

REVISTA DE  
DIVULGAÇÃO  
CIENTÍFICA  
DA SBPC

268



VOL. 45  
MARÇO  
2010  
R\$ 9,95

## FÍSICA

Por que a antimatéria  
desapareceu do universo?

## JALAPÃO

Pistas do passado humano  
em um patrimônio natural

## ENTREVISTA

Linguista fala sobre diversos  
sistemas de escrita

# Beleza em pílulas

Cosmética de dentro para fora



# Beleza de dentro para fora

**Já imaginou ‘tomar’ saúde em uma cápsula’?** E, por que não, ficar mais belo com uma pílula? Pesquisadores vêm trabalhando nessa direção há algum tempo, e seus feitos têm mostrado repercussões diretas na indústria alimentícia e de cosméticos. Cápsulas, bebidas, iogurtes e até doces prometem, além de fazer bem ao organismo, tornar as pessoas mais bonitas. Estudos estimam que o mercado mundial para os chamados ‘nutricosméticos’ deve crescer 10% nos próximos cinco anos.

Se até há algumas décadas destacava-se a importância da alimentação como reserva energética, hoje já é aceita a noção de que se alimentar é também um importante recurso terapêutico. Conhecidos como nutracêuticos, esses alimentos permitem prevenir ou tratar diferentes doenças e podem até melhorar o rendimento fisiológico. O segredo está nas substâncias bioativas que contêm – com ações metabólicas ou fisiológicas específicas.

A pesquisa deu um passo além nos últimos anos ao trazer um conceito revolucionário: o de que os alimentos poderiam ter também uma função cosmética. Nasceram então os nutricosméticos, formulados com substâncias que, segundo estudos científicos, previnem o envelhecimento da pele e a queda dos cabelos, fortalecem as unhas e até reduzem a celulite e as rugas.

Se depender do rumo das pesquisas e do interesse da indústria, cada vez mais, teremos produtos de beleza ‘comestíveis’ nas prateleiras de farmácias e supermercados. E a frase do pai da medicina, o grego Hipócrates – “Você é o que você come” –, mais do que nunca, soará verdadeira.

*A redação*

**INSTITUTO CIÊNCIA HOJE** • Organização da Sociedade Civil de Interesse Público da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. O Instituto tem sob sua responsabilidade a publicação das revistas *Ciência Hoje* e *Ciência Hoje das Crianças*, *CH on-line* (internet), *Ciência Hoje na Escola* (volumes temáticos). Mantém intercâmbio com a revista *Ciencia Hoy* (Corrientes 2835, Cuerpo A, 5º A, 1193, Buenos Aires, Argentina, tels.: 005411. 4961-1824/4962-1330) e conta com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF/CNPq), do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC/CNPq) e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). **ISSN:** 0101-8515



**DIRETORIA**

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

**CIÊNCIA HOJE • SBPC**

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

**REDAÇÃO**

**Editora Executiva** • Alicia Ivanishevich; **Editora Assistente** • Sheila Kaplan; **Editor de Forma e Linguagem** • Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** • Ricardo Menandro; **Sector Internacional** • Cássio Leite Vieira; **Repórteres** • Fred Furtado, Isabela Fraga e Bruna Ventura; **Colaboraram neste número** • Henrique Kugler, Julia Faria e Luan Galani; **Revisoras** • Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** • Theresa Coelho  
**ARTE** • Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.  
**Diretora de Arte** • Claudia Fleury; **Programação Visual** • Carlos Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** • Luiz Baltar; (ampersand@ampersanddesign.com.br); **Diagramação** • João Gabriel Magalhães

**SUCURSAIS**

**SUL** • Curitiba • Correspondente • Roberto Barros de Carvalho (chsul@ufpr.br). End.: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Comunicação Social, Rua Bom Jesus, 650, Juvevê. CEP 80035-010, Curitiba, PR. Tel.: (0xx41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do Paraná  
**SÃO PAULO** • Correspondente • Vera Rita Costa (verarita@cienciahoje.org.br). Tel.: (0xx13) 9756-0848  
**PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL** • Superintendente • Ricardo Madeira; • **Publicidade** • Sandra Soares; **Projetos educacionais** • Clarissa Akemi. End.: Rua Berta, 60 - Vila Mariana, CEP 04120-040, São Paulo, SP. Telefax: (0xx11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura** • Gerente • Fernanda L. Fabres. Telefax: (0xx21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br)

**REPRESENTANTES COMERCIAIS**

**BRASÍLIA** • Joaquim Barroncas – Tels.: (0xx61) 3328-8046/9972-0741.  
**PRODUÇÃO** • Maria Elisa C. Santos; Irani Fuentes de Araújo  
**RECURSOS HUMANOS** • Luiz Tito de Santana  
**EXPEDIÇÃO** • Gerente • Adalgisa Bahri  
**IMPRESSÃO** • Ediouro Gráfica e Editora Ltda.  
**DISTRIBUIÇÃO** • Fernando Chinaglia Distribuidora S/A

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

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



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

**Apoio**



**ATENDIMENTO AO ASSINANTE E NÚMEROS AVULSOS**  
**0800 727 8999**

No Rio de Janeiro: (0xx21) 2109-8999  
**CH On-line:** www.ciencia.org.br  
 chonline@cienciahoje.org.br

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

## 22 Nutricosméticos: beleza de dentro para fora?

As indústrias de cosméticos têm feito parcerias com empresas alimentícias para lançar cápsulas, bebidas, iogurtes e até doces que prometem, além de fazer bem à saúde, tornar as pessoas mais bonitas, criando um novo e importante mercado.

Por **Marlus Chorilli**

## 28 Jalapão: pistas do passado em um patrimônio natural

A região do Jalapão, onde coexistem dunas de areia, rios e córregos de água limpa, matas, extensos campos de cerrado e formações rochosas, também exhibe vestígios de antigas populações humanas, que a tornam de grande interesse arqueológico.

Por **Rodrigo Luiz Simas de Aguiar** e **Jorge Eremites de Oliveira**

## 34 A patrulha da 'ordem e progresso' da divisão celular

As divisões celulares ocorrem nos organismos vivos para aumentar o número de células, mantendo-as geneticamente idênticas. Para isso, o material genético tem que ser copiado corretamente.

Mas como isso ocorre de modo tão coordenado?

Por **Adriana Silva Hemerly**





Capa: Cultúra Images RM/Latinstock

## O LEITOR PERGUNTA

- 6 Como é possível calcular o desvio de um raio de luz ao passar próximo de uma grande massa como o Sol, se os fótons possuem massa zero?
- 6 A depilação a *laser* é cada vez mais comum, sobretudo entre as mulheres. O contato sucessivo com essa fonte de luz pode prejudicar a saúde humana?
- 7 Como se transmite a meningite meningocócica?
- 7 Na formação de gametas, por que o tipo de divisão celular (meiose) tem que ser diferente da mitose?

## ENTREVISTA

- 8 **Amalia Gnanadesikan**  
**A maior invenção humana**  
Linguísta destaca importância dos sistemas de escrita na história

## MUNDO DE CIÊNCIA

- 12 **Adeus travamentos e congelamentos?**  
Programa é capaz de localizar defeitos em computadores

## A PROPÓSITO

- 21 ***Homo sapiens* 'kamikazis'**  
Por que os humanos destroem a natureza mesmo sabendo dos riscos

## EM DIA

- 52 **Espírito de vanguarda**  
Livro lembra expedição científica conduzida por brasileiros em 1859
- 54 **Governo eletrônico**  
Programas sociais de cidade fluminense serão integrados por computador
- 56 **Nome holandês, origem portuguesa**  
Estudo reescreve a história de antiga fortaleza em Pernambuco
- 58 **Alerta aos intrusos**  
Paraná cria primeiro comitê do país para controle de espécies exóticas
- 60 **Hormônio da juventude**  
Novo tratamento para a menopausa não apresenta risco de câncer
- 62 **Alga para toda obra**  
Incentivo à agricultura marinha objetiva gerar etanol e capturar carbono

## OPINIÃO

- 65 **40 segundos de ruína**  
Em meio à catástrofe do Haiti, sociedade se mobiliza para ajudar os seus

## ENSAIO

- 68 **A doença falciforme no Brasil**  
Mutação que altera hemácias tem elevada incidência no país

70

## FUTURO CIENTISTA

## MEMÓRIA

- 71 **Um importante passo   frente**  
Academia Real Militar, embrião da engenharia no país, surgiu há 200 anos

## RESENHA

- 74 **A revela o de um valioso texto**  
Resenha do livro *Códex Arquimedes*, de William Noel e Reviel Netz

- 76 **Reflexão participativa**  
Resenha do livro *Matemática... cad  você?*, de Adrián Paenza

78

## CARTAS

## QUAL O PROBLEMA?

- 79 **Conferência de matemáticos**  
Somando diferentes estratégias para solucionar um problema

## SOBRE HUMANOS

- 80 **Calamidades**  
Como recompor a vida de coletividades assoladas por desastres naturais?



## 40 Irreverentes e ambíguos: os palhaos das Folias de Reis

O palhao, personagem mascarado da Folia de Reis, tem significados intrigantes. Sua importância parece estar em confirmar ideias, valores morais e visão de mundo de foliões e devotos e, ao mesmo tempo, renová-los.

Por **Daniel Bitter**

## 46 A antimatéria e o universo

O livro *Anjos e Demônios*, de Dan Brown, é uma das repercussões artísticas de uma grande descoberta da física: a existência da antimatéria, tema ainda hoje intensamente debatido na comunidade científica. Por que o universo observado tem somente matéria?

Por **Ignacio Bediaga**

## ? Como é possível calcular o desvio de um raio de luz ao passar próximo de uma grande massa como o Sol, se os fótons têm massa zero?

ANTONIO CARLOS K. DE SÁ, PETRÓPOLIS/RJ

Fóton é o mínimo pacote (*quantum*) de energia que compõe a onda eletromagnética, ou seja, a luz. Ele não tem massa, mas tem energia e, segundo a teoria da gravitação do físico Albert Einstein (1879-1955), qualquer forma de energia sofre efeitos gravitacionais de uma grande massa.

Para Einstein, mais detalhadamente, uma grande massa não mais exerce uma força gravitacional sobre outros corpos. Ela simplesmente altera as propriedades geométricas do espaço e do tempo ao seu redor, de tal forma que o movimento de uma partícula livre, no caso o fóton, neste espaço-tempo curvo, não é mais o retilíneo uniforme, mas um movimento curvo. O desvio é, então, essa diferença entre a trajetória dos dois movimentos.

Pela teoria de Einstein, o desvio previsto é de 1,74 segundos de arco. Para encontrá-lo, observa-

mos, à noite, a posição da estrela na esfera celeste, quando a trajetória da luz emitida pelo astro é retilínea, já que não há interferência do Sol. Comparamos essa posição com a encontrada seis meses depois, quando o Sol se interpõe entre nós e a estrela, causando o desvio. Evidentemente, nessa situação, é dia claro e só podemos ver a estrela caso aconteça um eclipse.

A primeira observação foi feita pelas expedições lideradas por Arthur Eddington (1882-1944) – uma delas a de Sobral, no Ceará, em 1919, que produziu os melhores dados, confirmando as previsões de Einstein e tornando-o famoso mundialmente.

**Nelson Pinto Neto**

Centro Brasileiro  
de Pesquisas Físicas (RJ)

## ? A depilação a laser é cada vez mais comum, sobretudo entre as mulheres. O contato sucessivo com essa fonte de luz pode prejudicar a saúde humana?

TIENE MELLO, POR CORREIO ELETRÔNICO

Esse risco não existe. A palavra *laser* é um acrônimo formado pelas iniciais de *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*. Significa, portanto, uma amplificação da luz pela emissão estimulada de radiação. Isso envolve a liberação de ondas luminosas chamadas fótons, que são emitidos por elétrons excitados.

Na pele, essa energia luminosa é absorvida por estruturas-alvo e convertida em energia térmica. No caso do pelo, a melanina – pigmento que dá a cor à pele, aos pelos e aos cabelos – é a estrutura-alvo (cromatóforo) onde a energia luminosa se converte em energia térmica. É por isso, aliás, que os pelos claros não respondem tão bem a essa terapia quanto os pelos escuros.

Os efeitos indesejáveis desse tipo de tratamento decorrem do calor liberado. Não há, porém, caráter cumulativo dessa irradiação. Isso é diferente do que ocorre com a radiação ultravioleta emitida pelo Sol e por outras fontes luminosas. É esse tipo de luz que está envolvido com o processo de envelhecimento e com os cânceres cutâneos. Assim, não há risco no contato cumulativo com o *laser* utilizado na depilação.

**Paulo Eduardo Neves Ferreira Velho**

Departamento de Clínica Médica,  
Universidade Estadual de Campinas (SP)



## ? Como se transmite a meningite meningocócica? Os recentes surtos que aconteceram em alguns estados do país podem se tornar epidêmicos?

CAROLINA SANTOS, POR CORREIO ELETRÔNICO

A meningite bacteriana, cuja principal causa é uma bactéria vulgarmente denominada meningococo – a única com potencial epidêmico –, é transmitida normalmente por portadores saudáveis, que, embora infectados na garganta, não apresentam sintomas. O doente, portanto, não é a fonte de contágio, a não ser em condições excepcionais, como, por exemplo, no caso de respiração boca a boca. A transmissão se dá de pessoa a pessoa, por meio de secreções eliminadas pela boca, como espirros, conversação, respiração, tosse ou troca de saliva.

Na última década, a meningite meningocócica tem sido registrada no Brasil na forma de casos esporádicos, de surtos localizados ou de aglomerados de casos. Epidemias de grandes proporções (mais de 20 casos por 100 mil habitantes) não têm sido observadas. No entanto, em vários estados do país houve um aumento do número de casos do sorogrupo C da doença, que podem ser prevenidos por meio de vacinas conjugadas. Esse tipo de vacina é o único com eficácia em crianças menores de dois anos e que confere proteção duradoura, independentemente da faixa etária.

Atualmente, existe o temor de que os atuais surtos de meningite meningocócica se tornem eventos de grande magnitude. Os dados atuais não apontam nessa direção, mas na permanência de aglomerados de casos circunscritos a uma região, ainda que possam se propagar para outras áreas. No entanto, não há como prever a ocorrência de grandes epidemias. Um dado positivo é que a população tem sido mobilizada pela imprensa e pela classe médica a buscar a vacina C conjugada, o que certamente terá algum impacto na propagação da bactéria e na ocorrência da doença esporádica ou epidêmica.

**David E. Barroso**

Laboratório de Sistemática Bioquímica,  
Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz)

## ? Na formação de gametas, por que o tipo de divisão celular (meiose) tem que ser diferente da mitose?

ANA CLÁUDIA CASTRO, CURITIBA/PR,  
POR CORREIO ELETRÔNICO

Os gametas têm que carregar metade do número de cromossomos presentes em uma célula somática diploide (em que para cada característica existem pelo menos dois genes, sendo cada um deles localizado num cromossomo homólogo). Isso porque o zigoto, que vai dar origem a um novo organismo, resulta da fusão de dois gametas; portanto, a soma dos dois conjuntos cromossômicos. Assim, em uma célula diploide os cromossomos estão presentes aos pares (um originário do gameta feminino e outro do masculino).

Já que as células haploides da mesma espécie têm os mesmos cromossomos, que carregam genes que codificam para as mesmas características, esses pares de cromossomos presentes na célula diploide podem ser chamados de homólogos. Em vista dessas informações, fica evidente que a formação de gametas requer uma forma de divisão celular que reconheça e separe os integrantes de cada par de homólogos. Isso só acontece na meiose (em geral na primeira divisão meiótica), principalmente porque há o pareamento de cromossomos homólogos.

Na mitose, não há pareamento de homólogos. A separação que ocorre nesse tipo de divisão celular é de cromátides irmãs (resultantes da replicação do DNA na chamada fase S do ciclo celular), e as células produzidas pelo processo têm o mesmo número de cromossomos e são geneticamente iguais à célula que entrou em divisão.

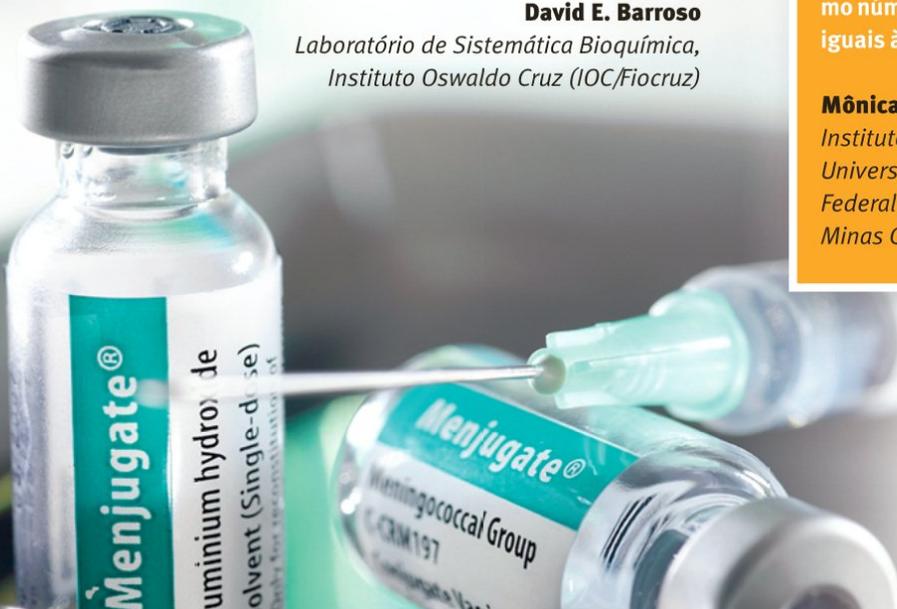
**Mônica Bucciarelli Rodriguez**

Instituto de Ciências Biológicas,  
Universidade  
Federal de  
Minas Gerais

CARTAS À REDAÇÃO

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

CORREIO ELETRÔNICO:  
cienciahoje@cienciahoje.org.br



# A MAIOR INVENÇÃO HUMANA



FOTO AMAND MEHTA

## Amalia Gnanadesikan

No início do capítulo I de seu elogiado livro *The writing revolution – cuneiform to the internet* (*A revolução da escrita – do cuneiforme à internet*, Blackwell, 2009), Amalia Gnanadesikan esboça o que, para muitos, talvez seja o mais tenebroso dos cenários imagináveis: um mundo sem livros. E sem revistas, jornais, enciclopédias, receitas de bolos, canetas esferográficas, internet... Assim seria se não houvesse a escrita, sistema que ela classifica como uma tecnologia maravilhosa que possibilita, do passado, falar diretamente ao futuro. Alguma dúvida? Basta dizer que as palavras escritas por Gnanadesikan – bem como estas – são uma máquina do tempo: foram produzidas bem antes de chegarem aos olhos de quem as está lendo neste momento.

Doutora em linguística pela Universidade de Massachusetts (Estados Unidos), Gnanadesikan é atualmente pesquisadora da Universidade Sagrada Família, na Filadélfia (Estados Unidos). Nesta entrevista exclusiva à *CH*, ela fala de sua paixão pelos sistemas de escrita, bem como da longa e diversificada história do que é classificado como a maior invenção humana de todos os tempos, cuja origem é associada a marcas escavadas na argila molhada pelos Sumérios, há cerca de 3 mil anos a.C.

**Konrad Szczesniak**

*Faculdade de Língua Inglesa,  
Universidade da Silésia (Polônia)*

**Cássio Leite Vieira**

*Ciência Hoje/RJ*

### Por que a senhora resolveu escrever um livro totalmente dedicado à história da escrita?

Sempre adorei os sistemas de escrita. Aprender um sistema novo é como aprender um código secreto, só que muito mais útil no cotidiano. A maioria dos livros sobre a história da escrita, na verdade, não nos diz como as escritas funcionam, e a maioria deles não fala sobre a história desses sistemas, a não ser que sejam imensos volumes só para estudiosos. Quis colocar tudo o que gosto nos sistemas de escrita – tanto como eles funcionam quanto a história deles – em um livro só, inteligível para o grande público.

### Já descobrimos todos os sistemas elaborados ao longo da história ou ainda podemos esperar por surpresas?

Não sabemos. Um dos motivos pelos quais temos registros tão bem preservados do sistema mais antigo, o cuneiforme mesopotâmico, é que ele foi gravado em tabuletas de argila, material que se conserva bem se estiver queimado. Então, se se incendiar a cidade, toda escrita fica preservada. Outras escritas se preservaram, porque foram gravadas em pedra e osso ou, como os Manuscritos do Mar Morto, foram mantidos em ambiente muito seco. Se uma cultura chegou a desenvolver uma escrita, mas a registrou em substratos degradáveis, mantidos em um clima úmido, talvez nunca cheguemos a conhecer esse sistema. Mas, se essa mesma cultura escreveu em um substrato mais resistente, então, nesse caso, nossas esperanças de uma surpresa feliz são maiores. No entanto, duvido que haja vastos arquivos ainda por descobrir – o campo da arqueologia avançou muito, o que diminui bastante a probabilidade de esse tipo de descoberta ocorrer.

### O campo de estudo dos sistemas de escrita sofre revoluções dramáticas, como as que caracterizam a arqueologia, por exemplo?

Uma revolução nessa área ocorre cada vez que uma escrita antiga é decifrada. A decifração dos hieróglifos egípcios por Champollion [Jean-François, linguista e egiptólogo francês, 1790-1832], na década de 1820, por exemplo, reintroduziu para o mundo um modo de escrita que era completamente esquecido e muito mal-entendido na época. Ninguém acreditava que a escrita linear B [uma forma silábica de escrita do grego antigo] pudesse ser grego até sua decifração por Ventris [Michael George Francis, arquiteto e intelectual inglês, 1922-1956]

na década de 1950. Chegou-se a pensar que os glifos dos maias não passavam de um calendário complexo, até que sua decifração começou nas décadas de 1950 e 1960.

Quando uma forma básica de decifração é aceita pela comunidade acadêmica, restam ainda muitos detalhes, mas a solução destes últimos não é necessariamente uma nova revolução.

### O chinês usa logogramas (ou seja, um símbolo representa uma palavra). Em seu livro, a senhora diz que os estudiosos europeus pensavam que os hieróglifos egípcios eram ideogramas, símbolos exprimindo ideias complexas (como aquelas presentes em uma frase).

#### Alguma língua usa ideogramas?

Nós humanos somos criaturas linguísticas. Comunicamo-nos por meio da linguagem e até pensamos tendo-a como base. Então, quando comunicamos nossos pensamentos por meio da escrita, primeiramente nos trajamos de linguagem. De fato, é o que define a escrita. Ela é algo que você lê como 'linguagem' e não um mero conjunto de ideias vagas. Para tornar suas ideias mais específicas, você precisa usar palavras.

**A escrita é inerentemente conservadora: ela preserva palavras que, de outro modo, evaporariam se mantidas apenas na esfera da fala ou do pensamento**

### O português recentemente sofreu uma reforma ortográfica, apesar de sua ortografia já ser bastante regular. Por que razão esforços semelhantes não são feitos para arrumar o sistema ortográfico inglês?

A escrita é inerentemente conservadora: ela preserva palavras que, de outro modo, evaporariam se mantidas apenas na esfera da fala ou do pensamento. A força conservadora da escrita se manifesta de vários modos, e um deles é em sistemas ortográficos, como o do inglês. Quanto mais tempo uma língua fica sem reforma ortográfica, mais difícil é promovê-la sem revolução. O latim ficou tanto tempo sem reforma ortográfica (ou gramatical) que, quando as pessoas finalmente começaram a escrever como falavam, já não era latim, mas sim português, espanhol, francês, italiano etc.

Assim, o que impede que o inglês tenha uma reforma ortográfica é o momento. Outra razão é que se trata de uma língua de muitos países, que teriam que chegar a um acordo sobre que mudanças fa-

zer. [O lexicógrafo norte-americano] Noah Webster [1758-1843], em trabalho feito por volta de 1800, foi o último reformador eficaz do inglês, e ele só conseguiu influenciar os Estados Unidos. O interessante é que nenhuma das diferenças entre os sistemas ortográficos norte-americano e britânico reflete as diferenças na pronúncia das duas nações. Se a gente tentasse escrever do modo como falamos, cada país anglófono teria sua própria grafia – e, talvez, em um futuro não distante, até sua própria língua.

Há outra coisa. A ortografia do inglês é difícil de aprender, mas há nela um significado subliminar. Por exemplo, quando escrevemos *photograph* [fotografia] com o ‘ph’ e *fox* [raposa] com ‘f’, é possível notar imediatamente que *photograph* e *fox* vêm de duas línguas diferentes (o grego e o inglês).

**Mas é importante entender que as pessoas hoje usam a palavra escrita mais do que nunca, o que garante que o sistema de escrita não esteja sob ameaça**

**Há uns meses, uma reportagem na TV brasileira falou do problema da caligrafia das crianças. Pais se queixavam de seus filhos apresentarem dificuldade em escrever com caneta e lápis, pois, nas salas de aula, usam computadores o tempo todo. As imagens mostravam que, de fato, alguns dos alunos não sabiam segurar direito a caneta com a mão, mas teclavam com rapidez. As novas tecnologias (computadores, correio eletrônico, celulares etc.) ameaçam a escrita?**

Elas com certeza representam uma mudança em como se escreve. Como foi dito, as crianças de hoje são melhores que seus pais quando o assunto é datilografar textos ou teclar mensagens, mas piores na escrita à mão. Elas estão, de fato, bem adaptadas ao ambiente moderno – as habilidades necessárias neste século são diferentes daquelas no século 19 ou passado. Mas é importante entender que as pessoas hoje usam a palavra escrita mais do que nunca, o que garante que o sistema de escrita não esteja sob ameaça [de extinção].

Apesar disso, tenho receios do abuso da escrita pelas tecnologias modernas. Ao se datilografar ou teclar mensagens, não é preciso usar o corpo tanto quanto na escrita à mão, de modo que pessoas que aprendem por cinestesia [pela percepção desses movimentos musculares] podem ser prejudicadas pelas novas tecnologias. Do mesmo modo, a leitura na tela é uma experiência menos tátil que a leitu-

ra da página que se segura com a mão. Penso que, quanto mais sentidos usarmos para ler e escrever, melhor pensaremos e aprenderemos.

**Diz-se que a escrita fonética japonesa foi elaborada, há muito tempo, por mulheres que escutavam furtivamente os homens (o que aparentemente era proibido) e precisavam de um sistema para registrar o que ouviam. É verdade? Há outros casos em que mulheres desempenhavam papel parecido?**

As origens do *hiragana*, um dos dois sistemas fonéticos japoneses, estão perdidas na história, embora a tradição as remeta ao Kobo Daishi [monge, poeta e artista japonês, 774-835], fundador da seita shingon do budismo. Aliás, o *hiragana* passou a ser associado a mulheres, às quais não era ensinado o *kanji*, ou seja, os caracteres chineses com os quais os homens escreviam. Algumas mulheres, como [Murasaki Shikibu, c. 973-c. 1014 ou 1025] a autora de os *Contos de Genji*, escreveram obras literárias importantes em *hiragana*, embora os homens pudessem lê-las também.

Na China, houve uma escrita fonética chamada *nü shu*, concebida só para mulheres. Era mantida em segredo dos homens, mas caiu em desuso com o acesso das mulheres à educação, e hoje pouco se sabe dela.

