiva*. A obra considerou uma das mais antigas questões das ciências sociais: por que e em que condições os seres humanos associam-se para produzir ações coletivas, voltadas para gerar benefícios comuns? Sua resposta refutou a sabedoria tradicional que sustentava que indivíduos com algum interesse no benefício comum a ser criado teriam aí uma razão suficiente para porem-se ao trabalho de produzi-lo.

*Nonada*, diria Olson, se tivesse lido Guimarães Rosa. Segundo ele, indivíduos racionais, mesmo interessados no resultado de uma ação coletiva capaz de gerar um benefício público, melhor fariam se permanecessem apáticos, sem qualquer esforço. Eis a lógica da coisa: por se tratar de um benefício público, todos – ativos e apáticos – poderão dele usufruir. Mais racional, portanto, é

obter os ganhos sem incorrer em custos, de tempo e de chateação. Trocando em miúdos, é como o tipo que no ponto de ônibus não faz sinal para o bólido que se aproxima, porque sabe que outros o farão e que, ainda assim, não será impedido de embarcar. Trata-se do princípio do carona, do *free rider*: aquele que usufrui do esforço dos demais e não pode ser excluído das vantagens desse mesmo esforço.

Se assim é, como explicar que algumas ações coletivas aconteçam e que indivíduos delas participem? A resposta de Olson é de congelar qualquer idealista: as ações coletivas, sobretudo em grandes grupos, são proporcionadas pela distribuição de benefícios seletivos e/ou pela coação. A expectativa do ganho pessoal – “levar algum a mais” – é o segredo da coisa. A coação física e moral também faz das suas. São fatores dessa natureza que levariam seres egoístas a se mobilizarem pelo bem comum.

A teoria de Olson foi bastante criticada. Com que justificativa, afinal, poder-se-ia tomar o comportamento de egoístas como algo natural ou racional? Por outro lado, historiadores e cientistas sociais descrevem o tempo todo ações coletivas fundadas em bases afetivas, simbólicas ou políticas, nas quais a lógica utilitarista – cálculo de custos e benefícios – de Olson parece estar ausente. Com essa breve descrição, volto à fábula.

Em uma das incursões para atração de adeptos para a Associação, deparei-me com a seguinte pergunta de um jovem cientista político: “Que incentivo seletivo você oferece para que eu me associe?” O jovem carona clamava pelo seu benefício especial. De imediato, percebi que a teoria de Olson – independentemente de sua capacidade explicativa – deixara de ser uma hipótese a respeito do funcionamento da sociedade, para transformar-se em um guia de autoajuda.

O filósofo francês Michel Foucault (1926-1984) exumou, em um livro publicado postumamente em 2001, *Ditos e escritos*, um antigo conceito do cristianismo antigo, o de *exomologese*. O significado literal é o de uma confissão pública, uma encenação de uma verdade tida por absoluta por aquele que confessa. Para Foucault, trata-se de uma afirmação enfática na qual o sujeito liga-se a essa afirmação, aceitando todas as suas consequências. Nesse sentido, fazer a *exomologese* de uma teoria que parte do suposto de que os seres humanos são, por natureza, egoístas, significa adotar o egoísmo como forma de conduta pessoal.

Para além das implicações morais, há aqui um grave problema. Teorias são hipóteses a respeito do mundo, e não orientações absolutas para questões de escolha pessoal. ■

Por que e em que condições os seres humanos associam-se para produzir ações coletivas, voltadas para gerar benefícios comuns?