**Em seu livro, há uma parte dedicada ao papel desempenhado pelo papel. O chamado papel eletrônico está ameaçando o papel tradicional? O que a senhora acha dos livros eletrônicos, como o Kindle?**

Para mim, não há nada como segurar um livro e virar suas páginas. Ler uma página impressa é mais fácil para os olhos que ler uma tela, e segurar um livro conecta mãos e cérebro. Se o papel eletrônico puder realmente alcançar a qualidade de impressão do papel tradicional, eu diria que ele terá um futuro promissor, para algumas aplicações – gostaria muito que os escritórios gastassem menos papel, por exemplo.

Livros eletrônicos, como o *Kindle*, têm duas vantagens sobre os livros tradicionais: o espaço de armazenamento e a possibilidade de busca. Mas os amantes de livros não se importam de seus livros ocuparem espaço e, portanto, não vão abrir mão de seus livros de papel. Eu queria poder fazer buscas em meus livros (“Onde é que o autor disse X?”). Imagino que livros poderiam vir com um tipo de código de barra que permitisse aos compradores acessar uma versão *on-line* da obra.

**As línguas do tipo *pidgins* nascem geralmente da necessidade de comércio entre duas culturas de línguas distintas. Há casos de sistemas de escrita '*pidgin*' que surgiram em circunstâncias semelhantes?**

Há casos de protoescrita, ou seja, escrita de imagens, na qual uma mensagem é transmitida por meio de imagens ou símbolos muito básicos. Essas escritas podem ser bem difíceis de 'ler', pois imagens podem ter vários sentidos, como se vê ao se tentar ler um livro de quadrinhos no qual as palavras foram excluídas. Há também casos de sistemas de escrita completos que foram simplificados para o uso por povos previamente analfabetos que precisavam da escrita para o comércio e a administração. O cuneiforme, por exemplo, foi usado de forma simplificada nas línguas elamita, hurrita, urartu e hitita. O nosso alfabeto, muito provavelmente, veio de uma adaptação simplificada dos hieróglifos egípcios.

**Qual é o sistema de escrita mais longo e o mais curto?**

O mais longo é o chinês. Os dicionários modernos, em suas versões sem cortes, têm por volta de 60 mil caracteres. No entanto, muitos deles são agora obsoletos, e para alguns caracteres não se conhecem nem a pronúncia, nem o sentido. Um dicionário mais prático terá uns 8 mil caracteres, sendo que a maioria das pessoas educadas conhece entre 3,5 e 4 mil caracteres.

O mais curto que conheço é o escandinavo *futhork* ou alfabeto rúnico. O primeiro alfabeto rúnico tinha 24 letras, mas, a partir do século 8, os escandinavos elaboraram versões dele com só 16 letras. Tentar escrever o nórdico antigo com apenas 16 letras era tarefa um tanto quanto árdua, pois a língua tinha mais do que 16 sons distintos.

A língua havaiana é escrita com apenas 13 letras, mas elas são um subconjunto de um alfabeto romano mais longo.

**Alguns sistemas de escrita são mais difíceis de aprender que outros?**

A dificuldade inerente a vários sistemas de escrita se dá por razões diversas. Por exemplo, é fácil para uma criança aprender as letras do alfabeto, mas muito mais difícil para ela aprender como as letras se juntam para formar palavras. Em chinês, a lista de símbolos é bem mais longa, mas é fácil começar a aprender a ler. Com caracteres chineses, não é preciso soletrar: você simplesmente olha para um caractere e diz a palavra. As crianças já são capazes de ler frases curtas quando conhecem um punhado de caracteres. Em um alfabeto, você tem que apren-

der grande parte dos caracteres antes de começar a ler qualquer coisa. Um silabário, em que cada símbolo representa uma sílaba, é também mais fácil no começo, porque cada símbolo pode ser pronunciado. Repare que, em realidade, não pronunciamos as letras de nosso alfabeto, só lhes damos nomes. Não se pode pronunciar um B sozinho, e, assim, é difícil para as crianças aprenderem como seu som se junta ao de outras letras para formar uma palavra. Mas, nos silabários e sistemas logográficos, como o chinês, pode-se pronunciar cada símbolo, o que o torna fácil para as crianças.

**Penso que, quanto mais sentidos usarmos para ler e escrever, melhor pensaremos e aprenderemos**

No geral, acho que o sistema mais fácil para aprender é o coreano. É um alfabeto em que letras com pronúncia parecida têm formas parecidas, e, assim, é muito fácil aprender as letras. No coreano, as letras são agrupadas em blocos silábicos, e então as crianças podem lê-las como se fossem um silabário, eliminando, portanto, o problema de soletração que mencionei antes. Além disso, o coreano tem regras ortográficas regulares, o que o torna mais fácil de escrever que o inglês.

**Quando as pessoas finalmente começaram a escrever como falavam, já não era latim, mas sim português, espanhol, francês, italiano etc.**

**O que seria a descoberta de seus sonhos em seu trabalho com escritas antigas?**

Achar mais exemplos da escrita do disco de Festos – o suficiente para a decifração. O disco de Festos vem da era do bronze cretense e é coberto por 242 caracteres de uma escrita desconhecida. É tudo o que temos desse sistema, e isso é absolutamente insuficiente para a decifração. Mesmo que se faça uma decifração com base em tentativa e erro, a correção dela não poderia ser confirmada. Então, por enquanto, o disco fica lá no museu arqueológico em Creta, como um símbolo perfeito de nosso conhecimento perdido de um mundo antigo. ■

# Adeus travamentos e congelamentos?

Com inspiração no sistema imunológico humano, pesquisadores suíços desenvolveram um programa capaz de localizar *bugs*, aqueles defeitos que podem levar aos famosos (e igualmente desagradáveis) travamentos e congelamentos do computador. Localizado o ‘vilão’, o Dimmunix, como foi batizado, cria anticorpos, que são distribuídos por toda a rede, para evitar a repetição do problema.

Essa ferramenta tem seus códigos de programação abertos – o que permite a outros pesquisadores da área aperfeiçoá-la –, e a esperança é que se torne disponível em breve para uso em computadores pessoais.

Com o aumento do desempenho dos computadores pessoais, cada vez mais é possível realizar simultaneamente diversas atividades virtuais. Ao mesmo tempo em que editamos um arquivo, também fazemos contas em uma planilha eletrônica e navegamos na internet em vários sítios, seja para ler mensagens de correio eletrônico, fazer compras, acessar bancos, encontrar pessoas etc. Mas, à medida que nossa possibilidade de acesso aumenta, crescem as chances de incidência de vírus e *bugs* (falhas nos programas) em nossos computadores.

No caso dos vírus, a principal causa das infecções é o desconhecimento técnico da maioria das pessoas. Propagandas eletrônicas, aparentemente inofensivas, que surgem na tela, quando estamos realizando atividades simples, como ler mensagens ou navegar na internet, muitas vezes estão infectadas por vírus. Em geral, ao clicarmos nessas armadilhas, nada acontece de imediato. Porém, dias depois, o computador apresenta problemas em seu funcionamento. Alguns deles: travamento e congelamento de programas, falha de inicialização de aplicativos e demora na execução de tarefas.

Os vírus são programas maliciosos cujo objetivo principal é alterar o sistema operacional (*software* que permite a interação entre usuário, computador e periféricos), executando códigos para descobrir falhas de segurança e de programação. Não se sabe exatamente quantos vírus surgem a ca-

da dia, mas estima-se que são milhares. Os vírus evoluíram muito desde seu surgimento há cerca de 30 anos e se desmembraram em várias modalidades, como os *worms*, os *phishings* e os *malwares*, muito mais versáteis e danosos. Além de infectarem o sistema operacional, têm a capacidade de atualização e replicação, aumentando assim os possíveis prejuízos aos usuários. Os *worms*, por exemplo, podem capturar dados confidenciais e enviá-los por correio eletrônico sem que o usuário perceba algo de errado no computador.

Atualmente, em razão da internet, os vírus podem atingir rapidamente milhares de computadores no mundo todo. Vejamos um caso que diz respeito ao Brasil. A Coordenação de Engenharia Operacional da Rede Rio de Computadores ([www.rederio.br](http://www.rederio.br)), internet acadêmica do estado do Rio de Janeiro, elabora vários tipos de relatórios provenientes dos monitoramentos de incidentes de segurança. Esses relatórios apontam máquinas sob suspeita de contaminação por vírus, bem como computadores sob suspeita de estarem atacando redes de outras instituições, por meio da técnica denominada negação de serviços. O objetivo dessa técnica é tentar tornar os recursos de um computador servidor indisponíveis para seus utilizadores, podendo chegar até a um impasse (ou *deadlock* no jargão da informática). A figura apresenta os números de infecções por vírus nas máquinas do domínio da Rede Rio de 2003 a 2009.

Como solução para os vírus, foram criados os antivírus (programas que têm um banco de dados, atualizado regularmente, com as principais vacinas contra os principais vírus). As funcionalidades fundamentais desses antivírus não se limitam apenas à tarefa de detecção e remoção dos vírus: os mais avançados aumentam sua capacidade de atuação, implementando, por exemplo, um *firewall* (programa que monitora o tráfego de dados proveniente das conexões de um computador com a rede). Assim como as empresas fabricantes de *softwares* antivírus, instituições de pesquisas analisam incidentes de segurança espalhados pelo mundo, estudando as metodologias e formas de ataques usadas pelos vírus.

Já o caso dos *bugs* é diferente. Quem desenvolveu o programa não teve a intenção de danificar nossos computadores. Evitar os defeitos no desenvolvimento de programas é um desafio. Grandes projetos de *softwares* usam equipes muitas vezes com milhares de programadores, tornando difícil manter a disciplina de codificação necessária para evitar as falhas nos programas. Normalmente, avaliações e exames são feitos para tentar impedir ou minimizar

os *bugs*. Contudo, na prática, realizar todos os testes é inviável, uma vez que estes também dependem de programas de terceiros.

Recentemente, pesquisadores da Escola Politécnica Federal de Lausanne (Suíça), liderados por George Candea, criaram uma ferramenta que faz computadores ligados em redes atuarem em conjunto para evitar *bugs* que podem levar a impasses (por exemplo, travamentos e congelamentos). Essas situações ocorrem quando um conjunto de programas está parado, esperando por um evento que só pode ser gerado por um dos programas do conjunto. Denominada Dimmunix, a ferramenta

atua como se fosse uma vacina, aumentando a imunidade dos computadores, evitando futuras falhas e usando a estratégia de detecção de impasses em tarefas concorrentes.

Como a ferramenta funciona? Na primeira vez que um *bug* ocorre nesse tipo de tarefa, o Dimmunix salva tanto um registro do programa que gerou a falha quanto a descrição de como o computador reagiu ao problema. Quando se inicia uma nova tarefa concorrente, a ferramenta busca em seus registros por impasses anteriores e, se for o caso, impede sua execução. Isso é feito automaticamente, dispensando o monitoramento dos administradores da rede.

Uma característica que deve ser destacada no Dimmunix é que ele apenas trata erros de congelamento e travamento e não se aplica a outras falhas do sistema operacional. E aqui vai um alerta: essa ferramenta ainda não é dirigida a usuários finais; destina-se apenas a profissionais – portanto, nada de baixá-lo e instalá-lo em seu computador pessoal para evitar *bugs*. Mas, como se trata de um projeto cujo código de programação é aberto a todos (em inglês, *open source*), essa tecnologia pode se tornar realidade (inclusive, para o uso pessoal) por meio da colaboração de outros pesquisadores da área. Mais informações (em inglês) sobre o Dimmunix em <http://dimmunix.epfl.ch>.

**Marcelo Portes de Albuquerque,**  
**Sandro Luiz Pereira da Silva**  
e **Marita Maestrelli**

Coordenação de Engenharia  
e Operações da Rede  
Rio de Computadores/FAPERJ,  
e Centro Brasileiro  
de Pesquisas Físicas (RJ)



PALEONTOLOGIA Início de ano é marcado por artigos importantes para a área

## PENAS E CORES DOS DINOSSAUROS

Houve época em que as cores das réplicas dos dinossauros em exposições não passavam de meras suposições. Parece que esse tempo acabou. Pela primeira vez, é possível saber as cores desses animais, que estão na origem das aves, como mostra o terceiro artigo da safra.

Dois trabalhos conseguiram encontrar os diminutos corpúsculos intracelulares produtores de melanina, proteína responsável pela cor da pele, dos olhos e dos pelos, nos mamíferos, e das penas, nas aves. Em um dos trabalhos, a equipe de Mike Benton, da Universidade de Bristol (Inglaterra), encontrou melanossomos em dois espécimes do grupo terópoda (*Sinornithosaurus* e *Sinosauropteryx*) e em uma ave (*Confuciusornis*). As cores detectadas foram cinza, preto e avermelhado. Com 125 milhões de anos, o *Sinosauropteryx*, cujas proporções lembram a de um peru moderno, tinha a cauda formada por anéis brancos e laranja que se alternavam.

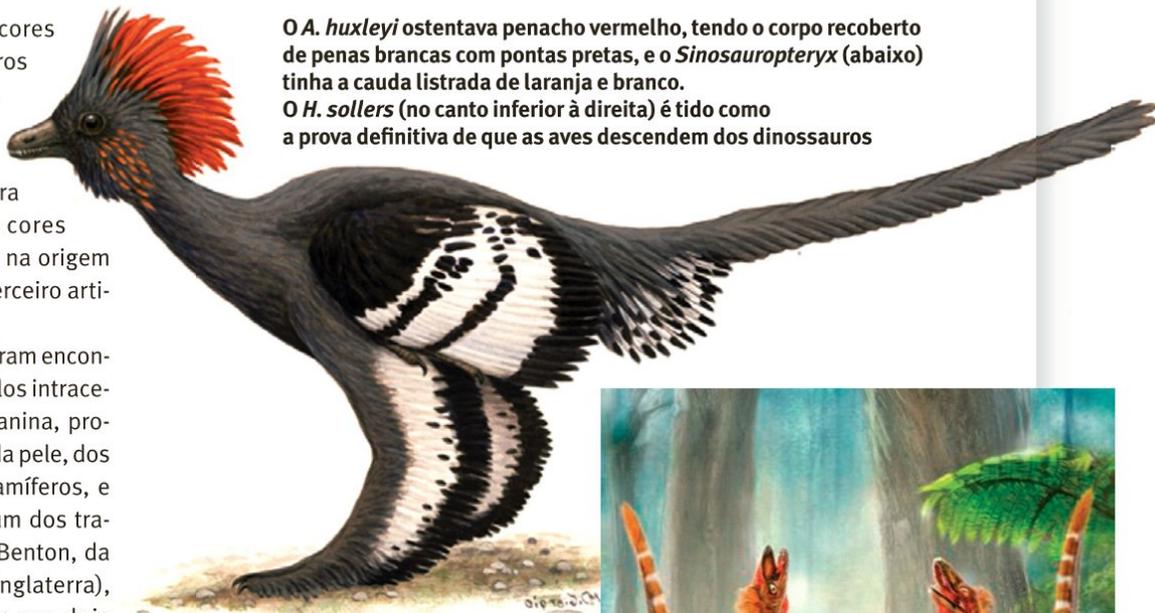
Já a equipe de Richard Prum, da Universidade de Yale (Estados Unidos), apresentou o *Anchiornis huxleyi*, dotado de quatro asas, que viveu há cerca de 150 milhões de anos. O animal, que lembra uma galinha, tinha um topete vermelho *a la* moicano e penas brancas com pontas pretas. As quatro asas, segundo os autores, permitiam que o *A. huxleyi* planasse de um galho a outro.

### A origem das aves

Na década de 1990, foram encontradas penas nos dinossauros. Desde então, há uma discussão em torno do surgimento delas nesses animais. Proteção térmica? Camuflagem? Atração para o acasalamento? Nesse

O *A. huxleyi* ostentava penacho vermelho, tendo o corpo recoberto de penas brancas com pontas pretas, e o *Sinosauropteryx* (abaixo) tinha a cauda listrada de laranja e branco.

O *H. sollers* (no canto inferior à direita) é tido como a prova definitiva de que as aves descendem dos dinossauros



quesito, os especialistas ainda não chegaram a um consenso, mas há uma tendência clara a afirmar que as penas surgiram como forma de atrair o parceiro – só mais tarde elas teriam se desenvolvido para o voo.

Os dois trabalhos também parecem pôr fim a uma dúvida a respeito das organelas encontradas nos fósseis: seriam penas ou fibras de colágeno? Os autores dos dois trabalhos afirmam enfaticamente se tratar das primeiras. Portanto, dinossauros tinham penas. Ponto.

Mais um artigo importante para a paleontologia de vertebrados. O espécime arrasa-quarteirão veio mais uma vez da China, talvez o repositório atual mais importante de fósseis do planeta. Trata-se de um dinossauro de 160 milhões de anos, muito bem conservado, batizado *Haplocheirus sollers*, classificado como novo gênero da família Alvarezsauridae.

A novidade é que o *H. sollers* é 15 milhões de anos mais velho que o *Archaeopteryx*, até então a ave



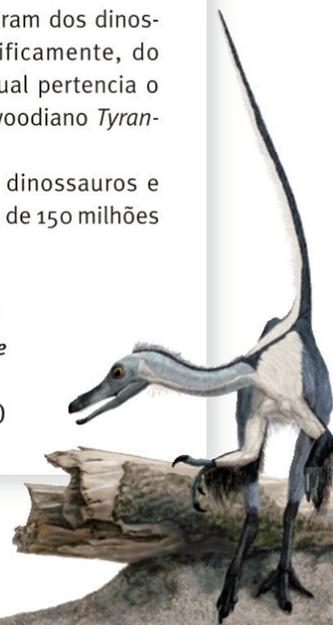
mais antiga conhecida. Para o descobridor, o pesquisador chinês Xu Xing, isso é a mais clara e definitiva evidência de que as aves vieram dos dinossauros – mais especificamente, do grupo terópoda, ao qual pertencia o gigante, feroz e hollywoodiano *Tyrannosaurus rex*.

A separação entre dinossauros e aves começou há cerca de 150 milhões de anos.

*Nature*, 27/01/10 on-line  
(Universidade de Bristol)

*Science*, 04/02/10 on-line  
(Universidade Yale)

*Science*, 29/01/10 (China)



## BIOQUÍMICA

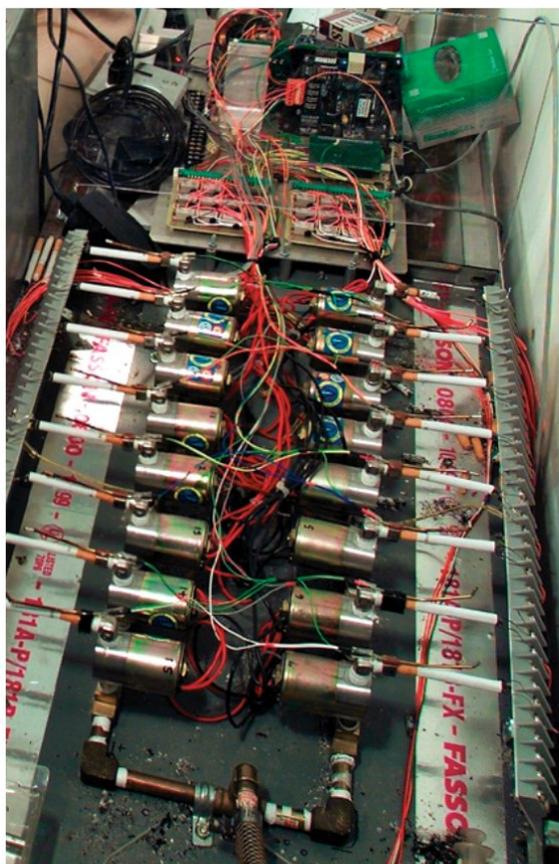
## FUMANTES DE 3ª MÃO

Agora, não basta fumar sozinho, naquele cantinho. Aquele odor que fica no ambiente, dizem os pesquisadores, faz (muito) mal à saúde. Principalmente, aos mais jovens.

Pesquisadores do Laboratório Nacional Lawrence, em Berkeley, Califórnia (Estados Unidos), resolveram estudar o que acontece com aquela nicotina que se deposita em móveis, roupa, pele etc. Más notícias, mesmo para os que evitam ficar perto dos fumantes quando esses estão praticando o vício: a nicotina em superfícies reage com componentes do ar (mais especificamente, com o ácido nitroso) e forma as famigeradas nitrosaminas. Estas causam câncer.

Mesmo duas horas depois de um cigarro ter sido fumado em um ambiente, cerca da metade da nitrosamina formada ainda estará lá, agindo. Para os pesquisadores, bebês e crianças estão mais expostas ao carcinogênico.

PNAS, 08/02/10 on-line



Máquina fumadora de cigarros empregada em pesquisa que apontou que a nicotina depositada em superfícies pode gerar compostos que causam câncer

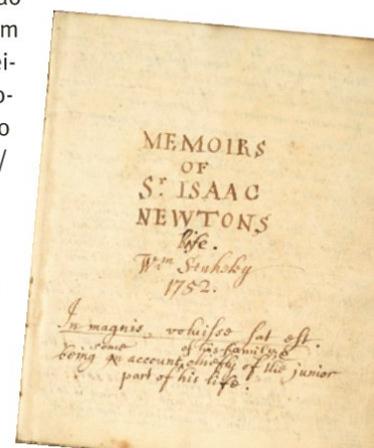
ROY KALTSCHMIDT, BERKELEY LAB PUBLIC AFFAIRS

## SINTONIA FINA

**Membros da chamada Cites** (sigla inglesa para Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas da Fauna e Flora) estão diante de um dilema: vender ou não 112 toneladas de marfim? O pedido foi feito por Tanzânia e Zâmbia. A alegação é mais ou menos simples: vende-se legalmente a mercadoria (que vem de elefantes que morreram naturalmente ou foram apreendidos, depois de mortos por caçadores), e isso faz a demanda cair. O problema é que não há dados (confiáveis) que mostrem essa relação entre venda legal e diminuição do contrabando. A moratória foi estabelecida ainda em 1989, quando as populações de elefantes haviam caído abruptamente na África Oriental e Central. Desde então, a venda legal foi permitida, em 1997 e 2002, a quatro países (Namíbia, Botsuana, Zimbábue e África do Sul). Especialistas e ONGs alegam que o efeito é o contrário: a venda incentiva a caça ilegal, que está aumentando nos últimos anos. Nesse sentido, os grandes vilões são Congo, Nigéria e Tailândia – na outra ponta, está a China, grande consumidora, pois sua classe média associa produtos de marfim à prosperidade. A questão será resolvida nos próximos dias 13 e 15 deste mês, no Catar, quando representantes de 175 nações irão votar. No encontro, 23 países irão pedir uma moratória de 20 anos, para que se dê tempo de aprimorar e expandir a infraestrutura de vigilância sobre o comércio ilegal.

**Será que o físico e astrônomo italiano Galileu Galilei** (1564-1642) realizou aquele experimento com dois corpos de massas diferentes deixados cair do alto da torre de Pisa? Provavelmente, não. O físico e matemático inglês Isaac Newton (1643-1727) teria se inspirado na queda de uma maçã para chegar às suas ideias sobre a gravidade? Provavelmente, sim. Forte evidência em relação a esta última afirmação está em *Memoirs of Sir Isaac Newton's Life* (*Lembranças da vida de Sir Isaac Newton*), que agora está graciosamente disponível em forma de manuscrito pela Royal Society. Como aperitivo ao leitor amante da história da ciência, segue breve tradução da passagem em questão: “Depois do jantar, estando o clima ameno, nós nos dirigimos ao jardim e bebemos chá, sob a sombra de macieiras. Ele [Newton] me disse que se encontrava em situação semelhante quando, anteriormente, a noção de gravitação veio à sua mente. Ela foi ocasionada pela queda de uma maçã, enquanto ele estava sentado em estado contemplativo. Por que aquela maçã sempre cai perpendicularmente rumo ao chão?, ele pensou.” A biografia foi escrita por William Stukeley (1687-1765), um dos fundadores da área de arqueologia, mas publicada só em 1752, portanto bem depois da morte de Newton. Outros relatos da época, porém, trazem a mesma história sobre a maçã. Por sinal, na mesma seção, ‘Turning the pages’, estão outros clássicos da ciência, que também podem ser folheados virtualmente. A leitura é fácil, pois as páginas dos livros podem ser ampliadas. Dica: escolha a opção ‘silverlight version’. Endereço: <http://royalsociety.org/Turning-the-Pages/>

Frontispício da biografia de Newton, escrita por Stukeley e publicada em 1752



ROYAL SOCIETY

## EM FOCO

**FAÇANHA DA MICROELETRÔNICA •**

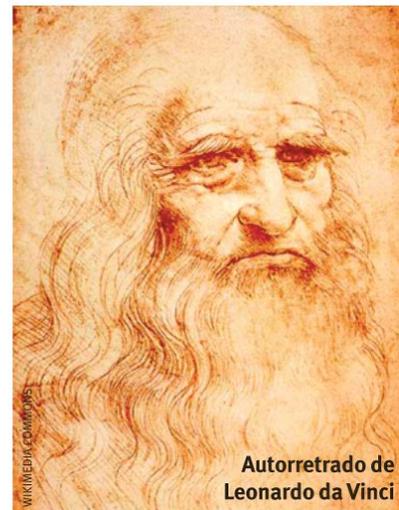
Muito se fala da era da informação, internet etc. Mas, por vezes, se esquece que ela só foi possível graças a outra era, a da microeletrônica, aquela que miniaturizou os componentes eletrônicos. Essa diminuição continua (e continuará) importante, até que as partes de um circuito atinjam as dimensões de átomos de moléculas. Até lá, será importante inventar e aprimorar diminutos dispositivos, como esse aí sobre a moeda de um centavo de dólar (que tem mais ou menos o mesmo diâmetro, 1,7 cm, de nossa moedinha de um centavo). Desenvolvido pela Universidade de Michigan (Estados Unidos), esse micros sensor funciona com energia solar, sendo mil vezes menor que seu similar comercial.

Segundo os autores, o sensor é praticamente perpétuo, bastando que receba, de tempos em tempos, um pouco de luz (que pode ser a do ambiente). A estratégia para a longevidade é permanecer 'dormindo'

e só acordar, a intervalos de minutos, para efetuar uma medição, voltando aí ao repouso. Seu consumo de energia é aproximadamente um nanowatt (bilhões de vezes menos que o de uma lâmpada caseira). Dentro do sensor, há um microprocessador, um primo bem diminuído daqueles que estão nos computadores caseiros. As dimensões do miniartefato são 2,5 x 3,5 x 1 mm, o que dá um volume de quase 9 mm<sup>3</sup> (grosseiramente, o volume de um grão de arroz).

Os pesquisadores dizem que o micros sensor poderá ser usado dentro do corpo humano, para medir a pressão dos olhos em quem tem glaucoma ou a do cérebro em pacientes com trauma. E até para acompanhar o desenvolvimento de tumores. Nesses ambientes, ele poderia absorver energia na forma de calor ou mesmo do movimento.

O dispositivo foi apresentado na última Conferência Internacional de Circuitos de Estado Sólido, em San Francisco (Estados Unidos).



Autorretrato de Leonardo da Vinci

**SINTONIA FINA**

A **Monalisa** seria um autorretrato de seu autor, o polímata italiano Leonardo da Vinci (1452-1519)? Ou imagem inspirada na mãe dele? Pintar-se de mulher seria indicativo de sua homossexualidade? Ou (a versão mais aceita) a imagem é a de Lisa del Giocondo, mulher de um rico comerciante de Florença? Uma equipe de cientistas italianos ligados ao Comitê Nacional para a Herança Cultural resolveu tirar a dúvida em relação à hipótese de autorretrato. Para isso, está pedindo permissão das autoridades francesas para desenterrar os restos de da Vinci. A ideia é comparar o formato do crânio com a Monalisa. Soa fácil e interessante, mas há obstáculos. Da Vinci morreu aos 67 anos e foi enterrado no Chateau Ambroise, no vale do Loire (França). O local foi destruído na Revolução Francesa (1789), e os supostos restos de da Vinci foram levados para a capela de Saint-Hubert, nas proximidades do primeiro túmulo. Então, como ter certeza de que ossos e dentes são mesmo do grande pintor? Os pesquisadores italianos pretendem comparar o DNA desses restos com os de membros reconhecidamente da família da Vinci. E, de quebra, ainda fazer testes para descobrir do que o mestre italiano teria morrido (envenenamento e doenças como tuberculose e sífilis deixam marcas genéticas).

FOTO DAHYEON KIM

## BIOLOGIA

### MOSQUITOS: REPELIR, CONFUNDIR, ATRAIR

Já foi dito que, se o mundo fosse perfeito, seres como mosquitos não existiriam. Agora, foi dado um passo importante para, quem sabe, banir definitivamente esses insetos do contato com humanos.

Pesquisadores norte-americanos descobriram 27 receptores (proteínas) usados por esses insetos para rastrear odores humanos. Isso foi obtido para o *Anopheles gambiae*, transmissor da malária, principalmente na África. No mundo essa doença mata cerca de 2,1 milhões de pessoas por ano. No Brasil, o principal vetor da doença é o *Anopheles darlingi*.

Com esse conhecimento, os pesquisadores esperam que sejam desenvolvidos compostos que interajam com esses receptores, fazendo com que a habilidade dos mosquitos para encontrar humanos seja debilitada. Assim, o comportamento dos insetos poderia ser controlado, levando-os a serem ludibriados, repelidos ou atraídos para armadilhas químicas.

*Nature*, 03/02/10

## PALEOANTROPOLOGIA

### DNA DO HOMEM PRIMITIVO

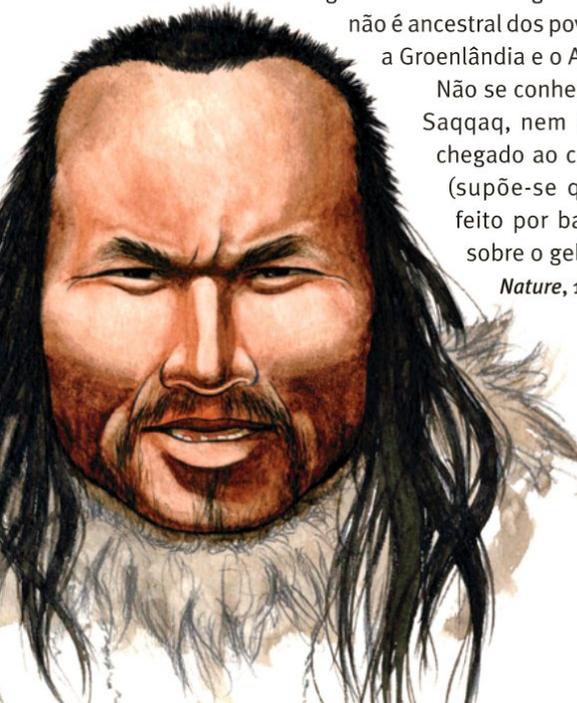
Ele tinha olhos castanhos; cabelos pretos e grossos, apesar da propensão à calvície; dentes com as pontas mais largas que a base; cera seca no ouvido, o que o tornava vulnerável a infecções; e metabolismo adaptado ao clima frio. Nosso perfilado morreu cedo, e sua origem era o extremo Oriente.

Tudo isso foi possível com a análise genética de fios de cabelos de um homem da etnia Saqqaq, batizado Inuk, que viveu há 4 mil anos, na Groenlândia, onde foi encontrado. Ele vem, segundo seu material genético, da Sibéria, mas não é ancestral dos povos que hoje habitam a Groenlândia e o Alasca.

Não se conhece o destino do povo Saqqaq, nem mesmo como tenha chegado ao continente americano (supõe-se que isso tenha sido feito por barco ou caminhando sobre o gelo).

*Nature*, 11/02/10

**Impressão artística de Inuk, homem primitivo que teve seu DNA sequenciado**



**Bohr e Einstein, em uma das várias discussões desses dois físicos sobre os fundamentos da mecânica quântica**

## HISTÓRIA DA CIÊNCIA

### DISSIDENTES QUÂNTICOS

Na última década, a área de história da ciência no Brasil tem emplacado bons artigos em revistas internacionais de prestígio. E essa internacionalização vem lhe valendo reconhecimento. Caso emblemático dessa boa safra ganhou destaque elogioso em *Nature Physics*.

O artigo 'Quantum dissidents' (Dissidentes quânticos), de Olival Freire Jr., do Instituto de Física, da Universidade Federal da Bahia, traz o esboço biográfico de nove pesquisadores que, cada um a seu modo, transformaram em respeitável campo de pesquisa a área sobre os fundamentos da física, em uma época em que o tema ou era tabu, ou era mera 'filosofia'. Esses pioneiros enfrentaram obstáculos, pondo, muitas vezes, a carreira em risco. Fundamentos da física, no caso, são as chamadas interpretações da mecânica quântica, teoria que lida com o microuniverso dos átomos e das moléculas.

O artigo, por meio dessas breves biografias, vai mostrando ao leitor toda a (bela) complexidade histórica em torno de um assunto que, para a maioria dos físicos da década de 1960, era tido como completamente 'resolvido' pelo físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) e seguidores – apesar de essas ideias sempre terem enfrentado a profunda e contundente discordância de Albert Einstein (1879-1955). Na opinião desta coluna, um dos destaques do texto é mostrar como o cenário de rebeldia de maio de 1968 na Europa e nos Estados Unidos influenciou a tomada de decisão de alguns desses dissidentes. Nas palavras de um deles: "a guerra do Vietnã dominou os pensamentos políticos da minha geração. Sendo um jovem estudante dessa era de pensamento revolucionário, eu naturalmente queria 'chacoalhar o mundo'".

Freire Jr. vai entremeando semelhanças, discórdias, teimosias e idiossincrasias desses rebeldes, para mostrar que a retomada desse campo está longe de ser apenas marcado por resultados experimentais e artigos. Além disso, a 'mera filosofia' exercida por esses dissidentes está na base do que é hoje a chamada informação quântica, campo com amplas aplicações neste início do século, entre elas a de computadores extremamente velozes. Ou seja, a filosofia virou tecnologia promissora.

*Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, v. 40, pp. 280-289, 2009.

## BIOCOMBUSTÍVEIS: BOA E MÁ NOTÍCIA

Em curto período de tempo, o álcool brasileiro recebeu a boa notícia de que teria sua taxa de importação diminuída nos Estados Unidos, por ter sido considerado combustível verde. Mas, pouco depois, veio a faceta ecológica do cenário: a produção de biocombustíveis no Brasil vai deixar o país no vermelho no que diz respeito à redução da emissão de carbono. E a conta poderá levar dois séculos e meio para ser zerada. Essas foram as conclusões

de estudo feito por pesquisadores da Universidade de Kassel (Alemanha), com base em um modelo computacional. A equipe concluiu que, em 2020, o Brasil, caso atinja as metas que se impôs quanto à produção de biocombustíveis, estará no negativo em relação às emissões de carbono. Posto de modo simples: i) o biocombustível evita que X toneladas de carbono sejam lançadas na já carregada atmosfera; ii) o impacto do avanço da agropecuária sobre áreas da Amazônia e do cerrado – para onde será empurrado, segundo os pesquisadores, o gado – gera Y toneladas de carbono. Conta

simples:  $X - Y$  dá um número negativo. Esse saldo devedor começará, segundo o grupo de Kassel, lá por 2020.

Segundo a equipe de David Lapola, responsável pelo estudo, o equilíbrio das contas, caso o cenário se concretize, poderá levar cerca de 250 anos. Conselhos dos autores para evitar a catástrofe: i) aumentar a densidade de gado nas pastagens; ii) plantar mais palmeiras do que a convencional cana-de-açúcar. Os pesquisadores esperam que os resultados ajudem o governo brasileiro a planejar sua política nessa área.

*PNAS, 08/02/10 on-line*

## PSICOLOGIA

### RELIGIÃO: ADAPTAÇÃO OU CAPACIDADE COGNITIVA

Neurocientistas sabem que, no final das contas, o sentimento religioso está no cérebro. Fato. Mas, do ponto de vista da evolução, quais as origens da religião?

Duas hipóteses principais respondem à pergunta acima. Primeira: a religião teria surgido como solução para a colaboração entre humanos não relacionados geneticamente. Segunda: religião é apenas o subproduto de uma capacidade cognitiva que nós, humanos, já tínhamos.

Dois pesquisadores, Ilkka Pysiäinen, do Colégio de Estudos Avançados de Helsinque (Finlândia), e Mark Hauser, da Universidade Harvard (Estados Unidos), fizeram levantamento minucioso de experimen-

tos feitos até agora ligados à chamada psicologia moral, para ver se era possível decidir sobre as duas hipóteses.

Segundo os autores, apesar das muitas diferenças na formação religiosa – ou mesmo a ausência de religião –, os participantes desses experimentos não apresentaram diferenças de julgamento moral quando apresentados a um dilema. Ou seja, julgamento de certo e errado parece operar nos humanos independentemente de vínculo religioso.

A conclusão dos dois pesquisadores é que os experimentos nitidamente favorecem a segunda hipótese. Para eles, a religião, no entanto, pode ter tido um papel no sentido de facilitar ou estabilizar a cooperação entre grupos.

*Trends in Cognitive Sciences, 08/02/10 on-line*

## MEDICINA

### O VILÃO É O COLESTEROL?

Há questões que, pelo tempo e volume de pesquisa dedicados a elas, parecem já estarem respondidas há décadas. Uma delas: Como o colesterol causa a doença cardíaca? Não se sabe. Agora, os resultados de uma interessante pesquisa trazem evidências de que essa gordura talvez nem seja a vilã da hora.

Sabe-se que os macrófagos, células do sistema imune responsáveis por engolfar patógenos e células mortas, também engolem e degradam derivados do colesterol. Supõe-se que, quando há excesso de colesterol, os macrófagos engordam, ganham formato esponjoso e passam a ser chamados células

espumosas. São estas últimas que se colam à parede dos vasos e levam à formação de placas que obstruem as artérias.

Agora, a equipe de Jay Heinecke, da Universidade de Washington, em Seattle (Estados Unidos), trouxe à tona evidências de que o colesterol pode nem mesmo estar envolvido com a formação de placas. Para eles, o foco da atenção deveria ser uma cadeia de proteínas. Quando há muito colesterol, essa cadeia se rompe, sendo que drogas como a popular sinvastatina restabelecem o funcionamento dela.

Em experimentos com camundongos, os pesquisadores mostraram que as células espumosas se formam mesmo que os animais não ingiram colesterol. Para isso, bastou modificar geneticamente esses roedores para que eles deixassem de

## GENÉTICA

## GENE DO ENVELHECIMENTO

Dizem que a verdadeira idade está na cabeça. Falso. Está em uma estrutura celular cujo papel se assemelha ao daquela pontinha de plástico dos cadarços de tênis.

A tal pontinha do cadarço chama-se telômero, que protege a integridade dos cromossomos, onde, por sua vez, estão os genes (ver CH 265, edição especial desta coluna sobre o prêmio Nobel). O comprimento dessas ‘capinhas’ é proporcional à idade biológica. Quanto mais curto, mais velho (biologicamente falando) é seu portador.

Agora, a equipe de Tim Spector, do King’s College de Londres (Inglaterra), descobriu o que pode tornar os telômeros mais curtos. São variações genéticas nas proximidades do gene TERC (já se sabe que este último tem papel importante no comprimento dos telômeros). A equipe mostrou que essas pequenas alterações nas sequências de ‘letras’ que formam o código genético fazem uma pessoa envelhecer mais rápida ou lentamente. Segundo os autores, para indivíduos portadores dessas variações, a idade biológica pode ser de três a quatro anos superior à idade cronológica. Ou seja, essa pessoa está programada geneticamente para envelhecer mais rápido que outra sem essas alterações.

Segundo Spector, se alguém que carrega essas variações se expuser a riscos, como tabagismo, obesidade, sedentarismo, pode acelerar ainda mais seu envelhecimento biológico, aumentando a probabilidade de ser acometido por doenças relacionadas ao envelhecimento, como Alzheimer e Parkinson.

Os resultados reforçam o que experimentos já haviam indicado: certos tipos de cânceres e doenças do coração estão relacionados à idade biológica e não cronológica.

*Nature Genetics*, 07/02/10 on-line

fabricar uma ou mais proteínas dessa cadeia. Neles, formaram-se células espumosas.

Como o colesterol leva à doença cardíaca? A resposta parece ser mais complexa do que se pensava. Para Heinecke, qualquer elemento que perturbe essa cadeia de proteínas leva à doença cardíaca. E, portanto, seria mais importante restaurar essa normalidade do que combater simplesmente o colesterol ou outro ator isolado.

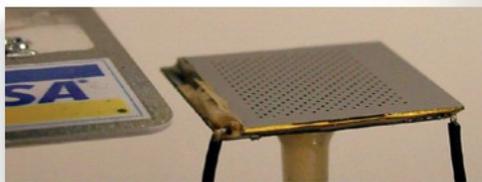
A CH publicou recentemente dois artigos sobre o tema. Valem ser lidos, pois trazem informações que, em geral, não aparecem na mídia: ‘Arteriosclerose: infecção e doença cardiovascular’ (CH 154, p. 24) e ‘Aterosclerose: nova técnica avalia risco e ajuda a prevenir a doença’ (CH 265, p. 34). Confira.

*Cell Metabolism*, 03/02/10

## SINTONIA FINA

O leitor desta coluna já viu o assunto aqui, em excelente comentário feito pelo pesquisador Olaf Malm, então editor de ciências ambientais de CH. (‘Autismo é associado ao uso excessivo de vacinas’, CH 175, p. 17.) Mas agora há novidades. A prestigiosa revista médica *The Lancet* deu como falsos os resultados apresentados em artigo publicado ainda em 1998. Nele, o autor sugeria relação entre a vacina tríplice (sarampo, caxumba e rubéola) e o desencadeamento de autismo em crianças. O trabalho causou, segundo a revista, tremendo desserviço, pois muitos pais, alarmados, deixaram de vacinar os filhos, o que levou a um aumento nos casos de sarampo à época. Veredito final da revista, depois de longa averiguação por um conselho especializado: o autor do artigo, Andrew Wakefield, é acusado de quebrar as normas da boa pesquisa e agir desonestamente – Wakefield estava à época ligado financeiramente a uma associação de pais cujos filhos eram autistas e que queria provas científicas da suposta relação. Desde que saiu, há cerca de 12 anos, esses resultados têm sido motivo de controvérsias e continuamente desmentidos pela comunidade médica – além do autismo, o artigo também apontava para uma relação entre a vacina e problemas intestinais. Por que tanto tempo depois? Bem, ainda em 2004, a própria *The Lancet* se defendia, alegando direito de “divulgar novas ideias”. Especialistas disseram que foi restaurada a boa reputação de uma excelente vacina. Estuda-se agora até a retirada do registro médico de Wakefield, que alega que todo esse processo de revisão tem sido “injusto e infundado”.

Há exatos 50 anos, cinco instituições norte-americanas, entre elas corporações e universidades, davam resposta a pedido do estabelecimento militar norte-americano: inventar o raio da morte, sem se preocupar com custos. Assim nasceu o *laser*, que está mais para raio da vida, dada sua vasta aplicação em benefício da humanidade – invenção que faz jus ao ‘1001 utilidades’ da palhinha de aço. Do leitor de código de barras do supermercado ao bisturi, o *laser* talvez seja uma das ferramentas mais importantes da humanidade. O desenvolvimento desse tipo de luz coerente (ou seja, que não se espalha) está longe de ser pacífica. Mas a guerra ficou mesmo entre os competidores. Quem merece levar os créditos pela invenção? Que forças sociais e econômicas estavam por trás dessa competição? Quais as controvérsias sobre o desenvolvimento dessa nova forma de luz? Agora, isso pode ser visto, ouvido e lido do seu computador, na bela e instrutiva exposição virtual *Bright idea: the first lasers* (Ideia brilhante: os primeiros lasers), realizada pelo sempre competente Centro de História da Ciência do AIP (Instituto Norte-americano de Física). Destaque para as entrevistas com alguns dos envolvidos na invenção. Página inicial: <http://www.aip.org/history/exhibits/laser/>.



Acima, parte superior do dispositivo, cujo tamanho é comparado ao de um cartão de crédito. Ao lado, o novo 'adesivo' em ação



MICHAEL VOGEL/PAUL STEEN/CORNELL UNIVERSITY

## BIOENGENHARIA

### SUPERADESIVO DE ÁGUA

O ilustre físico brasileiro César Lattes (1924-2005) gostava de citar uma frase atribuída ao polímata italiano Leonardo da Vinci (1452-1519): "Vá aprender suas lições na natureza". Fazendo isso, dois pesquisadores norte-americanos acabaram inventando uma supercola, à base de água, que gruda e desgruda com a passagem de corrente elétrica.

A história da invenção começa em 2000, quando o biólogo Thomas Eisner e colega, da Universidade Cornell (Estados Unidos), observaram que o besouro *Hemisphaerota cyanea* tinha a capacidade de ficar pendurado por longo período por meio de gotículas de água. Essa 'cola' líquida podia aguentar até 60 vezes o peso do inseto por períodos de aproximadamente dois minutos.

Com base nessa proeza do besouro, Michael Vogel e Paul Steen, ambos de Cornell, desenvolveram artefato que funciona usando igualmente a chamada tensão superficial de um líquido (o mesmo fenômeno que permite a um mosquito permanecer sobre a água, por exemplo). O dispositivo consiste de três placas: a primeira, abaixo, mantém o líquido; a do meio é porosa; a terceira tem centenas de microfuros. Quando se aciona uma bateria de 9 volts, o líquido passa por esses diminutos orifícios, o que faz com que essa placa superior grude em outra superfície.

Protótipos conseguiram segurar, para cada 1 cm<sup>2</sup> de área, uma massa de 10 g (foto), com furos de 150 milésimos de milímetro (150 micrômetros) de diâmetro. Com um milhão de furos, de um micrômetro apenas, o dispositivo poderia segurar cerca de 13 kg por cm<sup>2</sup>.

A vantagem da invenção é o fato de o dispositivo grudar e desgrudar com o acionamento da bateria. Vogel e Steen, que acabaram trocando a água por óleo, por razões físico-químicas deste último, acham que a invenção poderá levar à construção de luvas e calçados para subir pelas paredes, a *la* Homem-Aranha, ou 'post-its' que aguentam cargas pesadas.

PNAS, 03/02/10 on-line

## LEIA NA CH ON-LINE

**MEDICINA > Ameaça invisível >** Estudos recentes apontam novos riscos associados a um velho inimigo. Uma pesquisa mostrou que resíduos de nicotina provenientes da fumaça do cigarro podem gerar compostos cancerígenos; outra identificou centenas de bactérias patogênicas no tabaco.

→ <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/02/ameaca-invisivel>

**SAÚDE > Menos TV, mais movimento >** Pesquisa norte-americana mostra que reduzir pela metade o tempo gasto em frente ao televisor diminui o sedentarismo em pessoas acima do peso, o que leva a um maior consumo de energia e pode auxiliar o emagrecimento.

→ <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/02/menos-tv-mais-movimento>

**PALEONTOLOGIA > Pegadas dos mais antigos quadrúpedes >** Equipe de paleontólogos encontra marcas fósseis deixadas pelo caminhar dos primeiros animais a andar sobre quatro patas na terra e descobre que esses seres surgiram bem antes do que se pensava.

→ <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/01/pegadas-dos-mais-antigos-quadrupedes>

**MEDICINA > Quer perder peso? Suba a serra! >**

Pesquisa constata que obesos perdem peso durante estadia em montanha. A alta altitude causa um aumento do metabolismo e uma redução do apetite, mas os cientistas ainda não sabem por quê.

→ <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/02/quer-perder-peso-suba-a-serra>

**GEOCIÊNCIAS > Dunas marcianas >** Estudo com a participação de um brasileiro desvenda o mecanismo de formação de dunas em Marte e revela novos dados sobre o comportamento no planeta vermelho.

→ <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/02/dunas-marcianas>

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

### Cássio Leite Vieira

Ciência Hoje/RJ

FONTES: 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 (AMERICAN PHYSICAL SOCIETY), 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

# Homo sapiens 'kamikazis'

**Franklin Rumjanek**

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



Já comentamos, há algumas colunas, sobre a paradoxal atitude humana no que tange ao meio ambiente. Por que, mesmo cientes das consequências potencialmente irreversíveis de seus atos, os humanos continuam a destruir a natureza? A pergunta ficou no ar, mas agora, juntando uma coisa ali, outra aqui, gradualmente uma resposta parece emergir. Nosso estranho comportamento de fuga da natureza pode resultar de uma crença enraizada de que não fazemos parte desta.

Ao aceitar o prêmio Nobel de literatura, em 1949, o norte-americano William Faulkner (1897-1962) escreveu: "Recuso-me a aceitar o final da humanidade... Acredito que o homem não vai simplesmente tolerar uma situação, ele vai prevalecer. Ele é imortal não só porque é o único entre as criaturas a ter uma voz incansável, mas porque tem uma alma, um espírito capaz de compaixão, sacrifício e tenacidade." Essa exaltação da espécie humana sobre as demais é reforçada em outro livro seu, *Os desgarrados*. Logo na abertura do texto, Faulkner faz uma 'hierarquia da estupidez' em animais e diz: "Os cavalos estão na posição mais baixa da lista, porque simplesmente são demasiadamente estúpidos." Ele afirmava isso porque todos os animais exibem um forte instinto de preservação, mas o cavalo parece ignorá-lo, podendo cavalgar até a morte se seu cavaleiro assim desejar. Com isso, porém, Faulkner expressa, sem perceber, certa contradição. Ele despreza, por um lado, a inteligência do cavalo, alegando que este abdica de um instinto fundamental, enquanto, por outro, enaltece os humanos, que mesmo em seu tempo já percorriam conscientemente uma trajetória de autodestruição semelhante.

A diferença entre os dois é apenas a escala de tempo. E, no caso dos humanos, é seu intelecto que assume o papel do cavaleiro instigador. A tentativa de Faulkner de absolver os humanos argumentando que não podemos escapar de nossa natureza (grandiosa) é um tanto ingênua, pois nenhum ser vivo escapa dessa imposição. Quando por acaso escapam, são extintos. Se formos honestos, devemos admitir que Faulkner foi nosso porta-voz. Acreditamos que não somos somente mais uma espécie do ecossiste-

ma: somos excepcionais e isso basta para justificar nossas ações.

Uma varredura retrospectiva de nossa história mais recente mostra que há, entre os humanos, um forte desejo antiecológico. Graças à tecnologia, estamos cada vez mais polarizados e distantes da natureza. Pior, a natureza passou a simbolizar algo que não só atrapalha o progresso, mas que simultaneamente nos ameaça. A reação a esse medo inconsciente é a construção de metrópoles semelhantes às antigas cidadelas, mas que têm, hoje, a finalidade de nos proteger não de bárbaros, mas do mundo natural.

Além de nossa clausura voluntária, outro exemplo desse medo é bem visível na cultura popular expressa por certos programas de suposta divulgação científica, que exibem uma visão bastante travestida da natureza. Nessas séries, são comuns dois tipos de apresentação: as que lançam mão de repórteres cuja principal tarefa é irritar animais variados e aquelas que visam instilar o temor, exibindo baleias e tubarões assassinos, cobras traiçoeiras, insetos ameaçadores etc., e caracterizando a natureza como uma 'entidade' essencialmente vingativa, que recorre a terremotos, tsunamis e vulcões para nos castigar.

É claro que nem todos pensam assim. Felizmente, há uma reação incipiente, embora possa ter chegado tarde. Recentemente, o ensaísta norte-americano Richard Louv lançou um livro com título curioso: *A última criança da floresta: salvando nossas crianças da doença do déficit da natureza*. Esse e outros livros comentam sobre o êxodo da natureza e sobre possíveis formas de contorná-lo, mas admitem que as próprias crianças optam por um ambiente estritamente artificial. Há, no livro de Louv, uma citação eloquente de uma criança que diz preferir o ambiente doméstico porque a floresta não tem tomadas elétricas. Se, como se diz, as gerações futuras já começam a vida com o tal déficit, é melhor mesmo jogar a toalha.

---

As metrópoles,  
semelhantes às  
antigas cidadelas,  
têm hoje a finalidade  
de nos proteger não  
de bárbaros, mas  
do mundo natural

# NUTRICO

*As indústrias de cosméticos, que por décadas restringiram suas atividades ao desenvolvimento e comercialização de formulações para aplicação direta na pele, nas unhas e nos cabelos, agora têm feito parcerias com empresas alimentícias para lançar outros tipos de produtos. São cápsulas, bebidas, iogurtes e até doces, que prometem, além de fazer bem à saúde, tornar as pessoas mais bonitas. Estudos estimam que o mercado mundial para os chamados nutricosméticos deve crescer 10% nos próximos cinco anos e atrai cada vez mais o interesse da ciência.*

**Marlus Chorilli**

Faculdade de Ciências Farmacêuticas,  
Pontifícia Universidade Católica de Campinas (São Paulo)

O ser humano viveu por muito tempo em selvas e cavernas.

Nesses tempos pré-históricos, era grande a dificuldade para obter os nutrientes necessários para que o organismo se mantivesse vivo e atuante, e os primeiros humanos recorriam à caça e à coleta de raízes, frutas e sementes para conseguir seu alimento. Eles não conheciam formas de armazenar a caça e os materiais coletados, que se estragavam com facilidade. A procura por alimento, portanto, era sua principal atividade.

Para suportar períodos em que o alimento era escasso, o corpo humano tinha a capacidade (pro-

# SMÉTICOS

## Beleza de dentro para fora?

avelmente herdada de seus ancestrais, que a adquiriram ao longo da evolução) de formar um reservatório de energia na forma de gordura, tecnicamente chamado de tecido adiposo. Se a comida era abundante, os indivíduos comiam o quanto podiam e a energia vinda do alimento que não era imediatamente usado no metabolismo ficava acumulada nesse tecido. Quando faltava alimento, os que tinham bastante energia acumulada no corpo podiam sobreviver até que as condições melhorassem, e os que não a tinham muitas vezes pereciam. Essa reserva de

gordura não é mais necessária para o homem moderno. Ao contrário, o acúmulo exagerado de gordura no corpo faz mal à saúde.

O modo como os humanos encaram os alimentos, bem como as suas funções, sofreu modificações com o passar do tempo. Nas últimas décadas, principalmente, fala-se muito da importância da alimentação não apenas como reserva energética, mas como recurso terapêutico, importante na prevenção e no tratamento de doenças. Os alimentos usados com essa finalidade passaram a ser chamados de nutracêuticos. ▶

## BENEFÍCIOS À SAÚDE

Os alimentos nutracêuticos são os que proporcionam benefícios à saúde, seja na prevenção ou no tratamento de diferentes doenças humanas, e ainda na melhoria do rendimento fisiológico. Para conseguir isso, eles são ricos em substâncias bioativas, ou seja, que têm ações metabólicas e/ou fisiológicas específicas, em geral ligadas ao crescimento, ao desenvolvimento, à manutenção e a outros processos do organismo humano. Com base em suas propriedades, os nutracêuticos podem ser divididos em prebióticos, probióticos e simbióticos.

Os prebióticos são componentes alimentares não digeríveis pelo organismo que atuam principalmente no equilíbrio da flora intestinal e na consistência normal das fezes, sendo encontrados em vegetais folhosos crus (alface, couve, espinafre etc.), em outros vegetais, como cebola, alho, tomate, alcachofra, banana e aveia, e também no mel. Já os probióticos podem ser definidos como suplementos alimentares ricos em micro-organismos vivos que promovem o equilíbrio microbiano no intestino. Além de ajudar a flora intestinal, aumentam a absorção e a fixação de elementos importantes, como cálcio e ferro. Suas principais fontes são iogurtes e leite fermentado. Os simbióticos, por sua vez, contêm substâncias bioativas dos dois grupos já citados e podem ser encontrados em iogurtes, sucos de frutas e/ou vegetais naturais frescos.

Hoje, no entanto, a relação entre os humanos e seus alimentos alterou-se ainda mais, indo além dos nutracêuticos. Já estão disponíveis no mercado produtos que não apenas nutrem, mas atuam também como cosméticos. Denominados nutricosméticos, eles são formulados com substâncias que, segundo estudos científicos, previnem o

envelhecimento da pele e a queda dos cabelos, fortalecem as unhas e até reduzem a celulite e as rugas.

Nutracêuticos e nutricosméticos, porém, não são a mesma coisa. Os primeiros são substâncias encontradas naturalmente em certos alimentos. Já os nutricosméticos são substâncias usadas em formulações industriais que devem ser ingeridas pelos consumidores. São produzidos principalmente na forma de cápsulas, usadas para garantir que os nutrientes benéficos ao corpo e à aparência atinjam os locais onde atuarão.

As cápsulas e outros produtos nutricosméticos não substituem os alimentos, e seu uso deve ser feito em conjunto com uma dieta saudável, variada e balanceada. No entanto, os nutricosméticos podem ser indicados para melhorar a nutrição de pessoas com hábitos alimentares inadequados e irregulares, por tempo determinado e segundo as necessidades individuais. É importante frisar que, embora sejam produtos de última geração e de alta confiabilidade, os nutricosméticos não representam, por si só, uma dieta saudável.

Não existe, hoje, uma classificação específica para esses produtos no Brasil, já que podem pertencer, ao mesmo tempo, às categorias de cosméticos, medicamentos e suplementos nutricionais. Como têm nutrientes que produzem efeitos metabólicos ou fisiológicos e não atuam como cosméticos propriamente ditos (não são aplicados externamente), a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) os classifica, em geral, como 'alimentos funcionais'. Essa categoria inclui alimentos ou ingredientes que, além das funções nutricionais, têm efeitos metabólicos e/ou fisiológicos benéficos à saúde, devendo ser seguros para consumo sem supervisão médica.

Por essa lógica, produtos ingeridos não podem ser considerados cosméticos, devendo ter outro tipo de registro e de normas. Também não há consenso em relação a esses produtos na Europa. A legislação europeia atual classifica os nutricosméticos como gêneros alimentícios, e existe um projeto para definir padrões e harmonizar os apelos mercadológicos dos benefícios desses complementos.

Os produtos nutricosméticos não substituem os alimentos, e devem ser empregados juntamente com uma dieta variada e balanceada



## PRODUTOS DIVERSIFICADOS

Embora já sejam encontrados no mercado diversos produtos que atuam como nutricosméticos, entre eles leites fermentados com lactobacilos que auxiliam a função intestinal e *milk shakes* emagrecedores, do ponto de vista legal essa terminologia ainda não é reconhecida. Acredita-se, no entanto, que esse reconhecimento deve ocorrer em prazo curto, por já existirem dados científicos sugerindo que a ingestão de determinados nutrientes deixa a pele mais hidratada, mais resistente ou com melhor aparência.

Trabalhos científicos publicados recentemente evidenciaram que nutricosméticos contendo ácido ortossilícico são benéficos para a pele (atenuando rugas), para o cabelo (aumentando sua resistência) e para as unhas (tornando-as mais maleáveis e fazendo com que cresçam mais fortes e saudáveis). Outros estudos têm mostrado a eficácia de produtos que contêm colágeno hidrolisado na melhoria da hidratação da pele. O colágeno é uma proteína importante na chamada matriz extracelular, o tecido estrutural presente entre as células, principalmente na pele.

É importante frisar que esses suplementos dietéticos com funções de cosméticos têm como objetivo melhorar o estado e as condições da pele, além de prepará-la para a exposição solar. Eles não substituem os produtos cosméticos de aplicação externa, que agem apenas na aparência da pele. Algumas empresas brasileiras já se mobilizam para atender aos consumidores interessados nesses produtos. Foram lançadas recentemente no país cápsulas com colágeno e vitaminas E e C, além de zinco, que promete aumentar a vitalidade da pele (e do cabelo e das unhas), estimular a produção de colágeno e prevenir e reduzir rugas, além de reter água, hidratando mais a pele.

No exterior, o mercado de nutricosméticos vem crescendo muito no Japão, onde existem farmácias, lojas especializadas e seções de lojas de departamento dedicadas a esses produtos. Algumas empresas oferecem quase 20 itens, entre eles bebidas com colágeno marinho, ceramidas, *ginseng* e vitaminas B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> e C, que se propõem a estimular o organismo a produzir mais colágeno e tornar a pele mais jovem e firme. Nos Estados Unidos, uma grande indústria de bebidas lançou um refrigerante à base de chá verde, que promete queimar entre 20 e 30 calorias por porção (lata). Outra empresa produz uma água com ação antioxidante, constituída de extratos de semente de uva, chá verde e chá branco, que diminui os danos causados à pele pelos radicais livres. Além disso, um chá pronto para beber com ingredientes benéficos para a pele foi lançado por uma parceria entre uma indústria de bebidas e outra de cosméticos.

A Europa é a detentora das grandes marcas de nutricosméticos. Recentemente, um iogurte com substâncias (poli-

fenóis) extraídas do chá verde, além de vitaminas, foi lançado na França e na Espanha, por uma empresa de alimentos. Na Itália, a novidade é um iogurte com vitamina E e uma enzima (coenzima Q10) que, segundo pesquisas, ajuda a combater o envelhecimento das células. Até doces com finalidade cosmética antioxidante existem no mercado internacional. É o caso de chocolates antiacne, com vitaminas e minerais, e balas constituídas por extratos de açaí e chá verde. Na Nova Zelândia, foram lançados nutricosméticos contendo óleo de kiwi, rico em ômega-3, um tipo de gordura essencial ao organismo, que ajudaria a reduzir rugas, e extrato de lichia, que contém um ingrediente ativo capaz de reforçar os mecanismos naturais de defesa da pele. O kiwi (*Actinidia deliciosa*) e a lichia (*Litchi sinensis*) são frutas originárias do sul da China, usadas há milênios na medicina popular.

## PELE FIRME E SAUDÁVEL

Atualmente podem ser encontrados à venda muitos nutricosméticos que visam cuidar da pele. Alguns apresentam em sua composição o elemento selênio, que se associa com macromoléculas para formar compostos antioxidantes.

Outros têm zinco ou pigmentos naturais como licopeno e betacaroteno, além de vitaminas C e E e uma enzima denominada superóxido-dismutase.

Esses componentes têm efeito ▶



Nutricosméticos lançados recentemente no mercado apresentam componentes como óleo de sementes de cassis (A), extratos de quinoa (B) e de agrião (C), lecitina extraída da soja (D) e óleo de cártamo (E)



protetor para a pele. Alguns nutricosméticos são indicados apenas a partir de determinadas faixas etárias, como um produto constituído de pigmentos como bioretinol (precursor da vitamina A) e luteína, além de ômega-3, que visa reduzir rugas e melhorar a hidratação cutânea, indicado a partir dos 30 anos.

Uma tendência atual é o uso de nutricosméticos que combinam cremes para aplicação tópica com cápsulas para ingestão oral. Um produto desse tipo contém uma substância obtida da ostra *Pinctada maxima*, além de vitamina E, selênio, compostos químicos (polifenóis) do chá verde e um complexo de elementos como cobre, zinco e manganês, essenciais aos seres vivos. Acredita-se que esses componentes atuem contra o envelhecimento da pele.

Os lançamentos mais recentes apresentam em sua composição ômega 3 e 6, extraídos de óleos de peixes e de sementes de cassis (*Ribes nigrum*), e vitaminas C e E. Esses componentes têm sido usados para aumentar a hidratação cutânea e obter renovação celular, além de exibir atividade antioxidante.

O óleo das sementes da erva-dos-burros tem sido usado em produtos que intensificam o bronzeamento natural e previnem o envelhecimento da pele



## CABELOS RESISTENTES

Entre os nutricosméticos que atuam fortalecendo e melhorando a aparência dos cabelos, destacam-se os que têm em sua composição extratos de plantas como quinoa (*Mouriria guianensis*), quinoa (*Chenopodium quinoa*) e rúcula (*Eruca sativa*), além de óleo de semente de abóbora (gênero *Cucurbita*). Esses componentes, de acordo com os fabricantes, revitalizam os fios de cabelo, tornando-os mais resistentes, o que reduz a queda, e ajudam a controlar a seborreia.

Outros produtos, além de prevenir a queda, ativam o crescimento capilar, ao aumentar a síntese de queratina, e intensificam o brilho dos fios. É o caso dos que contêm em sua composição extrato de coco (rico em ácido láurico), combinado com o elemento zinco e com vitaminas B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>8</sub> e PP, além de extrato de agrião (*Nasturtium officinale*), farinha de tremço-branco (*Lupinus albus*) e lecitina de soja (*Glycine max*). Também estão presentes os óleos de cártamo (*Carthamus tinctorius*), de dendê (*Elaeis guineensis*) e de girassol (*Helianthus annuus*).

Alguns produtos recentes, compostos de aminoácidos e extratos de chá verde e de sementes de uva, prometem aumentar a densidade dos cabelos, favorecendo o crescimento de fios mais espessos e vigorosos.

## PROTEÇÃO CONTRA O SOL

Os nutricosméticos que protegem o corpo da radiação solar (fotoprotetores ou antissolares), embora aumentem a tolerância da pele à luz, não devem ser usados como substitutos dos protetores solares de aplicação externa. Em geral, a composição desses nutricosméticos inclui chá verde, cacau em pó orgânico, carotenoides, além do extrato das raízes de uma espécie de samambaia (*Polypodium leucotomos*), encontrada nas Américas Central e do Sul. Essa planta



C



D



E

tem atividade antioxidante muito potente. Administrado por via oral, o extrato protege a pele do dano causado pela exposição à radiação ultravioleta. Além disso, reduz a vermelhidão (eritema), os radicais livres, o número de células queimadas pelo Sol e os efeitos tóxicos dos tipos A e B da radiação ultravioleta. Além disso, protege a pele contra manchas escuras e contribui para a prevenção de rugas e da aspereza cutânea.

O chá verde é riquíssimo em polifenóis, poderosos antioxidantes, capazes de neutralizar os radicais livres gerados pela radiação ultravioleta do Sol e prevenir os males causados pelos raios solares. Seu consumo é milenar e estudos têm mostrado sua capacidade de prevenir muitos tipos de câncer. Deve ser consumido na forma de bebidas ou cápsulas. O cacau em pó orgânico, rico em polifenóis, protege contra as radiações e mantém a saúde da pele porque aumenta o fluxo sanguíneo do tecido cutâneo, além de diminuir a perda de água, a aspereza e a descamação da pele. É um dos mais poderosos antioxidantes da natureza, sendo capaz de neutralizar os radicais livres gerados pela radiação ultravioleta dos tipos A e B e proteger a pele contra o envelhecimento precoce e o câncer causado pelo Sol.

Os carotenoides são substâncias antioxidantes capazes de retardar ou proteger a pele contra as queimaduras provocadas pelo Sol. Uma dieta rica em carotenoides (presentes, por exemplo, em alimentos como cenoura, tomate e goiaba) pode prevenir uma série de doenças ligadas à ação dos radicais livres.

Algumas linhas de nutricosméticos disponíveis no Brasil associam carotenóides do pimentão (*Capsicum annuum*) com uma alga (*Dunaliella salina*), visando proteger a pele contra o envelhecimento e a desidratação causada pelo Sol. Outras contêm princípios ativos obtidos por técnicas biotecnológicas, como o fermento láctico (*Lactobacillus johnsonii*),

que acelera a regeneração das defesas celulares da pele, ou associação de extratos de cenoura e tomate, óleos de palma e de sementes de erva-dos-burros (*Oenothera biennis*) e bioflavonoides de limão, que intensificam o bronzeamento natural, favorecendo a pigmentação, além de prevenir o envelhecimento da pele.

## O INTERESSE DOS JOVENS

Observa-se, pelo crescimento do consumo e também pelo aumento do interesse científico por esse tipo de produto, que os nutricosméticos vieram para ficar. E o que intriga a muitos é que os grandes consumidores não são os idosos, mas pessoas jovens que se esforçam para manter uma aparência bonita e saudável. Esse mercado, que em 2008 movimentou US\$ 1,6 bilhão, tende a crescer ainda mais. Afinal, no mundo atual, onde os meios de comunicação reforçam constantemente o culto à beleza, todos querem ficar mais atraentes, e conseguir isso de um modo saudável representa um estímulo ainda maior. ■



### Estudos em cosmetologia

O autor é professor universitário e integra grupos de pesquisa sobre produção de cosméticos e seus efeitos na pele, análise e controle de medicamentos e avaliação da segurança e da eficácia de medicamentos e cosméticos.

#### Sugestões para leitura

- BUSNELLO, F. M. *Aspectos nutricionais no processo do envelhecimento*. São Paulo, Atheneu, 2007.
- EVANGELISTA, J. *Alimentos – um estudo abrangente*. São Paulo, Atheneu, 2000.
- MORES, F. P. & COLLA, L. M. 'Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde', in *Revista Eletrônica de Farmácia*, 32 (nº 2), 2006.

#### Na internet

- [http://www.insumos.com.br/cosmeticos\\_e\\_perfumes/artigos/nutricosmeticos\\_n%2043.pdf](http://www.insumos.com.br/cosmeticos_e_perfumes/artigos/nutricosmeticos_n%2043.pdf)
- [http://www.cosmeticsonline.com.br/ct/ct\\_edicao\\_atual.php](http://www.cosmeticsonline.com.br/ct/ct_edicao_atual.php)

# JALAPÃ

## Pistas do passado em um patrimônio

*Nos últimos tempos, os meios de comunicação têm dado algum destaque para uma região de rara beleza natural e ainda bem preservada no Tocantins, considerada de grande potencial turístico: o Jalapão. Essa região, onde coexistem dunas de areia, rios e córregos de água limpa e suas matas ciliares, extensos campos de cerrado e formações rochosas, também exhibe vestígios de antigas populações humanas, que a tornam de grande interesse para estudos arqueológicos. Sítios de arte rupestre e de alinhamentos de pedras já foram identificados, alguns praticamente intocados, compondo importantes – e ainda pouco estudados – registros da ocupação do Jalapão por comunidades indígenas pré-coloniais.*

**Rodrigo Luiz Simas de Aguiar**

Núcleo de Estudos em Ciências Sociais,  
Faculdade de Ciências Humanas,  
Universidade Federal da Grande Dourados

**Jorge Eremites de Oliveira**

Laboratório de Arqueologia, Etnologia e Etno-história,  
Faculdade de Ciências Humanas,  
Universidade Federal da Grande Dourados

O

natural

A paisagem natural no estado do Tocantins é marcada por campos de cerrado, caracterizados pela presença de árvores baixas e retorcidas, esparsas, associadas a uma vegetação rasteira de gramíneas e poucos arbustos. Os campos de cerrados são manchados por formações rochosas, em geral de arenito, de rara beleza. Nesses espaços, a despeito do intenso calor, a vida selvagem exibe grande diversidade biológica. Essa formação vegetal, semelhante às savanas africanas, é típica de toda a região Centro-oeste e de parte da região Norte, compondo o chamado bioma cerrado. As manchas de florestas ocorrem apenas às margens dos rios que cortam o estado.

Na parte leste do Tocantins há uma região conhecida pelo nome de Jalapão, que intercala áreas arenosas com campos verdejantes (figura 1). Atualmente, essa região está protegida, não só pelo Parque Estadual do



Jalapão, criado em 2001, mas também por outras unidades de conservação em seu entorno, como a Área de Proteção Ambiental do Jalapão, a Estação Ecológica da Serra Geral do Tocantins e o Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba (figura 2).

Para viajantes desavisados, alguns locais dessa região do estado podem ser confundidos com a caatinga, a vegetação associada ao semiárido nordestino. De fato, uma parcela desse mosaico tocantinense é conhecida como 'deserto do Jalapão'. Nessa área, a vegetação é mais esparsa e o mandacaru – um cacto de porte arbóreo, comum no Nordeste – aparece com frequência. Entretanto, diferentemente de outras

Figura 2. O Jalapão, localizado a leste do Tocantins, é um ecossistema único no país, de grande beleza natural, e parte dessa região está protegida por unidades de conservação

Figura 1. A região do Jalapão apresenta áreas arenosas intercaladas com matas e formações rochosas, como na serra Negra, e é atravessada por muitos rios e córregos

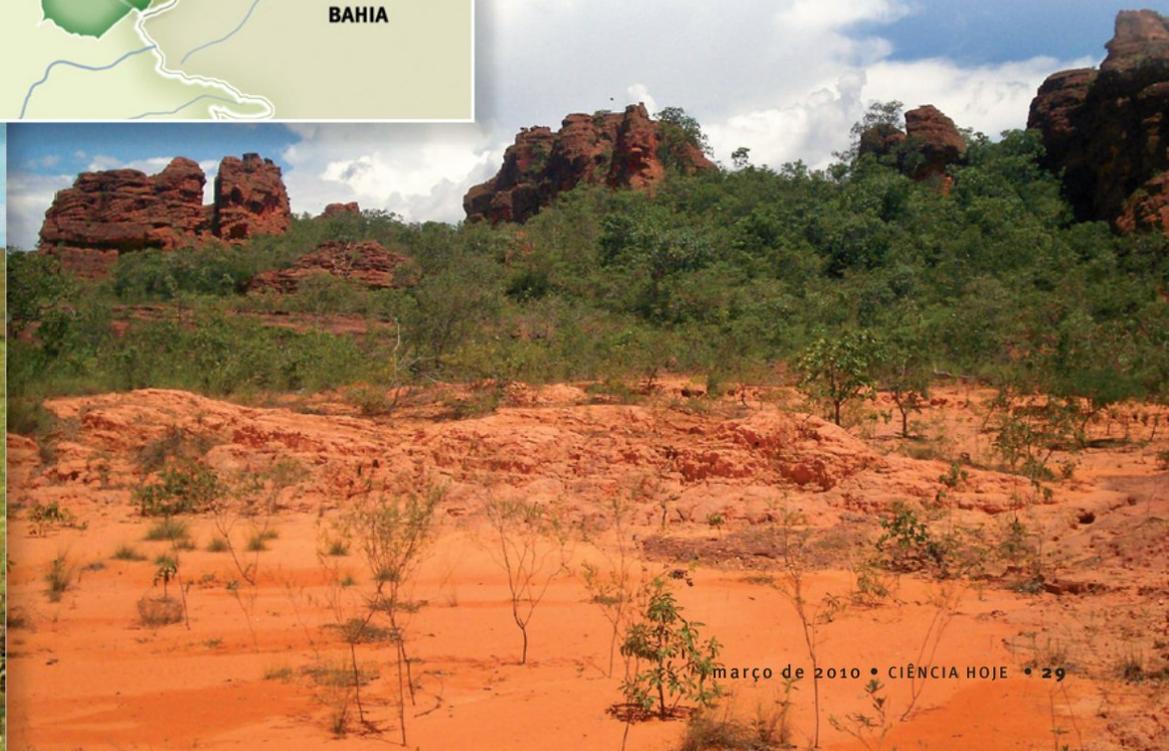




Figura 3. Fragmentos de cerâmica pintada, que ainda precisam ser estudados para a identificação da cultura que fez as peças e a época em que isso ocorreu, foram encontrados na região do rio do Sono

regiões desérticas, onde a vida é quase impossível, o Jalapão é berçário de muitas espécies importantes do Brasil Central. Essa condição só é possível porque as savanas dessa região são fartas em água, seja devido à presença de muitos rios e córregos, seja pelo vasto lençol freático ali existente.

Se hoje, mesmo diante da destruição ambiental causada por atividades humanas como o desmatamento, a agricultura e a pecuária, em poucas horas

de caminhada os encontros com espécies da fauna local são constantes, nos tempos pré-coloniais os animais – veados, onças, lobos-guarás, tamanduás, tatus, jacarés, lagartos, aves e muitos outros – eram ainda mais abundantes. O Jalapão, naqueles tempos, era um imenso manancial de recursos alimentares, que certamente atraía as populações humanas de então. Assim, não é de se estranhar que muitos sítios de interesse arqueológico sejam encontrados nas savanas tocantinenses.

## Primeiras populações

A caça, a pesca e a coleta eram a base da economia das primeiras populações do Jalapão, que se assentaram na região há cerca de 10 mil anos. Para essas atividades eles fabricavam instrumentos de pedra lascada, e provavelmente de ossos e madeira, mas não há vestígios desses últimos, que se deterioraram com o tempo. Os instrumentos de pedra lascada encontrados ali são semelhantes aos pertencentes à tradição arqueológica Itaparica, constituídos, basicamente, de núcleos, lascas e lâminas. Uma tradição é um conjunto de práticas e técnicas culturais e de produção, e a tradição Itaparica foi identificada em antigas ocupações humanas em Goiás, Minas Gerais, Pernambuco e Piauí.

Figura 4. O rio do Sono é um dos cursos d'água que atravessam a região do Jalapão



O aparecimento de grupos ceramistas em ambiente de cerrado ocorreu há cerca de 4 mil anos, como é evidenciado pela presença de uma indústria oleira conhecida como tradição Una. A cerâmica desses primeiros grupos é basicamente utilitária: eles produziam pequenos recipientes destinados ao preparo de alimentos. Outros povos ceramistas entraram em território tocantinense há mil anos, como mostram sítios arqueológicos mais abundantes, relacionados às tradições Aratu e Uru. Esses povos trouxeram novos padrões cerâmicos, que incluem a produção de vasilhas de grandes dimensões, algumas inclusive decoradas com pinturas ou incisões. No Jalapão também há vestígios de povos ceramistas, mas a identificação de sua filiação cultural ainda depende de maiores estudos (figura 3).

Uma equipe do Laboratório de Arqueologia, Etnologia e Etnohistória (Etnolab), da Universidade Federal da Grande Dourados, de Mato Grosso do Sul, fez uma vistoria preliminar na área da sub-bacia do rio do Sono, que banha o Parque Estadual do Jalapão. Curiosamente, foi constatado que os vestígios arqueológicos ocorrem preferencialmente em rios menores e córregos, tributários do rio do Sono (figura 4). A opção pelos tributários indica um padrão de assentamento, que prioriza os fluxos de água de menor bojo.

Nesses rios e córregos há grande ocorrência de

peixes, tornados visíveis pela pequena profundidade e pela elevada transparência da água. Além de boas fontes de água potável, esses córregos seriam mais propícios que os grandes rios para a pesca com armadilhas ou com arco e flecha, o que justificaria a maior presença de antigas populações humanas em suas proximidades. Os sítios arqueológicos localizados às margens desses rios e córregos ocupam áreas em quatro municípios tocantinenses: Novo Acordo, Lizarda, Rio Sono e São Félix.

## Pedras amontoadas e alinhadas

A população local tem grande dificuldade de perceber a existência de sítios arqueológicos. Mesmo em áreas com farta ocorrência de cerâmica, os camponeses afirmam desconhecer esse tipo de evidência. Por outro lado, são comuns na fala popular da região as referências aos “amontoados de pedras” e aos “alinhamentos”, estruturas que os atuais habitantes do Jalapão associam a “índios” de um passado distante.

Os amontoados, observados com relativa frequência na paisagem regional, nada mais são que pequenos montes de seixos, com cerca de 2 m

Figura 5. O alinhamento de grandes pedras, no município de São Félix do Tocantins, é um dos vestígios arqueológicos identificados no Jalapão



Figura 6. Outro alinhamento de pedras, este com características geométricas, situado no município de Lizarda, é uma das estruturas mais intrigantes existentes no Jalapão

de diâmetro por poucas dezenas de centímetros de altura, semelhantes a sepulturas. Em apenas uma propriedade, situada às margens do rio Vermelho, a equipe do Etnolab registrou oito desses montículos. Aparentemente, sua distribuição não apresenta qualquer relação com os pontos cardeais, como acontece com muitas antigas estruturas feitas com pedras, em vários lugares do mundo.

Dos vestígios arqueológicos encontrados no Jalapão, os mais intrigantes são os alinhamentos de pedras. A comunidade científica nunca havia apontado a existência desse tipo de vestígio arqueológico para o estado do Tocantins. Foram identificados três sítios, com características peculiares, que vão do enfileiramento de pequenos seixos ao alinhamento de grandes blocos.

O primeiro sítio desse tipo é um alinhamento composto de grandes blocos de rocha ligados pelo enfileiramento de pequenos seixos. A estrutura foi erguida em um platô, no alto de um pequeno monte, cercado por áreas mais baixas e pelo rio Monte Santo. Assim, o local do alinhamento permite uma visão panorâmica do entorno. Essa estrutura, de 83 m de comprimento e alinhada no sentido leste-oeste, está situada no município de rio Sono, mas o sítio, infelizmente, já está parcialmente destruído.

O segundo alinhamento, no município de São Félix do Tocantins, a poucos metros do córrego

Caracol, está totalmente preservado e parece ser o ponto de partida ideal para um estudo arqueoastronômico. O alinhamento é composto por 18 blocos de pedra enterrados, alguns com mais de 50 cm para fora do solo, seguindo um traçado leste-oeste (figura 5). Trata-se de um sítio arqueológico que se aproxima muito da tradição megalítica, caracterizada pela construção de estruturas com rochas de grandes dimensões. Esse tipo de construção é rara em terras brasileiras e, até a descoberta desse alinhamento, desconhecida para o Tocantins. O ângulo da linha de pedras em relação a uma linha leste-oeste (paralela ao Equador) também sugere que o objetivo dessa estrutura seria marcar o nascimento do Sol em determinada época do ano, provavelmente na mudança de uma estação ou de algum ciclo sociocultural.

No município de Lizarda, perto do córrego Espingarda, foi identificado outro sítio arqueológico que segue o padrão de alinhamento de pedras, mas é particularmente intrigante. Os autores desse alinhamento enfileiraram pequenas pedras, com diâmetro de não mais que 30 cm, sobre uma laje de arenito, compondo uma forma esquematizada. Essa forma lembra o desenho de uma casa de quatro cômodos e tem 4,8 m por 4,3 m em suas linhas externas (figura 6). Ainda não há estudos para avaliar a época em que a estrutura foi construída nem para determinar sua finalidade.

## Potencial arqueológico

Os alinhamentos de pedras dos córregos Espingarda e Caracol estão em locais onde a fonte de água sustenta bolsões de vegetação mais arbórea, que se destacam em uma paisagem quase desértica, composta de áreas de vegetação esparsa, com muitos mandacarus e algumas áreas de solo mais úmido, onde ocorrem palmeiras (veredas), entre serras de arenito avermelhado. Embora sejam encontrados nessas serras muitos abrigos rochosos, estes não apresentam vestígios visíveis de habitação ou desenhos rupestres. Existem sítios de pinturas e gravuras rupestres no Jalapão, mas a quase 100 km dos locais dos alinhamentos, em áreas com vegetação mais encorpada, quase similar à da mata atlântica em alguns pontos.

Um dos sítios de arte rupestre está situado em uma formação arenítica conhecida como morro do Homem. Os grafismos ali existentes são petróglifos, ou seja, figuras talhadas na pedra, e foram elaborados em paredes de arenito (figura 7). Mostram formas geométricas variadas, com maior ocorrência

de 'objetos' com três pontas (conhecidos como tridáctilos), triângulos e desenhos que lembram vulvas

ou pegadas de animais, características pertencentes à chamada tradição Geométrica Meridional.

Outro importante sítio de arte rupestre é uma gruta situada no município de rio Sono, a cerca de 30 km da localidade de Novo Horizonte. Nessa gruta, a interferência contemporânea é muito reduzida. Na entrada podem ser percebidas algumas pinturas (pictogramas), já em estado de vestígio, devido à ação do tempo. O fato de ser pouco perturbado torna grande o valor arqueológico desse sítio, inclusive para escavações no solo da gruta. O motivo mais aparente, situado à esquerda da entrada, é uma representação solar. À direita, aparecem outros motivos, como uma cruz e linhas cruzadas.

As evidências de antigas ocupações por populações humanas já encontradas no Jalapão atestam o enorme potencial arqueológico dessas savanas tocaninenses. A variedade dos tipos de sítios arqueológicos e a ocorrência de fenômenos tão incomuns em terras brasileiras, como o sítio megalítico de São Félix, indicam que a arqueologia enfrentará desafios para o estudo e a proteção desse valioso patrimônio. ■



Figura 7. Na região conhecida como morro do Homem, no Jalapão, foram encontrados vários petróglifos, como são chamados os desenhos entalhados em pedras

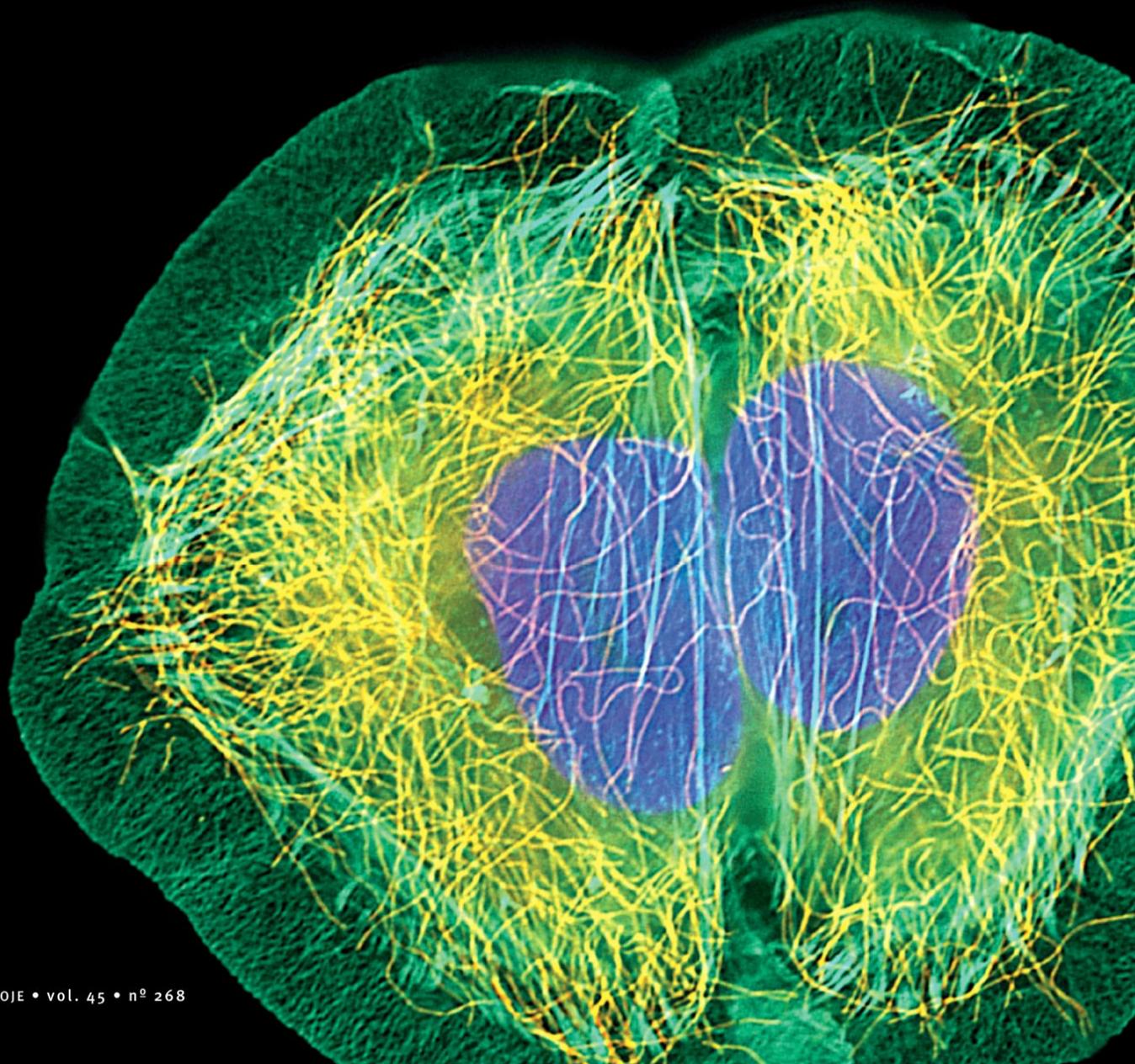
### Sugestões para leitura

- DIAS, O.; ZIMMERMANN, M.; MENESTRINO, E. & ARAÚJO, R. 'O estado do Tocantins: relações arqueológicas', in DIAS, O.; CARVALHO, E. & ZIMMERMANN, M., *Estudos de arqueologia contemporânea*, Palmas, Unitins/IAB, 2006.
- EREMITES DE OLIVEIRA, J. & VIANA, S. A. 'O Centro-oeste antes de Cabral', in *Revista USP*, v. 44(1), p. 142, 2000.
- MORALES, W. F. 'Um estudo de arqueologia regional no médio curso do rio Tocantins, TO', in *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 2007.
- SCHMITZ, P. I.; RIBEIRO, M. B.; BARBOSA, A. S.; BARBOSA, M. O. & MIRANDA, A. F. *Caiapônia: arqueologia nos cerrados do Brasil Central*. São Leopoldo, IAP, 1986.

*As divisões celulares ocorrem nos organismos vivos para aumentar o número de células, mantendo-as geneticamente idênticas. O material genético (DNA) presente nos cromossomos tem que ser copiado corretamente e cópias idênticas devem ser distribuídas para as duas células-filhas geradas em uma divisão. Mas como esse processo complexo ocorre de modo tão coordenado? Estudo recente desvendou a atuação de uma importante proteína, para garantir a ordem e a correção da divisão de uma célula humana, tanto na duplicação do DNA quanto na distribuição das cópias deste às células-filhas.*

**Adriana Silva Hemerly**

*Laboratório de Biologia Molecular de Plantas,  
Instituto de Bioquímica Médica,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro,  
e Diretoria de Pesquisa Científica,  
Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro*



# A PATRULHA DA 'ORDEM E PROGRESSO' DA DIVISÃO CELULAR

**Todo organismo vivo é formado por células**, as unidades biológicas e funcionais básicas, de construção altamente complexa e organizada. O corpo humano, por exemplo, abriga cerca de 100 trilhões de células, todas derivadas de múltiplas divisões celulares e contendo o mesmo material genético, ou genoma (uma longa molécula de ácido desoxirribonucléico, ou DNA), que contém as instruções para a formação de novas células. O DNA é encontrado no núcleo celular em estruturas compactas denominadas cromossomos, cujo número varia para cada espécie animal ou vegetal.

O aumento do número de células nos organismos, tanto no desenvolvimento inicial de um embrião quanto em órgãos e tecidos, na vida adulta, se dá por meio de um processo muito bem regulado e preciso: a divisão celular. Tal processo é essencial para a sobrevivência de organismos multicelulares que têm tecidos renováveis. Para o corpo funcionar normalmente, os órgãos precisam se comunicar e estabelecer um desenvolvimento coordenado e equilibrado de células e tecidos. O número de divisões celulares permanece sob controle e ocorre somente quando há estímulo e se houver necessidade. Esse controle é rigoroso: se todas as células do fígado se dividissem uma vez a mais do que o necessário, o órgão se tornaria duas vezes maior!

Cada divisão celular – também chamada de ciclo celular – ocorre de maneira coordenada. Nesse processo, uma célula-mãe dá origem a duas células-filhas, que terão o mesmo material genético, sem qualquer cromossomo (ou parte dele) a mais ou a menos. Qualquer erro no controle e na precisão desse processo poderá gerar defeitos na composição

do genoma das células-filhas, o que implicará a formação de células geneticamente instáveis e funcionalmente anormais.

## ORDEM E PROGRESSO

A função fundamental do ciclo celular é garantir que o DNA nos cromossomos seja copiado (replicado) corretamente e apenas uma vez, e que as cópias sejam partilhadas igualmente entre as células-filhas. A mecânica do ciclo celular em organismos eucariotos, que contêm seus cromossomos compactados dentro dos núcleos das células (como os humanos), é bem conhecida. Esse ciclo apresenta duas fases principais e duas intermediárias. As principais são a fase de síntese (S), quando é replicado o DNA, e a fase de mitose (M) ou divisão celular, quando os cromossomos se separam e ocorre a divisão do citoplasma (citoquinese). Nas fases intermediárias, chamadas de G1 e G2 (a primeira acontece antes da replicação do DNA e a outra depois), a célula cresce e se prepara para a divisão (figura 1).

Quando a célula recebe algum estímulo para se dividir, começa a fase G1. A célula aumenta e são produzidas as proteínas necessárias para que o material genético seja copiado. Entra em ação um grupo de proteínas conhecido como 'complexo de reconhecimento da origem' (ORC, na sigla em inglês), composto por seis proteínas, denominadas Orc1 a Orc6 (em ordem decrescente de tamanho). Quando a célula está preparada para se dividir, esse complexo associa-se a proteínas reguladoras para formar o complexo pré-replicativo, que tem a função de 'autorizar' o início da duplicação do DNA. ▶

Microscopia eletrônica de espécie de célula da pele humana dividindo-se em duas. O núcleo é mostrado em roxo

Na fase G<sub>1</sub>, a célula se prepara para iniciar o processo de divisão e o grupo de proteínas denominado Complexo de Reconhecimento de Origem (ORC, na sigla em inglês), juntamente com outras proteínas, 'autorizam' a duplicação do DNA

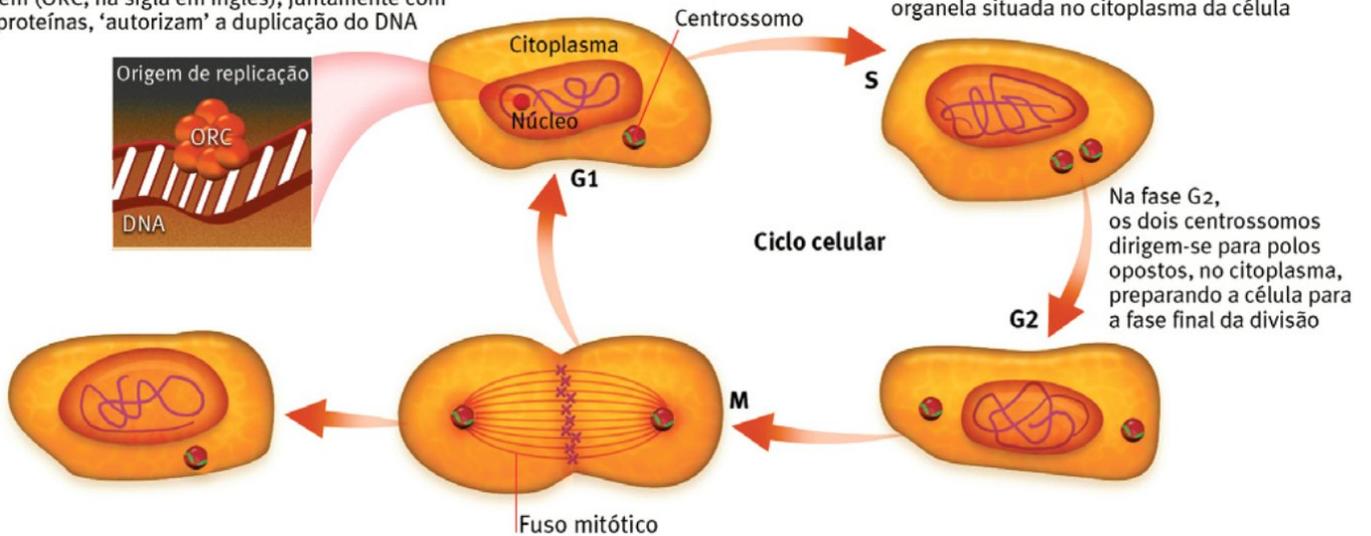


Figura 1. Ciclo de divisão celular em animais, com duas fases principais (síntese, ou S, e mitose, ou M) e duas fases intermediárias (G<sub>1</sub> e G<sub>2</sub>). Por meio da divisão celular, uma célula gera duas novas células geneticamente idênticas, cada uma com uma cópia do material genético da célula original

Grupos das proteínas Orc ligam-se a partes diferentes do DNA, chamadas de 'origens de replicação' por serem os locais onde este começará a se duplicar, e dão o 'tiro de largada' para que a fase S seja iniciada. A duplicação em si, porém, ocorrerá sem a ajuda do complexo, já que este é inativado, no núcleo celular, assim que o material genético começa a ser copiado, garantindo que não haverá outra 'largada', ou seja, que a cada divisão celular seja formada apenas uma cópia do DNA original.

Quando o material genético é totalmente replicado, a célula se organiza (fase G<sub>2</sub>) para que as cópias de cada cromossomo se movam para lados opostos, de modo que as duas células-filhas formadas recebam cópias idênticas do material genético da célula-mãe. Esse fenômeno, chamado de segregação dos cromossomos, ocorre na mitose (fase M). A movimentação dos cromossomos duplicados na célula que está se dividindo é controlada por uma organela denominada centríolo, situada fora do núcleo, no citoplasma (ver 'Centros organizadores').

O centríolo, assim como o DNA, é duplicado apenas uma vez durante o ciclo celular (na fase S). Cada centríolo recém-formado associa-se a feixes de microtúbulos e move-se para uma extremidade da célula quando a mitose começa, formando uma estrutura denominada fuso mitótico

ou acromático. Os dois conjuntos de cromossomos ligam-se aos feixes de microtúbulos e deslizam ao longo destes em direção aos polos do fuso (obrigatoriamente dois, com um centríolo em cada um), para garantir que sejam partilhadas igualmente entre as células-filhas.

É interessante notar que o DNA e o centríolo são copiados em momento semelhante, e ambos os processos exigem regulação precisa para ocorrerem apenas uma vez a cada ciclo celular. Embora já se soubesse que as proteínas Orc ajudam as células a controlar o número de cópias do material genético na divisão celular, um mistério permanecia: como seria controlado o número de cópias dos centríolos? As duplicações do DNA e da organela 'conversam', para não haver falhas?

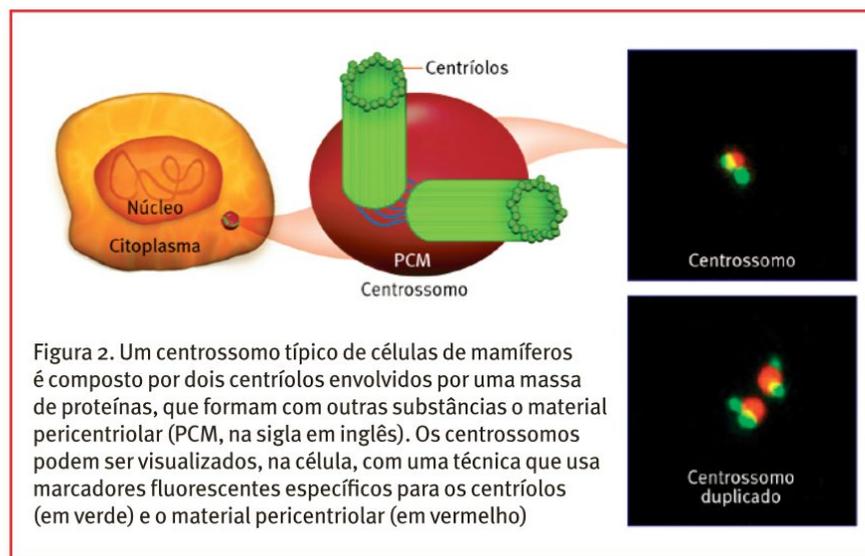


Figura 2. Um centríolo típico de células de mamíferos é composto por dois centríolos envolvidos por uma massa de proteínas, que formam com outras substâncias o material pericentriolar (PCM, na sigla em inglês). Os centríolos podem ser visualizados, na célula, com uma técnica que usa marcadores fluorescentes específicos para os centríolos (em verde) e o material pericentriolar (em vermelho)

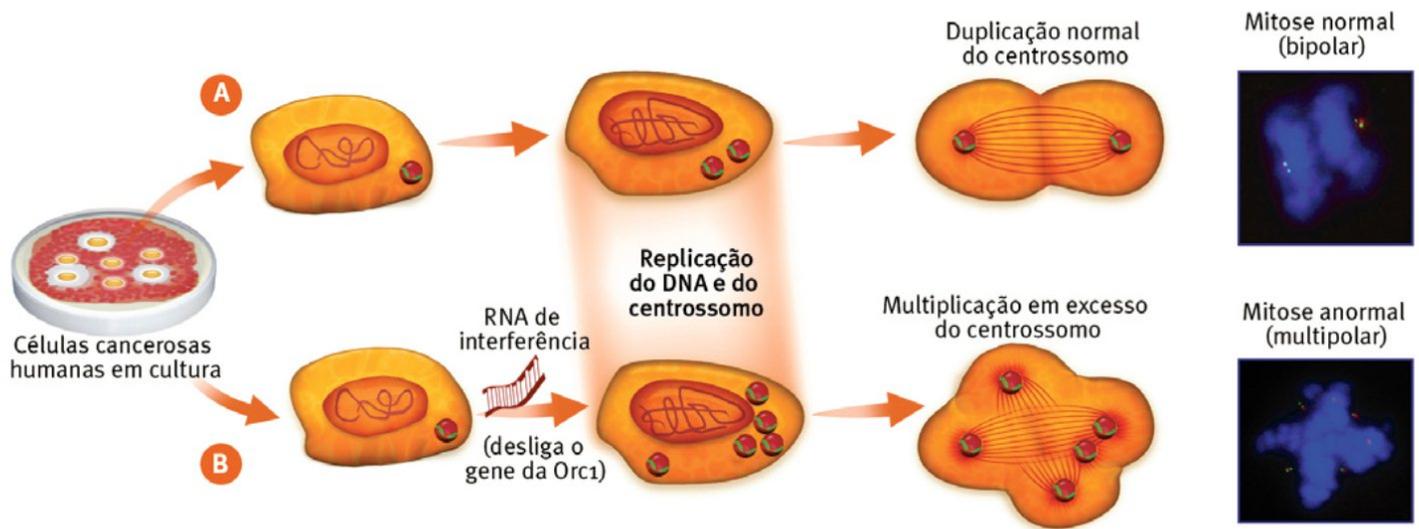


Figura 3. Comparação, em células cancerosas humanas em cultura, entre uma divisão celular normal (A) e outra em que foi desligado (com o uso de RNA de interferência) o gene responsável pela síntese da proteína Orc1 (B). A ausência da Orc1 levou à formação de várias cópias do centrôssomo e de fusos mitóticos multipolares, e os cromossomos foram divididos de modo desigual entre as células-filhas, confirmando que a Orc1 impede que o centrôssomo seja copiado mais de uma vez

## A DUPLA FUNÇÃO DA ORC1

Alguns estudos mostraram que o complexo ORC pode ter outras atividades na célula, além de ajudá-las a copiar seu material genético. Pesquisa feita no Laboratório Cold Spring Harbor, no estado de Nova York, nos Estados Unidos, chefiado pelo biólogo molecular australiano Bruce Stillman, e recentemente publicada na revista científica *Science*, constatou uma nova função para a proteína Orc1 no controle da divisão celular. A equipe – da qual faz parte a autora deste artigo – identificou a presença de proteínas Orc nos centrôssomos, fornecendo a primeira pista de que elas poderiam também ter algum papel no funcionamento dessa organela.

Testamos essa hipótese impedindo a produção, em células humanas em cultura, separadamente, de

cada uma das proteínas que se combinam para formar as do complexo ORC. Isso é feito com o uso de RNAs de interferência, ou seja, pequenos pedaços de RNA capazes de ‘desligar’ genes específicos, impedindo a formação de proteínas. Os testes mostraram que, quando apenas a Orc1 está ausente, formam-se nas células várias cópias dos centrôssomos (figura 3).

Em um teste reverso, células humanas foram tratadas com uma droga que provoca a multiplicação excessiva dos centrôssomos. No entanto, quando as células tratadas com a droga foram ao mesmo tempo induzidas a produzir maior quantidade de Orc1, essas organelas apenas se duplicaram, sem aumento do número de cópias (figura 4). Deduzimos, então, que a Orc1 permite que a célula duplique o centrôssomo uma vez por ciclo celular, prevenindo que ele continue a se multiplicar.

## CENTROS ORGANIZADORES

O centrôssomo é uma organela celular formada por um par de tubos cilíndricos (os centríolos) dispostos perpendicularmente e envoltos por uma massa de proteínas denominada material pericentriolar (PCM, na sigla em inglês), na qual ficam ancorados os microtúbulos (figura 2). O centrôssomo é um centro organizador de microtúbulos: controla o número, o comprimento e a disposição destes durante o ciclo de divisão celular. Junto com fibras da proteína actina e outros elementos, os microtúbulos fazem parte do ‘esqueleto’ interno da célula. A forma, a polaridade e a capacidade de movimento da célula são, então, controladas pelo centrôssomo, que também organiza o espaço celular e o transporte de materiais nesse ambiente. Uma das funções mais importantes dessa organela é estabelecer a estrutura (o fuso mitótico bipolar) que controla a separação dos cromossomos, na divisão celular. Além disso, também serve como ponto de encontro para várias moléculas reguladoras: estas o usam como plataforma para, de lá, coordenar várias atividades celulares. Por essas razões, essa organela vem sendo considerada o ‘cérebro’ da célula: não é importante somente para a manutenção da estabilidade do material genético, mas atua também na integração, regulação e amplificação de diversos controles do ciclo celular.

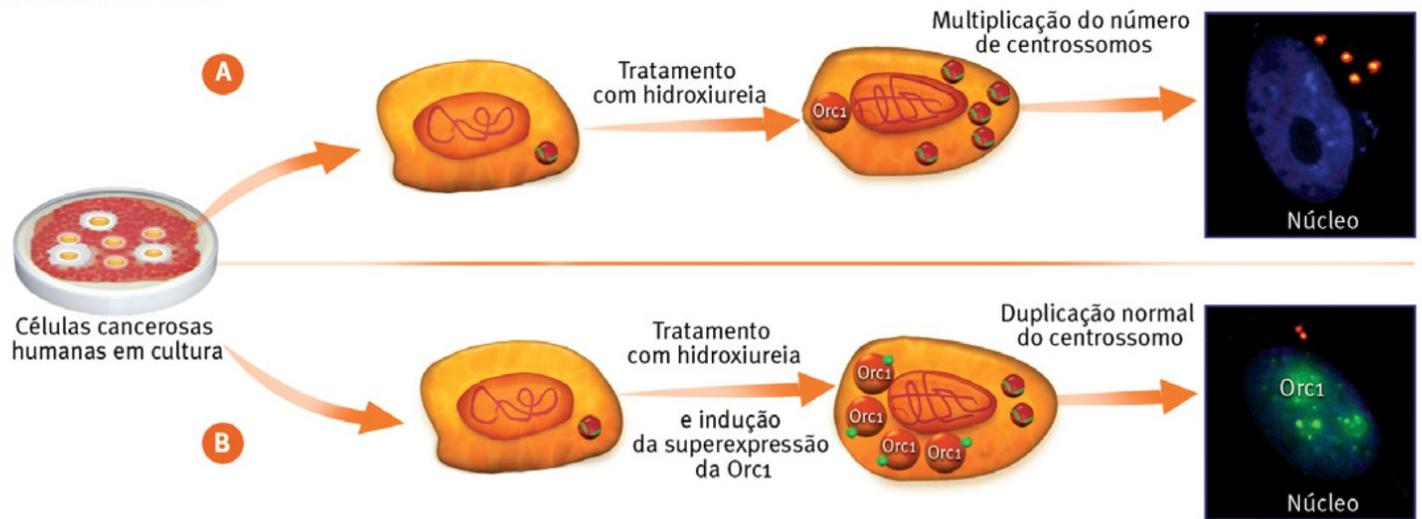


Figura 4. Em um teste reverso, a aplicação, em células cancerosas humanas em cultura, da droga hidroxiureia (HU) levou à proliferação desordenada dos centrôssomos (A), mas quando também foi induzida a produção de mais Orc1 (com marcação fluorescente verde na imagem), a superexpressão dessa proteína bloqueou o aumento no número de centrôssomos (B). Nas microfotografias, os centrôssomos estão marcados em vermelho

Esse trabalho revelou que a Orc1 tem função dupla no controle do ciclo de divisão celular. Além da ação conhecida na replicação do DNA, essa proteína também limita o número de centrôssomos a dois por célula, atuando separadamente em cada um desses papéis. Quando foi induzida a produção de uma versão menor da Orc1, incapaz de ativar a replicação do DNA, ela ainda limitou a duplicação do centrôssomo. Além disso, outra versão da Orc1, capaz de se associar somente aos centrôssomos (e que não ocorre no núcleo celular), também controlou a duplicação dessas organelas, evitando o excesso de cópias. Portanto, basta a Orc1 estar presente no centrôssomo para que a célula o copie apenas uma vez.

## NO NÚCLEO E NO CITOPLASMA

Mas como a Orc1 pode atuar em eventos que acontecem em dois lugares diferentes da célula? A autorização para o DNA se replicar é dada dentro do núcleo e os centrôssomos são organelas situadas fora dele, no citoplasma. Nossos resultados mostram que essa proteína atua nesses dois eventos em momentos diferentes da divisão celular (figura 5).

No início, ela está localizada no núcleo da célula, e, juntamente com as outras proteínas do mesmo complexo, autoriza o DNA a se replicar. Pensava-se que, em seguida, ela seria inativada e destruída nas células humanas, para não permitir que a replicação do DNA recomeçasse. No entanto, constatamos que, assim que termina sua função no núcleo, a Orc1 desloca-se para o citoplasma e ali associa-se aos centrôssomos já duplicados, reprimindo a formação de cópias extras (além do limite de duas). A patrulha é feita, então, em dois lugares: no núcleo, a proteína autoriza a duplicação do DNA; fora dele, impede a formação de centrôssomos extras.

Esse patrulhamento da divisão celular pela Orc1 é feito em parceria com pelo menos outras proteínas, a ciclina A e a ciclina E. Estas normalmente atuam regulando a atividade de mais algumas proteínas essenciais no controle da progressão do ciclo celular, as quinases dependentes de ciclinas (CDK, na sigla em inglês). A dupla ciclina-CDK auxilia as células a

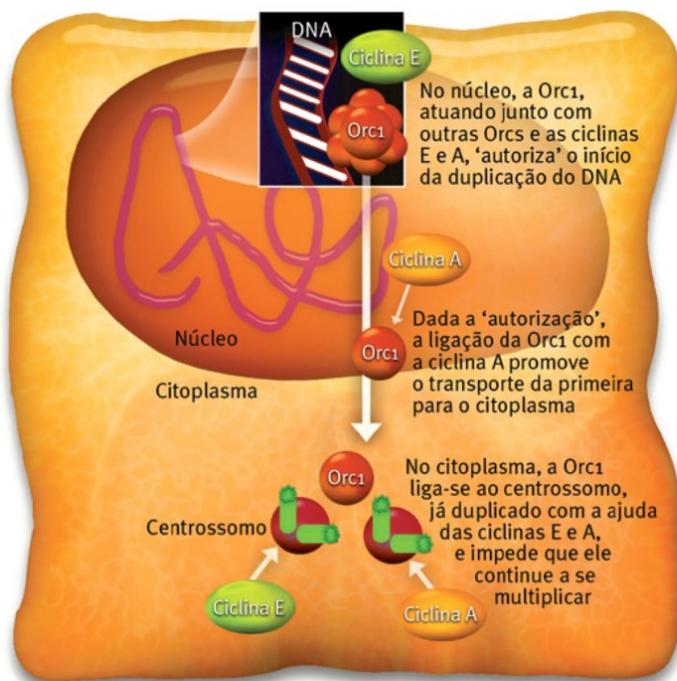


Figura 5. Uma equipe de proteínas controla a divisão celular em dois compartimentos da célula, o núcleo e o citoplasma

## DESORDEM NA DIVISÃO E CÂNCER

Sabe-se que o câncer é uma doença causada e potencializada por diversos fatores, como danos causados ao DNA e instabilidade do genoma. Esses dois problemas podem decorrer de falhas no controle da replicação do DNA e da distribuição das cópias para as células-filhas, durante a divisão celular. Diversas evidências sugerem que o descontrole no número de cópias dos centrosomos teria papel importante no surgimento e na progressão da instabilidade dos cromossomos em muitos tipos de câncer. É crucial que o centrosomo seja duplicado apenas uma vez em cada ciclo celular. Quando há cópias extras, a distribuição do material genético entre mais de duas células-filhas é irregular e aleatória, e formam-se células com cromossomos a mais ou a menos (chamadas de aneuploides). Essas anormalidades podem resultar na perda de genes supressores de tumor ou no ganho de atividade de genes causadores de câncer (oncogenes). Múltiplos centrosomos e mitoses com mais de dois polos foram identificados em numerosos tipos de câncer (figura 6).

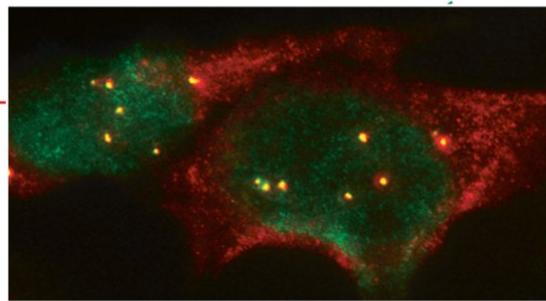
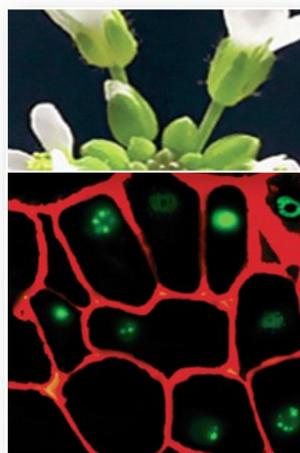


Figura 6. Células cancerosas (com citoplasma em vermelho e núcleo em verde) com múltiplos centrosomos (pontos em amarelo), que puderam ser visualizados graças ao uso de marcadores fluorescentes específicos

## E AS CÉLULAS VEGETAIS?

A mecânica do ciclo celular nas plantas e as proteínas que ajudam a célula vegetal a controlar a ordem e a progressão do ciclo celular são muito parecidas com as dos animais, embora os vegetais não tenham centrosomos. O Laboratório de Biologia Molecular de Plantas (LBMP), do Instituto de Bioquímica Médica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, é pioneiro no estudo do grupo de proteínas Orc que ajuda a célula vegetal a copiar seu DNA, usando a planta modelo *Arabidopsis thaliana* (figura 7). O grupo de pesquisa identificou nessa espécie as seis proteínas Orc, mas, diferentemente do que ocorre em humanos, a planta tem duas formas da proteína Orc1. A ausência do centrosomo não impede que, na célula vegetal, os cromossomos sejam copiados corretamente e se forme um fuso mitótico bipolar para direcionar e distribuir as cópias igualmente entre as células-filhas. Portanto, embora os ingredientes proteicos sejam semelhantes aos dos animais, as plantas têm uma receita própria para regular o ciclo celular e conectá-lo com o ambiente em que vive.

Figura 7. As células das plantas (no detalhe, floração de *Arabidopsis thaliana*, espécie usada nos estudos) não têm centrosomos, mas contam com as proteínas Orc1 e ABAP1, esta exclusiva dos vegetais. Juntas, essas proteínas 'patrulham' a progressão do ciclo celular. Na imagem, visualização da ABAP1 (com marcação fluorescente em verde) no núcleo das células (com contornos marcados em vermelho)



### Sugestões para leitura

- ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K. & WALTER, P. *Biologia molecular da célula*. Porto Alegre, Artmed, 2004
- HEMERLY, A.; PRASANTH, S.; SIDDIQUI, K. & STILLMAN, B. 'Orc1 controls centriole and centrosome copy number in human cells', in *Science*, v. 323, p. 789, 2009.
- NIGG, E. A. 'Centrosome aberrations: cause or consequence of cancer progression?', in *Nature Reviews Cancer*, v. 2(11), p. 815, 2002.
- SCHATTEH, H. 'The mammalian centrosome and its functional significance', in *Histochemistry and Cell Biology*, v. 129, p. 667, 2008.

duplicarem seu DNA e seu centrosomo. No entanto, embora a ação das ciclinas seja crucial para a replicação dessas organelas, elas não controlam, sozinhas, o número de cópias: os centrosomos continuam a se duplicar se apenas essas proteínas estão presentes.

Assim, caberia a outra proteína manter o controle da situação. De fato, nossos estudos mostraram que a Orc1, ao se transferir para os centrosomos, reprime a ação da ciclina E, e possivelmente também da ciclina A, evitando que essas organelas se repliquem seguidamente. Também foi constatado, em estudos anteriores, que a ciclina A, em uma ação de parceria importante, auxilia a Orc1 a se mover do núcleo para o citoplasma assim que sua função no primeiro termina.

Há muitos anos a ciência busca entender como, a cada divisão celular, ocorre a conexão entre os controles da duplicação e da segregação dos cromossomos, necessária para garantir a estabilidade do genoma. Nossos estudos revelaram que a proteína Orc1 é um importante 'chefe' na equipe que controla a ordem e o progresso do ciclo celular: ela estabelece as ligações entre as diferentes equipes que atuam nesses dois controles básicos e dá as 'ordens' finais. Sua função é, então, central para evitar que as células-filhas recebam material genético incompleto ou em excesso, o que as tornaria funcionalmente anormais.

# Irreverentes

## OS PALHAÇOS DAS FOLIAS DE REIS

*O palhaço, personagem mascarado de um folgado conhecido como Folia de Reis, muito difundido no Brasil, tem significados intrigantes. Esse personagem é caracteristicamente ambíguo, tendo o poder de transitar por domínios diferentes e até opostos, como o bem e o mal, o perigo e a criatividade. Sua importância parece estar em confirmar ideias, valores morais e visão de mundo de foliões e devotos e, ao mesmo tempo, renová-los.*

**Daniel Bitter**

*Instituto de Ciências Humanas e Filosofia,  
Universidade Federal Fluminense*



# e ambíguos

Ao sinal do toque acelerado da sanfona e dos instrumentos de percussão, uma extensa roda de espectadores animados se forma, aguardando ansiosamente a entrada do palhaço, personagem mascarado da Folia de Reis. O palhaço pede licença ao dono da casa para iniciar sua apresentação espetacular a que todos chamam de 'brincadeira', na qual esse personagem de aparência e gestos assustadores declama versos rimados e cômicos conhecidos como as 'chulas', como os seguintes:

*Quem é bom já nasce feito  
Eu tento fazer o que pode  
Me dá licença meu povo  
que eu tô dentro do pagode  
você vai me dar os dois real  
eu posso falar do seu bigode?*

*Eu gostei do seu bigode, meu filho  
porque ele é uma coisa correta  
Tem duas curvas no meio  
tem outra curva na reta  
Você parece que engoliu  
Três guidões de bicicleta  
(Palhaço Criolo, de Laranjal, MG)*

Qual o lugar dessa prática no conjunto das atividades realizadas pela Folia de Reis, uma manifestação cultural de fundo religioso? Que significados podem ser atribuídos a esse estranho personagem? Convido o leitor a acompanhar o desvendamento dessas perguntas. ▶

FOTOS CEDIIDAS PELO AUTOR



Máscara de um palhaço de Folia de Reis feita com materiais de origem animal, registrada em Duas Barras (RJ)



Folia de Reis Sagrada Família durante sua jornada no morro da Candelária, no Complexo da Mangueira, no Rio de Janeiro

## Festejar os Reis

As Folias de Reis são manifestações culturais populares muito difundidas no território brasileiro, tanto em áreas rurais quanto urbanas, apresentando uma grande diversidade de variações regionais e denominações locais. Grande parte da literatura histórica e folclórica sobre o tema tem associado a presença das Folias de Reis em terras brasileiras à herança ibérica de manifestações natalinas dedicadas aos reis magos. As folias procuram reproduzir a viagem mítica à cidade de Belém, local de nascimento de Jesus, segundo a tradição cristã, que os reis magos – Gaspar, Melquior e Baltasar – teriam feito para adorar e presentear o menino com ouro, incenso e mirra.

Trata-se de grupos de cantores e instrumentistas que realizam visitas rituais, chamadas de ‘jornadas’, às casas de devotos, distribuindo bênçãos em troca de donativos para a realização de uma grande festa. Em geral, as jornadas são realizadas entre os dias 25 de dezembro e 6 de janeiro (dia de Reis).

A literatura sobre o assunto é extensa, mas coube ao antropólogo brasileiro Carlos R. Brandão notar que as Folias de Reis são sistemas de trocas simbólicas de dons (gestos, atitudes, condutas etc.), envolvendo foliões, devotos e suas divindades, contribuindo para a consolidação de importantes laços sociais. Observando Folias de Reis no interior de Goiás, o pesquisador partiu das teorias desenvolvidas pelo importante etnólogo francês Marcel Mauss (1872-1950). Em seu célebre *Ensaio sobre a dádiva*, Mauss aponta a dimensão política da troca de dádivas, observando que o encadeamento obrigatório que se estabelece entre dar, receber e retribuir é universal.

Para Mauss, as trocas constituem o fundamento dos agrupamentos sociais, porque, por meio delas, os homens se comprometem moralmente entre si.

Em geral, as Folias de Reis originam-se de ‘promessas’ religiosas dedicadas aos reis magos, como forma de retribuição por benefícios e graças alcançadas (a cura de uma doença, por exemplo). Diz-se que, uma vez que a folia tenha sido criada, deve manter-se obrigatoriamente em atividade por sete anos consecutivos.

## A Folia e os palhaços

A brincadeira do palhaço é apenas uma parte das atividades realizadas por uma Folia de Reis. A visitação às casas de devotos envolve uma sequência ritualizada de ações, como chegada, entrada na casa, distribuição de bênçãos, refeição, apresentação dos palhaços, ofertas, agradecimentos e despedida. A noção de ritual pode ser entendida aqui como um conjunto de regras, gestos e comportamentos socialmente compartilhados, de caráter obrigatório e repetitivo.

Conforme observei em trabalho de campo, em 2005, no Parque Candelária, um dos núcleos populacionais que formam o Complexo da Mangueira, na cidade do Rio de Janeiro, os 13 foliões e dois palhaços do grupo intitulado Folia Sagrada Família dão início às atividades na casa do ‘mestre’. São homens e mulheres que pertencem às camadas sociais mais pobres, exercendo uma diversidade de ofícios na vida cotidiana, como os de pedreiro, segurança,



Exibição de um palhaço no interior de uma residência, no morro da Candelária, no Rio de Janeiro

cozinheira, empregada doméstica e outros, sendo que crianças também fazem parte da folia.

É na casa do mestre, sede da folia, que se mantém guardada a bandeira, objeto de maior valor simbólico e ritual para foliões e devotos. Trata-se de um estandarte, ornamentado com flores e fitas coloridas e enfeites natalinos, no qual são fixadas imagens dos reis magos, do menino Jesus e de diversos santos. Foliões e devotos consideram que a bandeira seja detentora de poderes especiais e que seja capaz de trazer à sua presença os próprios reis magos. A bandeira vai à frente, empunhada pela 'bandeireira', seguida pelos demais foliões e palhaços, com seus uniformes coloridos e brilhantes, pelas ruas estreitas do morro, em direção à casa de alguma família.

Na casa do devoto, a folia canta versos que narrem a viagem dos reis magos, sua adoração a Jesus, a anunciação do nascimento deste e outros episódios bíblicos recriados no imaginário popular, acompanhados por instrumentos como violão, viola caipira, cavaquinho, sanfona, caixa, bumbo, triângulo e outros instrumentos de percussão, em uma esfera de solenidade e forte emoção. A bandeira é, então, transferida às mãos do dono da casa, que a leva para o interior da residência, seguido pelos foliões. Após os cantos de chegada, há um intervalo para uma breve refeição seguida da brincadeira dos palhaços.

Estes permanecem, até então, obrigatoriamente do lado de fora da casa, chamando a atenção da vizinhança, correndo agitadamente, gritando e assustando crianças que se juntam ao seu redor. Em alguns casos, o palhaço é autorizado a realizar sua apresentação no interior da casa, mas nessas ocasiões a ban-

deira precisa ser coberta com um pano ou retirada do local, devido a incompatibilidades rituais entre ambos. Essa apresentação do palhaço é sempre iniciada com insistentes pedidos de licença, por meio de versos.

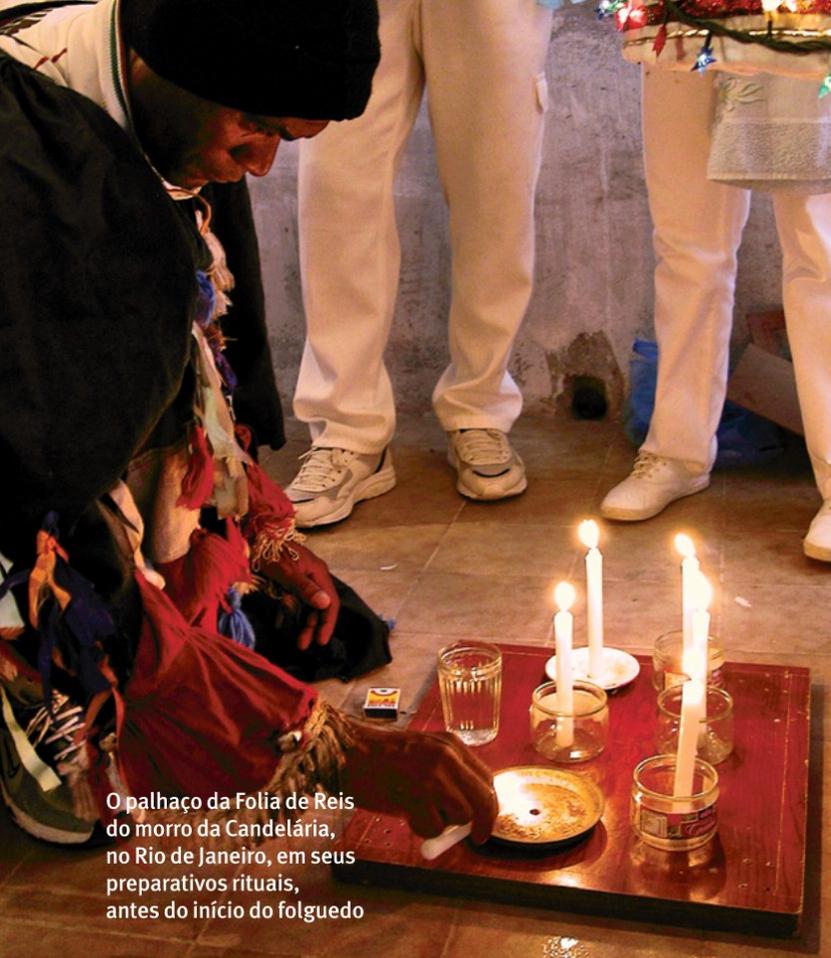
*Eu gosto de contemplar  
Com liberdade constante  
A serra sempre azulada  
Onde pasta o ruminante  
Ô patrão, me dá licença  
Pra chegada do Gigante*

*(Palhaço Gigante, do Rio de Janeiro, RJ)*

Os versos podem, em algumas ocasiões, ser preferidos de modo mais sério, apresentando conteúdo moral, exigindo-se, às vezes, quando os temas tratados são religiosos, que a máscara seja retirada. A apresentação do palhaço desenrola-se em forte interação com o público e com os familiares da casa. Seu jogo está em divertir os espectadores com versos e malabarismos de todo tipo e conseguir tirar proveito do dinheiro ofertado pelos presentes, que é jogado no chão. Os ganhos, assim, dependem de uma negociação permanente entre palhaço e público, na qual se trocam versos ou bailados por dinheiro.

*O moço tá me chamando  
pra me dar é dois real  
dinheiro na sua mão  
eu creio que não é legal  
vai ficar mais bem guardado  
quando eu botar no embornal*

*(Palhaço Criolo, de Laranjal, MG)*



O palhaço da Folia de Reis do morro da Candelária, no Rio de Janeiro, em seus preparativos rituais, antes do início do folguedo

Após a brincadeira dos mascarados, retorna-se à cantoria para os agradecimentos e despedida. No interior da casa, os familiares reúnem-se para receber as bênçãos ofertadas por meio da bandeira. Em troca, os moradores fazem um donativo em dinheiro para a bandeira, contribuindo para a realização da chamada 'festa de arremate'. Nessa festa é celebrado o encerramento do circuito de visitas, e os donativos acumulados ao longo das visitas são redistribuídos na forma de alimentos e bebidas em abundância para toda a comunidade envolvida.

## Um mundo complexo

Os palhaços são personagens sempre cercados de obrigações, regras e restrições. Quando mascarados, costumam ser impedidos de entrar em igrejas ou em outros lugares sagrados, ou de se aproximar da bandeira. Eles também não devem fazer as refeições junto dos foliões. Considera-se, por vezes, perigoso tocar em suas vestes ou máscara, e o motivo de tanto cuidado com esses personagens misteriosos está nos significados a eles atribuídos. Algumas interpretações os relacionam com o diabo (o 'cão'), com o rei Herodes ou com seus soldados, que teriam saído em perseguição para matar o menino Jesus, segundo os mitos narrados.

Palhaços estão aparentemente mais ligados à esfera profana, mas seu vínculo com a folia se dá certamente pela via sagrada. Uma pessoa torna-se um palhaço, muitas vezes, em decorrência do pagamento de uma promessa feita aos reis magos e, uma vez tendo se iniciado nessa prática, crê-se que deve assim permanecer por pelo menos sete anos, sob o risco de ser severamente castigado por seres imaginários (que podem ser os próprios reis magos, santos ou outros).

A brincadeira do palhaço é, de certa forma, o lugar potencial da subversão, da desordem, da criatividade, em contraste com a formalidade e a solemnidade do canto, da música, das palavras e dos gestos dos foliões. Verifica-se também um contraste complementar entre o palhaço e a bandeira, contraste que pode ser definido nos termos de uma hierarquia entre um 'sagrado impuro' e um 'sagrado puro', ou entre um menos sagrado e um mais sagrado. Há nas folias, portanto, uma marcada oposição entre palhaços e foliões, e também entre a máscara e a bandeira, reforçada por outras oposições correlatas, como a existente entre rua e casa, sério e cômico etc. Essas oposições parecem evidenciar um sistema simbólico que aponta para o fato de que foliões e devotos compõem uma visão totalizadora do mundo. Em outras palavras, trata-se de uma cosmovisão na qual o bem e o mal, o visível e o invisível, o alto e o baixo, os vivos e os mortos, os homens e as divindades, são domínios coexistentes, partes de uma mesma totalidade.

A característica mais marcante do palhaço, entretanto, parece ser sua ambivalência, ou seja, sua 'liminaridade', no sentido dado pelo antropólogo britânico Victor Turner (1920-1983). Este explorou a noção de liminaridade, que caracterizaria a fase intermediária de ritos de passagem da juventude para a fase adulta, presentes em diversas sociedades. Turner sugere que, na fase liminar desses rituais, o indivíduo exibe características ambíguas (misturando humanidade e animalidade, ser e não ser) e torna-se perigosamente antissocial. Por essa razão, com frequência usa máscara e é isolado do grupo.

Nessa perspectiva, o palhaço pode ser visto como um ser liminar que tem o poder de transitar entre os domínios do puro e do impuro, do bem e do mal. Sua ambivalência é atestada pela ideia difundida entre foliões de que um bom palhaço deve ter tanto conhecimento sobre as profecias quanto um mestre, podendo até mesmo substituí-lo em uma eventualidade. É, ainda, tido como guardião da folia e da bandeira, em alguns casos. No sul de Minas Gerais, os palhaços vêm à frente, ladeando a bandeira, a anunciá-la aos donos das casas. De acordo com Guilherme Porto, pesquisador da cultura popular, os

Palhaço do grupo de Folia de Reis do morro da Candelária despedindo-se da bandeira, no encerramento do folguedo

## TESE PREMIADA

Este artigo baseia-se em tese de doutorado em antropologia cultural desenvolvida no Programa de Pós-graduação em Sociologia e Antropologia do Instituto de Filosofia e Ciências Sociais da Universidade Federal do Rio de Janeiro. A pesquisa envolveu a observação, descrição e análise de um grupo de Folia de Reis existente no Complexo da Mangueira, na cidade do Rio de Janeiro, e a tese ganhou, em 2008, o primeiro lugar no Concurso de Monografias Sílvio Romero, do Centro Nacional de Folclore e Cultura Popular do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan).

palhaços da região do sul de Minas Gerais são, por vezes, confundidos com os próprios reis magos, sobretudo quando levantam a parte frontal da máscara, transformando-a em uma verdadeira coroa.

A ambiguidade própria do palhaço o leva a lidar concretamente com forças perigosas decorrentes da ação das divindades ou dos próprios homens. Por essa razão, muitos são os preparativos que os palhaços devem realizar antes de se fardar e sair em uma folia. Eles rezam, acendem velas, louvam a bandeira, são 'purificados' por 'passes' de benzedadeiras etc. Os palhaços também acreditam ser alvo frequente de 'bruxaria', muitas vezes causada por disputas e rivalidades, nas quais pode estar em jogo a manutenção de certo prestígio pessoal. Palhaços ficam mudos ou desmaiam e atribuem o fato, com frequência, a ações malfazejas realizadas por grupos de foliões rivais.

## O lugar do palhaço

Para receber a bandeira de volta, ao final do longo ciclo de visitas, o altar deve estar cuidadosamente arrumado, com imagens de santos, lâmpadas coloridas e enfeites natalinos. Nessa ocasião, os foliões passam por um ritual especialmente importante, no qual se despedem da bandeira. Cada folião é chama-

do a se ajoelhar diante desta e a bandeira é posta sobre sua cabeça, benzendo-o. Os palhaços retiram as máscaras e caminham de joelhos em direção à bandeira, deitando-se de bruços diante dela. A bandeira, então, é posta sobre suas costas, girando-a, de modo a realizar o sinal da cruz.

Diz-se que, nessa ocasião, os palhaços estão pedindo perdão pela perseguição ao menino Jesus, como aparece nos mitos, e declarando-se arrependidos. Trata-se de uma conversão simbólica, por meio da qual é confirmada a supremacia moral do bem contra o mal, da ordem contra a desordem, sempre iminente. Uma das muitas explicações que foliões dão para o uso de máscaras pelos palhaços é que, de acordo com os mitos, soldados de Herodes que se converteram, ao ver o menino Jesus, as teriam adotado para que o próprio Herodes não os reconhecesse e acusasse de traição.

A importância do palhaço está em confirmar ideias, valores morais e visão de mundo de foliões e devotos e, ao mesmo tempo, renová-los e atualizá-los por meio de seu poder criativo. Por meio da Folia de Reis, manifestação cultural na qual a relação entre mito e rito, pensamento e ação, ocupa lugar central, foliões e devotos ordenam continuamente o mundo. Transmitir esses saberes na forma de uma 'tradição' é necessariamente recriá-la. ■

### Sugestões para leitura

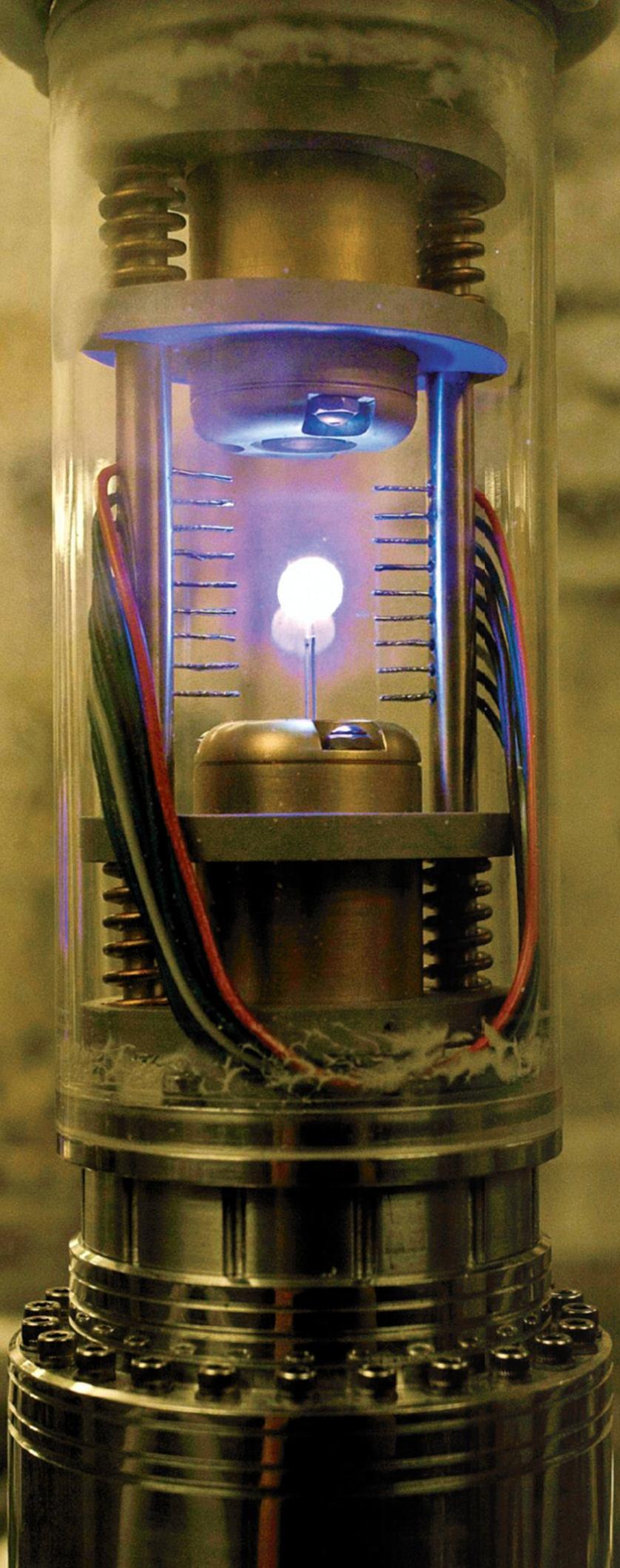
- BRANDÃO, C. R. *A folia de reis de Mossâmedes*. Rio de Janeiro, Funarte, 1977.
- BRANDÃO, C. R. *Sacerdotes de Viola*. Petrópolis, Vozes, 1981.
- PESSOA, J. M. & FÉLIX, M. *As viagens dos reis magos*. Goiânia, Editora UCG, 2007.
- PORTO, G. *As folias de reis no sul de Minas*. Rio de Janeiro, Funarte/Instituto Nacional do Folclore, 1982.

*Uma diminuta quantidade de antimatéria é roubada do Centro Europeu de Pesquisas Nucleares (CERN). Objetivo: usá-la para destruir o Vaticano. Esse é o mote de Anjos e Demônios, do escritor norte-americano Dan Brown, também autor do sucesso Código Da Vinci. O livro – transformado recentemente em filme – é apenas uma das repercussões artísticas de uma grande descoberta da física: a existência da antimatéria, tema ainda hoje intensamente debatido na comunidade científica.*

*Cerca de oito décadas depois da detecção da primeira antipartícula, os físicos ainda se perguntam: por que o universo observado atualmente tem somente matéria? Por que a antimatéria desapareceu?*

**Ignacio Bediaga**

*Coordenação de Física experimental de Altas Energias (Lafex)  
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (RJ)*



# A ANTIMATÉRIA e o UNIVERSO

**No início do universo, matéria e antimatéria foram criadas na mesma proporção.** Basicamente, para cada partícula havia sua antipartícula correspondente, ou seja, para cada elétron foi criado um pósitron; para cada *quark*, um *antiquark* e assim por diante. Esse cenário dominou o universo logo depois da ‘explosão’ primordial, comumente denominada *Big Bang*.

Quando uma partícula encontra sua antipartícula correspondente (um elétron interage com um pósitron, por exemplo), as duas se aniquilam, transformando-se em energia. Esta, por sua vez, se transforma, de novo, em um par de matéria e antimatéria. Essa ideia, baseada nas atuais teorias das partículas elementares (reunidas no chamado modelo padrão), nos permite criar uma imagem dinâmica daquele cenário inicial: um imenso movimento frenético de criação e aniquilação, envolvendo bilhões de bilhões de pares de partícula e antipartícula. Tudo isso a temperaturas altíssimas, expressa por números com cerca de 30 zeros.

Depois de passar por um período de expansão muito rápida, o universo esfriou com mais intensidade, e o processo de criação de matéria e antimatéria ficou dificultado. A aniquilação passa a dominar completamente o cenário: a energia (luz) criada nesse momento paira até hoje no universo. Denominada radiação cósmica de fundo, ela pode ser entendida como um ‘eco’ daquele cenário inicial.

Décimos de milésimos de segundo depois do *Big Bang*, parte das partículas, os *quarks*, passa a se combinar, formando os bárions (compostos por três *quarks*, como os prótons e os nêutrons) e os mésons (um par *quark-antiquark*). Formaram-se também os antibárions, como anti-prótons e antinêutrons. Léptons e antiléptons (elétron, múon, tau, neutrino e suas respectivas antipartículas) ainda seguem se movimentando livremente (figura 1). Matéria e antimatéria continuam se aniquilando furiosamente. Átomos – e antiátomos – têm ainda dificuldade em se formar, em função do alto estado de agitação de seus componentes básicos (elétrons e *quarks*; pósitrons e *antiquarks*). ▶

Artefato em que a antimatéria (ponto luminoso) é armazenada no filme *Anjos e Demônios*

REUTERS/REUTERS/LAINSTOCK

E aqui nossa história começa a ficar mais interessante. Uma pequena parte da matéria sobrevive a esse processo de aniquilação. É essa porção ínfima que hoje forma todo o universo conhecido, com bilhões de galáxias, cada uma com bilhões de estrelas, com planetas e todo o resto. Portanto, nós, humanos, temos nossa origem naquela mínima fração de matéria que sobreviveu no início do universo.

A visão esquemática da história contada até aqui pode ser vista na figura 2.

Após este preâmbulo, surgem duas perguntas:

- i) O que é a antimatéria?
- ii) O que aconteceu com a antimatéria do universo?

Sabemos a resposta para a primeira. Mas ainda não temos como responder à segunda, embora experimentos que começam agora prometam resultados que talvez nos ajudem a entender essa questão.

## ENERGIA NEGATIVA?

A descoberta da existência da antimatéria é um dos capítulos mais surpreendentes da física do século passado. Em 1928, o físico inglês Paul Dirac (1902-1984) apresentou uma teoria para o comportamento do elétron com base nas duas grandes teorias da física moderna: a mecânica quântica, que trata dos fenômenos no universo atômico e subatômico, e da relatividade restrita, que lida com fenômenos envolvendo velocidades próximas à da luz no vácuo (300 mil km/s).

A equação de Dirac – como ficou conhecida – tinha uma solução que descrevia, com precisão, o comportamento do elétron. Mas outra apontava para algo completamente inusitado: um elétron com energia negativa. E isso não fazia – e ainda não faz! – o menor sentido.

### Energia negativa?

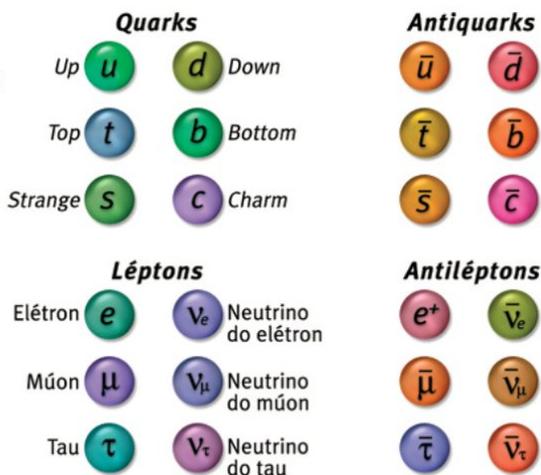
Depois de muitas especulações, o próprio Dirac teve a coragem de afirmar que aquela solução estava indicando a existência de uma partícula com a mesma massa do elétron, mas com carga elétrica oposta. Ou seja, um elétron positivo, mais tarde denominado pósitron. Seis meses depois, ainda em 1931, o físico norte-americano Carl Anderson (1905-1991) observou o pósitron em um experimento. Era a primeira evidência da realidade da antimatéria.

Uma das principais características do elétron, além de sua pequena massa e carga elétrica, é o *spin*, que, para o propósito deste artigo, pode ser imaginado como a rotação do elétron. Embora Dirac tenha escrito a equação dele para o elétron, na verdade ela servia para todas as partículas que tivessem *spin* semelhante ao do elétron (no linguajar da física, *spin* igual a 1/2). Consequentemente, se todas as partículas com esse *spin* obedeciam à equação de Dirac, elas necessariamente tinham que ter também uma antipartícula correspondente. E assim aconteceu.

Desde a descoberta do pósitron até hoje, todas as partículas de *spin* 1/2 detectadas têm sua antipartícula. E não foram poucas: o próton, o nêutron, o múon, o tau (estes dois últimos, são parentes pesados do elétron), o lambda, entre dezenas de outras – inclusive os *quarks*, que obedecem a essa surpreendente consequência da equação de Dirac.

Outro resultado importante: sempre que fazemos uma colisão em um acelerador de partículas, criamos, na exata proporção, o mesmo número de partículas e de antipartículas. Essa simetria na produção de matéria e antimatéria nunca foi violada em nenhuma das centenas de experiências, com milhões de colisões produzidas, em média, nos experimentos em aceleradores de partículas. Esses resultados, aliados ao desenvolvimento das teorias sobre as três forças fundamentais que regem o mundo das partículas elementares (a força forte, a fraca e a eletromagnética), nos levou à convicção de que, no início do universo, a quantidade de partículas elementares era idêntica à de antipartículas elementares.

Figura 1. Quarks, léptons e suas respectivas antipartículas



## E A ANTIMATÉRIA DO UNIVERSO?

Se o universo foi criado dessa maneira (ou seja, com a mesma quantidade de matéria e antimatéria), o que aconteceu, no meio do caminho, que fez com que hoje só exista matéria? Como desapareceu a antimatéria?

Essas questões seguramente são difíceis de serem respondidas pelos cientistas. Temos somente pistas de como isso aconteceu, mas nada definitivo. Algo

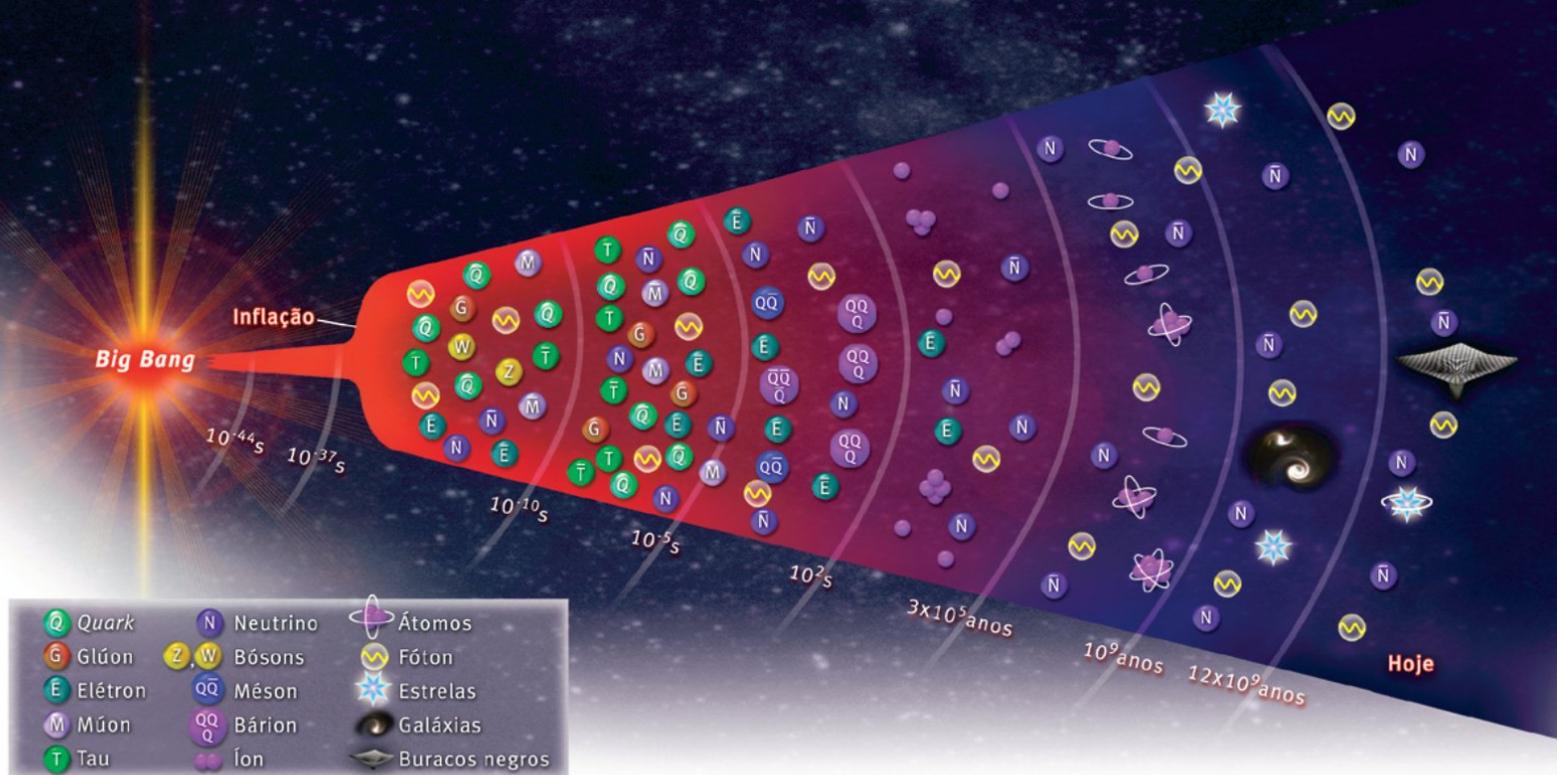


Figura 2. História do universo, da origem aos dias de hoje

PARTICLE DATA GROUP, LBNL (2000) / DOE AND NSF

realmente revolucionário terá que aparecer nas próximas experiências e no desenvolvimento das próximas teorias para dar conta desse mistério.

Na realidade, temos que fazer uma importante ressalva: no início, antes que houvesse o rápido processo de resfriamento do universo, o número de partículas de matéria e de antimatéria era imensamente superior ao existente hoje. Ou seja, nosso universo atual tem massa infinitamente inferior aquela do universo primordial. O testemunho disso é a igualmente imensa quantidade de fótons observados atualmente no espaço, produzidos, como dissemos, por meio da aniquilação entre partículas e suas antipartículas.

Depois da criação desses fótons, o universo continuou se expandindo, o que perdura até hoje. Por um lado, essa expansão foi reduzindo a temperatura do universo; por outro, fez com que esses fótons ficassem igualmente distribuídos no espaço e dotados de energias muito parecidas. Essas consequências do modelo de criação do universo se confirmaram experimentalmente de forma espetacular: observou-se que a radiação cósmica de fundo tem energia praticamente homogênea que, traduzida em temperatura, corresponde a uma variação extremamente pequena, entre 2,7248 kelvin e 2,7252 kelvin (zero kelvin corresponde a 273 graus celsius negativos).

Experimentos de grande precisão estimaram também que, para cada partícula de matéria no universo de hoje (ou seja, para cada próton, nêutron ou elétron existentes), temos o impressionante

valor de 20 bilhões de fótons. É justamente essa razão que nos permite pensar que o universo já teve uma massa imensamente maior que a atual.

## CONDIÇÕES DE SAKHAROV

Para tentar explicar essa pequena 'sobra' de matéria após a grande aniquilação, o físico russo Andrei Sakharov (1921-1989), prêmio Nobel da Paz de 1975, por seu papel como dissidente pacifista e defensor dos direitos humanos na antiga União Soviética, propôs duas condições necessárias para que houvesse a sobrevivência da matéria:

- i) o próton e o antipróton teriam que se desintegrar, ou seja, se transformarem em outras partículas;
- ii) essa desintegração teria que ocorrer com mais frequência para as antipartículas que para as partículas, ou seja, deve haver uma assimetria entre matéria e antimatéria.

No artigo original, Sakharov chama a atenção para o seguinte: o fato de nenhuma das duas condições terem até então sido observadas experimentalmente (o artigo foi publicado em 1967) poderia ser consequência de que elas só ocorrem em uma transição de fase – fenômeno semelhante àqueles sofridos pela água ao mudar de fase. Sabe-se hoje que o universo primordial sofreu forte transição de fase.

## VIOLAÇÃO DE CP

A observação da assimetria entre o modo como a matéria e a antimatéria decaem criou grande desconforto no mundo dos físicos de partículas, devido a um importante teorema conhecido como CPT, no qual C representa a conjugação de carga; P, a chamada conservação de paridade; e T, a reversibilidade temporal. Posto de modo simples, o C significa uma operação que transforma a partícula em sua antipartícula ou vice-versa. Exemplo: um elétron se transformando em um pósitron. A reversibilidade temporal pode ser entendida como a impossibilidade de dizer qual a ordem dos acontecimentos. Exemplo: filme uma bola de bilhar ricocheteando contra a lateral de uma mesa de bilhar e passe o filme ao contrário. Ninguém seria capaz de dizer

se o filme está ao contrário ou não. Por fim, a paridade tem a ver com a imagem dos eventos refletida em um espelho.

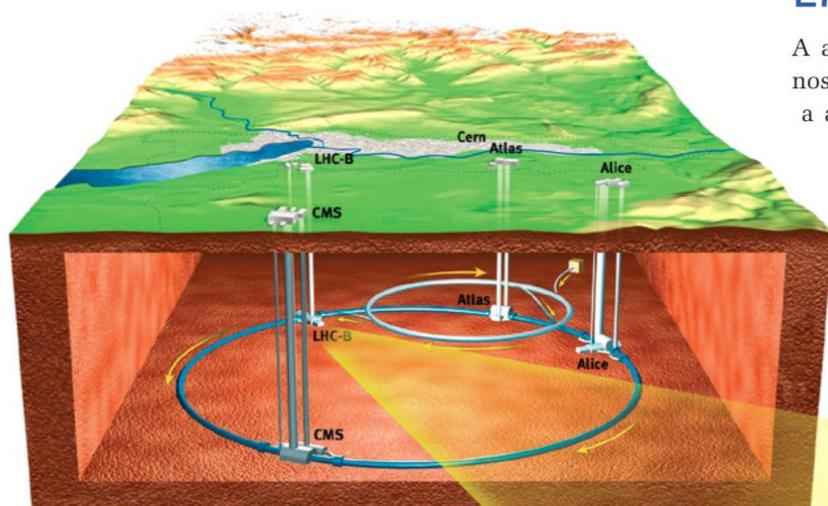
O teorema CPT é um tipo de Santo Graal da física, algo como a conservação de energia. No caso, essa tríade de grandezas deve, em conjunto, ser conservada. Se, por exemplo, ocorrer violação na conservação de carga e de paridade, ela deve ser ‘compensada’ por uma violação da reversibilidade temporal na proporção inversa. Isso fará com que C, P e T se conservem, e o teorema seja válido.

Em 1964, foram publicados resultados de um experimento com mésons K (ou káons), que contêm um *quark* do tipo *strange*. Nessa experiência, mostrou-se haver violação de CP e, conseqüentemente, de T. Em termos práticos, a violação da reversibilidade temporal significa que o processo de desintegração dos káons não

poderia seguir o caminho inverso, ou seja, não poderia ser reconstruído a partir dos fragmentos gerados em sua desintegração. Em resumo: o processo era irreversível.

Esses resultados com os káons podem parecer pouco importantes em nosso dia a dia, em que estamos acostumados a processos irreversíveis (por exemplo, uma xícara que se despedaça no chão não volta à forma original). Mas, no mundo da física envolvendo poucos corpos elementares, essa era a primeira vez que isso ocorria – nem a mecânica clássica, nem o eletromagnetismo e nem mesmo a mecânica quântica tinham apresentado até então violação da reversibilidade temporal.

Essa situação causou enorme agitação no meio científico. Por quase 10 anos, centenas de trabalhos foram feitos sem sucesso para tentar entender essa singularidade no conhecimento. Em uma solução



## EM BUSCA DE RESPOSTAS

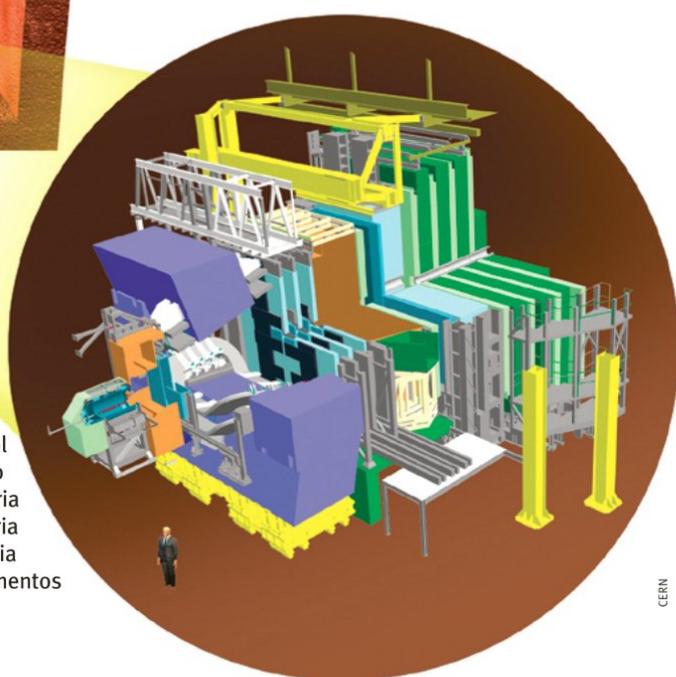
A assimetria matéria-antimatéria observada até hoje nos experimentos continua insuficiente para explicar a ausência de antimatéria no universo. Estimativas indicam que essa assimetria teria que ser pelo menos um bilhão de vezes maior. Experiências que começam agora no acelerador LHC (figura 3), do CERN, pretendem buscar novas fontes

Figura 3. Visão esquemática do LHC, com os quatro detectores principais

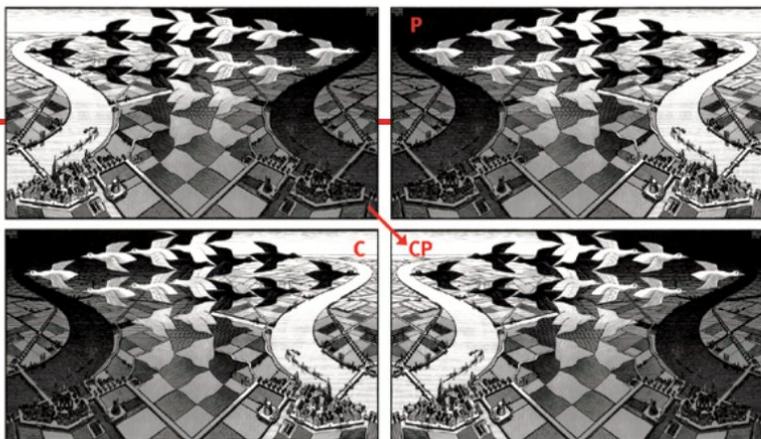
A primeira condição, embora procurada em um grande número de experimentos, não foi detectada até este momento. Mas, naquela época, a segunda condição já havia sido observada (ainda que em pequena quantidade) em experiências feitas em aceleradores. Mas, no artigo, Sakharov não faz menção ao fato (provavelmente, devido ao isolamento científico em que vivia).

Embora necessária para explicar a assimetria matéria-antimatéria no universo, a observação dessa assimetria na desintegração da matéria e antimatéria, em 1964, foi enorme surpresa para a comunidade científica (ver ‘Violação de CP’).

Figura 4. O detector LHCb, principal responsável pelo estudo da assimetria entre matéria e antimatéria nos experimentos do LHC



CERN

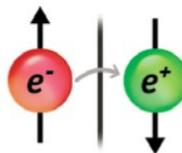


surpreendente – e um tanto ousada –, um estudante de doutorado e um pós-doutorando, ambos japoneses, respectivamente, Makoto Kobayashi e Toshihide Maskawa, resolveram o problema, postulando a existência de mais dois *quarks* (*top* e *bottom*), além dos quatro que, na época, se conheciam (*up*, *down*, *strange* e *charm*).

Esses dois *quarks* foram descobertos, um em 1976 (*bottom*) e o outro em 1996. Uma consequência importantíssima dessa nova teoria com seis *quarks* foi a descoberta, pelo

também físico japonês Anthony Sanda e pelo alemão Ikaros Bigi, de que a violação de CP seria muito mais intensa na desintegração das partículas contendo o recém-descoberto *quark bottom* do que naquela observada na desintegração dos mésons constituídos por *quarks strange*. Essa nova previsão também foi confirmada recentemente.

Em 2008, Kobayashi e Maskawa ganharam, juntamente com o físico teórico japonês Yoichiro Nambu, o Nobel de Física. Merecidamente.



Explicação das transformações de C, P e CP, usando a xilogravura *Day and Night*, do artista gráfico holandês M. C. Escher (1898-1972). Supondo que os pássaros negros são partículas e os brancos antipartículas, vemos que, por uma transformação de paridade (P), ou seja, espelhando-se o quadro, os pássaros trocam de direção. Na transformação de conjugação de carga (C), as partículas se transformam em antipartículas e vice-versa. Ao aplicarmos uma transformação conjunta de C e P, o quadro deveria voltar ao normal. Mas podemos notar que isso não ocorre, pois, nas transformações aqui sofridas pelo quadro, houve uma pequena violação de CP. No destaque, mostramos a transformação de uma partícula em uma antipartícula por meio da aplicação da simetria de CP

para o estudo dessa assimetria. Para isso, há várias hipóteses a serem testadas. Uma das mais simples especula sobre a existência de novos *quarks*, além dos seis conhecidos hoje. Se isso for confirmado, seguramente teremos mais pares partícula-antipartícula em que a assimetria matéria-antimatéria poderá surgir com maior intensidade.

Os quatro grandes experimentos do LHC – cada um deles contando com seu próprio detector – irão estudar a assimetria matéria-antimatéria. Mas um deles, o LHCb (o 'b' da sigla refere-se ao *quark bottom*), tem um programa quase que exclusivamente voltado para o tema (figura 4). Para isso, serão recolhidos, por ano, bilhões de mésons que

contenham o *quark bottom*, para que sejam analisadas minuciosamente todas as possíveis desintegrações dessas partículas. O primeiro objetivo é medir com precisão todos os parâmetros relativos a uma possível diferença entre a taxa de decaimento do *bottom* e do *antibottom*, para depois buscar anomalias no modo como essas partículas interagem entre si e com as outras, comparando esses resultados com aqueles obtidos para partículas formadas por outro tipo de *quark*, o *charm*.

Por que essa comparação? Os *quarks* charmosos, diferentemente do *bottom*, têm como característica principal não permitir, em quantidade significativa, a assimetria entre matéria e antimatéria com base no modelo-padrão. Portanto, o decaimento de partículas charmosas serve como um bom laboratório, pois, caso seja detectada essa assimetria em níveis expressivos, isso indicaria que há uma física não prevista pela teoria (ver 'Além do modelo-padrão'). A experiência LHCb deverá coletar milhões de *quarks charm* em apenas um ano de tomada de dados.

Os físicos estão esperançosos em relação aos resultados do LHC, principalmente os do LHCb, na questão relativa a assimetria entre matéria e antimatéria. É provável que saia da maior e mais complexa máquina construída pelo ser humano a resposta para uma das mais intrigantes perguntas científicas de todos os tempos: Afinal, o que aconteceu com a antimatéria?

## ALÉM DO MODELO-PADRÃO

Nosso grupo no CBPF, em colaboração com pesquisadores dos institutos de física da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e da Universidade Federal do Rio de Janeiro, tem trabalhado na busca de sinais experimentais da assimetria entre matéria e antimatéria em partículas que contêm tanto o *quark charm* quanto o *quark bottom*. No momento, estamos desenvolvendo novos métodos experimentais de detecção de fenômenos dessa natureza, que são usualmente chamados 'fenômenos além do modelo-padrão'. O autor deste artigo trabalha no experimento LHCb, no CERN, onde passa seu ano sabático.

### Sugestões para leitura

QUINN, H. R.; NIR, Y. *The mystery of the missing antimatter* (Princeton: Princeton University Press, 2008).

BEDIAGA, I. 'O colosso criador e esmagador de matéria'. *Ciência Hoje* n. 247, 2008.

BEDIAGA, I. (Ed. Cient.). 'LHC – o gigante criador de matéria'. Série Desafios da Física. Rio de Janeiro: CBPF, 2008. Disponível em formato pdf em: <http://mesonpi.cat.cbpf.br/desafios/>

### Na internet

Aventura das partículas (em português): [www.sprace.org.br/AventuraDasParticulas/](http://www.sprace.org.br/AventuraDasParticulas/)

HISTÓRIA Primeira expedição científica conduzida por brasileiros é lembrada em livro

## Espírito de vanguarda



Quase tão vasto quanto o território nacional era o desconhecimento sobre o país no século 19. Foi com o objetivo de estabelecer uma ciência brasileira e plenamente capaz de conhecer o país que foi criada em 1859 a Comissão Científica do Império. Com seus equipamentos ultramodernos para a época, esse grupo de cientistas brasileiros estava decidido a acabar de vez com os erros

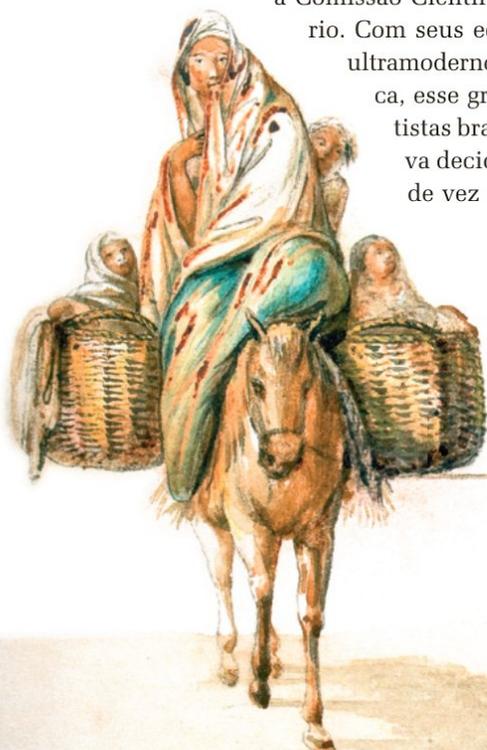
cometidos por naturalistas estrangeiros em suas descrições e estudos sobre o Brasil.

Em 2009, a viagem que o grupo fez pelo interior do Ceará completou 150 anos. Para dar mais visibilidade a essa aventura pouco abordada pela historiografia, foi lançado o livro *Comissão Científica do Império: 1859-1861*. Sua organizadora, a historiadora Lorelai Kury, convidou outros especialistas para escreverem sobre o assunto. O resultado é um livro denso, que também chama a atenção pela variada e bela iconografia referente à viagem da Comissão – pinturas, fotos e documentação que remetem à fauna, à flora e aos índios brasileiros.

Composta por pesquisadores importantes do Museu Imperial e membros do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro – como o botânico Francisco Freire

Allemano (1797-1874), o engenheiro Guilherme Capanema (1824-1908), o poeta Gonçalves Dias (1823-1864), encarregado das pesquisas etnográficas, e o ornitólogo Manoel Ferreira Lagos (1816-1871) –, a Comissão era dividida em cinco seções: Botânica; Geologia e Mineralogia; Zoologia; Seção Astronômica e Geográfica. “Uma de suas grandes realizações foi ajudar a expandir um grupo nacional de cientistas. Todos eles tinham essa visão de pioneirismo, especialmente Capanema e Freire Allemano, que foram os principais divulgadores dos resultados”, afirma Kury.

Os sete membros fixos da expedição – conhecidos pelo povo como “científicos” – partiram em 1859 para desbravar o interior do Ceará durante dois anos e cinco meses. Na volta, trouxeram uma extensa coleção zoológica, botânica e geológica, além de exemplares de artesanato cearense, desenhos e aquarelas, que ilustram as páginas do livro. Todo



esse legado resultou em um aumento significativo das coleções nacionais, como as do Museu Nacional, na época Museu Imperial, que ficou com o herbário do botânico Freire All emão, até hoje bastante consultado por pesquisadores.

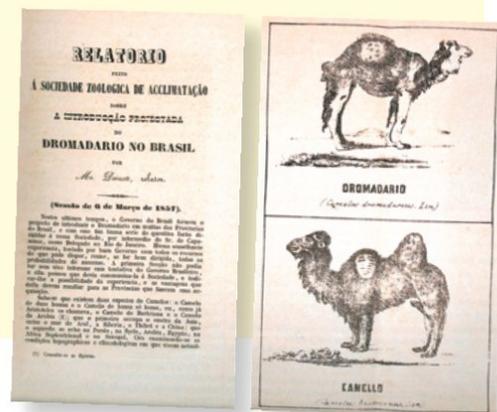
### Um relativo fracasso

Apesar de parte do objetivo inicial da Comissão – a formação de coleções – ter sido concretizado, o outro grande desejo de seus membros não foi levado adiante: a produção de uma grande publicação com os principais resultados da expedição. “De certa forma, é isso que estamos fazendo agora com esse livro”, brinca Kury. Mas por que, após forte investimento do Império, o trabalho da Comissão não teve prosseguimento?

Para a historiadora, os motivos para esse relativo fracasso vieram de várias instâncias. Ela destaca o fato de não haver, no Brasil, uma comunidade científica que pudesse ajudar os viajantes a compilar um material mais denso, uma vez que era complicado para o próprio grupo levar isso adiante. “Gonçalves Dias adoeceu, alguns dos outros membros se dedicaram a outros afazeres e não houve verbas para uma publicação mais ampla”, explica. “Houve ainda imprevistos, como o naufrágio de um barco que implicou a perda de anotações e coleções de geologia e astronomia.”

## Má fama

A imagem que a Comissão Científica do Império tinha perante a sociedade como um todo e, principalmente, o povo cearense, não era das mais respeitáveis. Lorelai Kury, organizadora do livro sobre o grupo de cientistas que desbravou o interior do Ceará no século 19, comenta: “A memória da primeira expedição científica brasileira ficou muito mais marcada por alguns acontecimentos pitorescos e picantes do que pelas coleções que formou e textos que produziu”. Uma das histórias mais comentadas é sobre a tentativa de aclimação de dromedários no Brasil – 14 desses animais, acompanhados de quatro argelinos, foram trazidos à capital cearense. Também a fama dos membros da Comissão de namoradores lhes conferiu um apelido inusitado: “Comissão Defloradora”. Apesar do descrédito e das brincadeiras, a comitativa gerou uma intensa produção de coleções nas áreas de zoologia, botânica e artística – esta última feita pelo botânico Manuel Ferreira Lago e pelo pintor oficial da comissão, José dos Reis Carvalho.

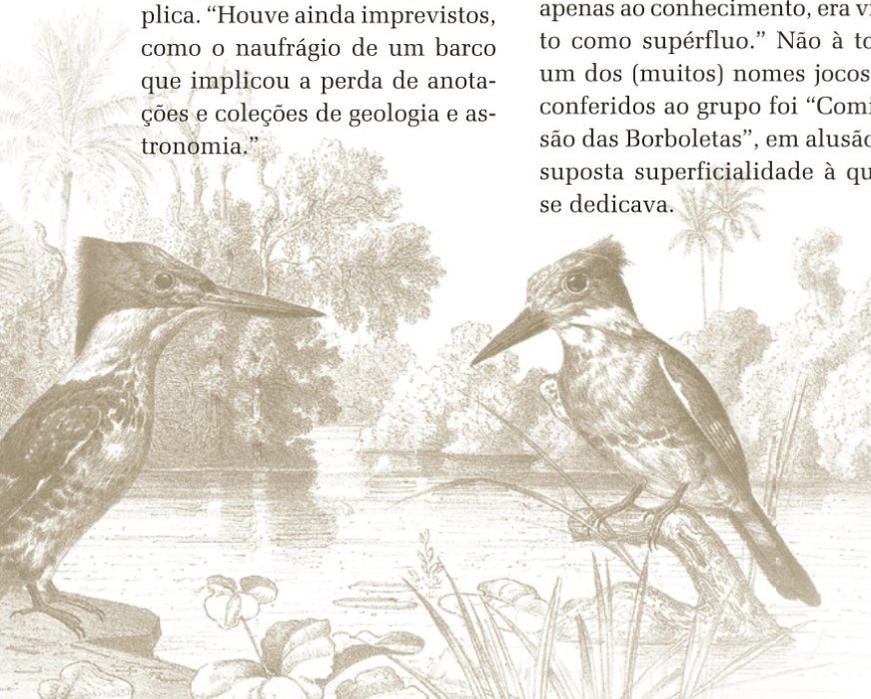


Se era complicado para os próprios cientistas dar continuidade à sua viagem exploratória, também não havia estímulo para esse tipo de empreendimento na sociedade de então. Muito pelo contrário: havia um grande descrédito em relação à Comissão. “Naquela época, a visão que se tinha da ciência era que deveria ser totalmente aplicada a um objetivo concreto e econômico, como a busca por ouro”, conta Kury. “Por isso, todo o trabalho de pesquisa mais básica, visando apenas ao conhecimento, era visto como supérfluo.” Não à toa, um dos (muitos) nomes jocosos conferidos ao grupo foi “Comissão das Borboletas”, em alusão à suposta superficialidade à qual se dedicava.

Os membros do grupo, entretanto, tinham consciência da importância de seu trabalho. Irônico em referência à visão funcionalista da sociedade, Guilherme de Capanema comentou, em um artigo sobre a viagem: “O país em que os pássaros voam assadinhos e temperados pelos ares ainda está por ser descoberto”. Para ele, o aprendizado da ciência e da tecnologia por si só era o que de mais precioso podia se adquirir numa viagem como aquela.

Bem-sucedida ou não, a Comissão Científica do Império sem dúvida contribuiu para a ideia de que o Brasil tinha todas as condições para fazer ciência. “A elite do país, porém, não estava convencida disso, e só valorizava a ciência que tivesse aplicação evidente e imediata”, comenta Kury. “Hoje, pelo menos, conseguimos perceber a importância e o espírito de vanguarda da Comissão.”

**Isabela Fraga**  
Ciência Hoje/RJ



# Governo eletrônico

Imagine uma cidade onde todas as esferas e serviços do governo estão conectados por computador, permitindo não só a agilidade de funcionamento destes como também a criação de estimativas e indicadores que auxiliem na melhoria das ações governamentais. Esse cenário, que parece natural para o século 21, mas que não existe em qualquer cidade do Brasil, está se tornando realidade em Nova Iguaçu (RJ). Há dois anos a prefeitura, com a participação do Departamento de Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), iniciou um projeto para ampliar a conectividade do município, expandir a inclusão digital e criar um banco de dados integrado que permite acompanhar o uso e a qualidade dos diversos serviços e programas sociais pelos usuários.

O projeto começou em abril de 2007, quando a prefeitura de Nova Iguaçu chamou a economista Lena Lavinas, do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), para avaliar a possibilidade de se criar um sistema de avaliação das políticas públicas para a cidade. “Percebemos que tudo era muito fragmentado: a maioria das unidades não tinha equipamento, não havia pessoal capacitado para usá-los”, informa Lavinas, que é a atual coordenadora de Ciência e Tecnologia do município fluminense.

Outros problemas decorrentes dessa fragmentação eram a ausência de uma conexão *on-line* permanente, o que dificultava a integração com serviços de informação federais, como o Gerenciador de Informação Local (GIL) do Ministério da Saúde, e a incapacidade de se juntar e cruzar os dados de diferentes unidades. “Não éramos capazes, por exemplo, de saber se um jovem usuá-

rio de um telecentro estava matriculado na escola, se uma grávida havia feito as sete consultas do pré-natal ou se uma família inscrita no bolsa-família era acompanhada pela Assistência Social”, conta a coordenadora.

## Quatro dimensões

Segundo Lavinas, o projeto de informatização do município teve quatro dimensões: criar conectividade, montar um banco de dados integrado, instalar novos equipamentos e capacitar centenas de funcionários para utilizar o novo sistema. A primeira será obtida por meio da instalação de antenas capazes de manter uma rede sem fio em 200 locais, como secretarias, escolas e postos de saúde, entre outros. “Essa conexão terá uma velocidade de aproximadamente 20 megabits por segundo”, diz a economista.

O formulário eletrônico usado na matrícula escolar permite o cruzamento de dados com outras agências do governo

FOTOS: ALEXANDRE M. DE MOURA





Programa de integração digital de Nova Iguaçu promove a capacitação de funcionários no uso do sistema de informática

Para o banco de dados era necessário estabelecer uma forma de identificar de maneira única cada indivíduo da cidade. Para isso, o grupo escolheu o número do cartão do Sistema Único de Saúde (SUS). Uma vez estabelecida a identificação, criaram-se formulários eletrônicos para cada área: assistência, educação, cultura e saúde. “Os quatro têm um cabeçalho comum que permite o cruzamento das informações contidas neles. É um banco de dados que estará sempre sendo atualizado”, explica Lavinias.

Para os equipamentos, o projeto investiu em soluções que permitem o aproveitamento de computadores que seriam considerados obsoletos no mercado. Essas máquinas são utilizadas como portais de acesso a aplicativos que residem em outro computador, o servidor. Também se pensou em distribuir computadores de mão (PDA, na sigla em inglês) para os agentes do programa Saúde da Família. Finalmente, para capacitar mil funcionários no uso do sistema, a equipe da prefeitura empregou 46 graduandos do Centro Federal de

Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Cefet). “Eles funcionam como multiplicadores de informação e, além de familiarizarem os servidores com a nova estrutura e processos de trabalho, lhes ensinam noções básicas de informática”, completa a coordenadora.

Lavinias ressalta que boa parte do sistema já está pronta para entrar em operação, faltando apenas a instalação da rede. Saúde, assistência social e cultura têm seus formulários eletrônicos testados e em uso onde já há acesso à internet. Para ela, a reestruturação permitirá que a administração de Nova Iguaçu passe a funcionar como um verdadeiro governo eletrônico. A experiência também poderá ser estudada por outras cidades interessadas por meio da página da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), que destinou R\$ 2,8 milhões à empreitada. “O modelo do projeto estará disponível lá para consulta e uso públicos,” conclui a coordenadora.

**Fred Furtado**  
Ciência Hoje/RJ

## QUÍMICA

**POLÍMERO PARA NERVO E OSSO**

Um biomaterial que serve como suporte e promove a regeneração de nervos e ossos. Essa é a definição do poliuretano-caprolactona, um polímero já usado em válvulas cardíacas, e que foi identificado e adaptado para essa nova função pela química Vanusca Dalosto Jahno, do Laboratório de Organometálicos e Resinas (LOR), da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), durante sua tese de doutorado. “A principal vantagem desse novo material sobre os convencionais, como o titânio, é que ele é biodegradável – à medida que o tecido se regenera, o polímero é absorvido pelo organismo”, destaca Jahno.

Segundo a química, o suporte de poliuretano-caprolactona é uma matriz lisa que é inserida cirurgicamente, à qual as células que geram os tecidos nervosos e ósseos se ligam. Uma vez em contato com o polímero, elas crescem e se diferenciam, assumindo as características próprias para o órgão do qual se originam. “Outra vantagem é que o nosso biomaterial é nacional e, portanto, será mais barato. Até agora, só tínhamos acesso a versões estrangeiras, que eram mais caras”, revela Jahno.

A poliuretano-caprolactona já passou por testes *in vitro* e em animais. Seu sucesso interessou uma empresa nacional, a AS Technology, de São José dos Campos (SP), que investe na pesquisa e tem um pedido de patente em colaboração com a PUCRS. De acordo com a química, o polímero precisa passar em mais testes antes de ser submetido à Agência de Vigilância Sanitária (Anvisa). “Ainda deve levar uns dois anos antes que esse biomaterial esteja no mercado”, conta Jahno, que também está testando outros polímeros.

**A poliuretano-caprolactona é um biomaterial que serve de suporte e promove a regeneração de nervos e ossos**

FOTO DE GILSON OLIVEIRA/PUCRS



# Nome holandês, origem portuguesa

**S**ímbolo das ocupações estrangeiras ocorridas em território brasileiro no século 17, o forte Orange – na ilha de Itamaracá, a 50 km de Recife (PE) – era identificado pela população local e por registros oficiais como de origem holandesa. Pesquisadores do Laboratório de Arqueologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) constataram, no entanto, que a fortificação tem outra origem. “Na verdade, o forte foi construído por portugueses, trata-se da fortaleza de Santa Cruz”, revela Marcos Albuquerque, coordenador da pesquisa.

Segundo o arqueólogo, o verdadeiro forte Orange, de origem holandesa, menor do que o português, encontra-se abaixo da fortificação que ainda hoje pode ser visitada em Pernambuco. “Com a saída dos holandeses,

esse forte foi ocupado por lusobrasileiros que, posteriormente, construíram a fortaleza de Santa Cruz. Porém, no inconsciente coletivo, permaneceu o nome forte Orange”, explica Albuquerque.

A descoberta foi feita entre 2002 e 2003 durante pesquisa arqueológica. Historicamente, já se sabia que os portugueses haviam ocupado e realizado reformas na construção holandesa. Entretanto, não se sabia ao certo se um novo forte havia sido construído ou se vestígios do forte anterior seriam encontrados. Essa última hipótese foi comprovada pelo grupo de pesquisa da UFPE, após as escavações.

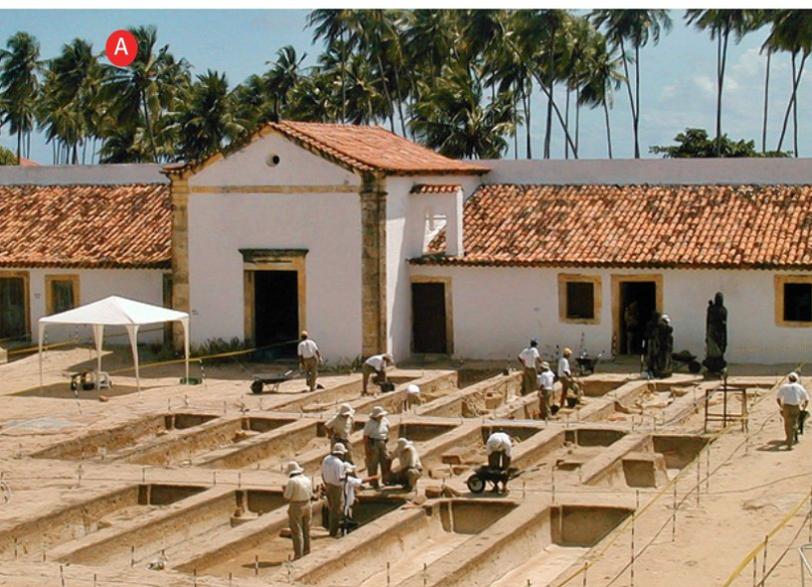
Para Albuquerque, a explicação para o fato de as pessoas acreditarem que o forte era holandês é bem simples: “Da mesma forma como normalmente se atri-

buem aos jesuítas as obras de origem desconhecida no Sul, as ruínas abandonadas no Nordeste são atribuídas aos holandeses”, afirma. De acordo com o pesquisador, a ocupação holandesa no Brasil teve momentos distintos – os combates pela ocupação de terras, a presença de Maurício de Nassau (1604-1679) como governador da colônia holandesa em Recife, e novas lutas que culminaram na expulsão dos invasores. “No período de Nassau, houve certa paz e prosperidade. Vieram com ele artistas, desenhistas e botânicos. Foi esse momento que ficou na memória da população”, diz Albuquerque.

## Achados arqueológicos

No início do século 17, os holandeses ocuparam a ilha de Itamaracá com vistas a tomar a Vila da

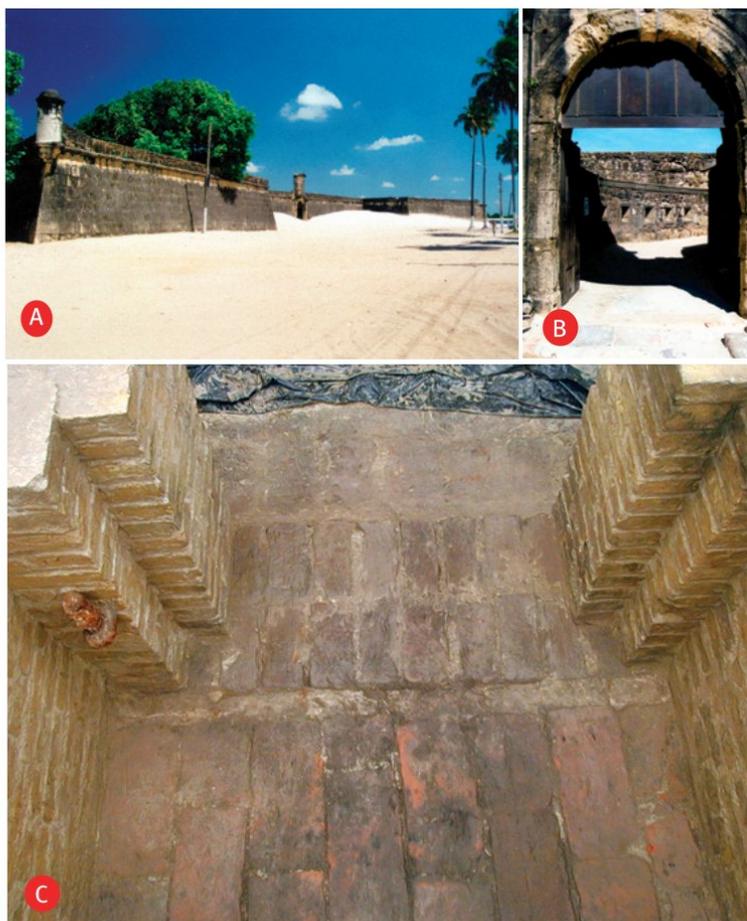
As pesquisas arqueológicas no forte envolveram a atual praça de armas (A) e descobriram a porta de entrada do antigo forte Orange (B), construída com tijolos vindos da Holanda



Conceição, hoje conhecida como Vila Velha. No entanto, a empreitada não obteve sucesso, o que levou os invasores a se instalarem próximo à barra do canal de Santa Cruz, que separa a ilha e o continente. Foi ali que se construiu o forte Orange que, entretanto, foi abandonado em 1654 e ocupado pelos portugueses. Os lusitanos reconheceram na construção um ponto estratégico para a proteção da então capitania de Itamaracá. A partir desse momento, a documentação oficial passou a referir-se ao local como forte de Itamaracá e, em seguida, fortaleza de Santa Cruz, já que o nome forte Orange era homenagem à família real holandesa.

A construção da fortaleza de Santa Cruz não aconteceu em ritmo contínuo. A presença portuguesa teve momentos de intensa atividade construtiva e outros de abandono. Segundo Albuquerque, suspeitava-se anteriormente que os lusitanos tivessem realizado reformas e revestido com pedras a muralha de terra construída pelos holandeses. No entanto, a pesquisa arqueológica constatou que se tratam de dois fortes diferentes. Embora com estrutura similar ao forte Orange, o forte atual é a fortaleza de Santa Cruz, construída em pedra pelos portugueses, e não com terra, como o holandês. “O forte português era maior e tinha as dependências internas justapostas à contramuralha (parede interna da fortificação; entre ela e o muro externo há um preenchimento de terra onde ficam os canhões), enquanto no forte holandês elas eram separadas da contramuralha”, distingue o arqueólogo.

Durante as escavações, os pesquisadores encontraram a casa de pólvora e o poço de abastecimento de água holandês, além de munição e louça. A cinco metros de profundidade foi localizada a porta de acesso ao forte, que era



Vista panorâmica do forte conhecido como forte Orange (A). Detalhe da entrada construída pelos portugueses (B). Abaixo, casa de pólvora do antigo forte holandês (C), que estava soterrada e foi encontrada nos estudos arqueológicos

voltada para o canal de Santa Cruz. O portal, porém, estava bloqueado por um muro de alvenaria de pedra, cuja construção foi atribuída aos portugueses que também mudaram a localização da entrada principal, pois, se a entrada holandesa não fosse fechada, aquele se tornaria um ponto de vulnerabilidade para os portugueses, que ocuparam a edificação até 1854.

### Monumento restaurado

Com a saída dos portugueses, a fortificação foi desarmada e ficou ao abandono. Quase um século depois, em 1937, foi tombada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Cultural (Iphan), porém continuou em processo de deterioração. “Na década de 1970, a fortaleza encontrava-se em ruínas. Houve, então, uma primeira campanha arqueológica, finan-

ciada pela UFPE, com apoio da Polícia Militar de Pernambuco”, conta Albuquerque. Nesse período, a construção já era conhecida como forte Orange.

As escavações feitas à época, também pelo Laboratório de Arqueologia da UFPE, identificaram objetos de uso dos holandeses como munições e canhões de vários calibres. Novas campanhas se seguiram em 2002 e 2003. A pesquisa atual, além de ter esclarecido a origem da construção, tem como próximo passo a revitalização da fortaleza. “Evidências do forte holandês que foram descobertas nas escavações ficarão à mostra”, informa o arqueólogo. No momento, o projeto busca recursos para a contenção do mar, restauração e uso do forte.

**Júlia Faria**

*Ciência Hoje/RJ*

# Alerta aos intrusos

**Q**uando uma espécie vegetal ou animal invade terreno alheio, são grandes os riscos de desequilíbrio ambiental. Não por acaso, as espécies exóticas invasoras estão entre os temas que mais preocupam os biólogos da conservação. Por esse motivo foi criado no Paraná o primeiro Comitê de Espécies Exóticas Invasoras do país. Liderado pelo Instituto Ambiental do estado, o comitê tem o apoio de diversas secretarias do governo estadual e de organizações ambientais da sociedade civil.

“O fenômeno da invasão de espécies exóticas nos preocupa

há décadas, mas só agora podemos dar ao problema a devida atenção que ele exige”, disse a bióloga Marília Borgo, da Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem (SPVS), de Curitiba, e membro do comitê. Segundo ela, a invasão de espécies exóticas é hoje a segunda maior ameaça à biodiversidade no mundo, só perdendo para o desmatamento.

Exemplo emblemático de danos causados por uma espécie invasora ocorreu na década de 1950 na ilha de Guam, colônia norte-americana na Micronésia. Por acidente, um único exemplar da serpente australiana *Boiga ir-*

*regularis* foi transportada para a pequena ilha no trem de pouso de uma aeronave. As consequências não poderiam ser mais desastrosas: em pouco tempo, ela dizimou sozinha praticamente toda a fauna local. Das 13 espécies de aves nativas, 10 foram exterminadas; das 3 espécies de mamíferos, 2 desapareceram; e das 12 espécies de répteis, 6 foram varridas do mapa.

A explicação da tragédia é simples: como Guam não tinha espécies nativas de serpente, as espécies de aves, lagartos e mamíferos que lá viviam eram vulneráveis a predadores. “É um caso notório, que nos ajuda a entender o que são espécies invasoras”, diz a bióloga, lembrando que essas espécies chegam a certo ambiente em geral por ação humana e aí encontram vantagens competitivas sobre as espécies locais. “E assim se instala o desequilíbrio”, conclui.

Alfeneiro (*Ligustrum lucidum*):  
ameaça à fauna nativa  
da capital paranaense

FOTO MAURO GUARNANI/FELICER



## O sagui e o alfenheiro

Em proporções menores, situações semelhantes à ocorrida em Guam acontecem em todo o planeta – e Curitiba não está a salvo da invasão de espécies exóticas, como o sagui, pequeno primata da família dos calitriquídeos. “Natural da Bahia, ele veio como animal de estimação para os lares da capital paranaense”, conta a bióloga. “Mas bastava alguém da família levar a primeira mordida, para seus donos o abandonarem nos parques da cidade.” No novo lar, os famintos saguis passaram a atacar ninhos em busca de ovos, desequilibrando as populações de aves.

Outro impacto ambiental grave na capital paranaense foi causado por um projeto de arborização da Prefeitura, que decidiu plantar mudas de alfenheiro (*Ligustrum lucidum*) por toda a cidade. À época, essa espécie nativa da Ásia era considerada ideal para paisagens urbanas, e ainda não se conhecia o impacto que ela poderia causar. Hoje, no entanto, sabe-se que a árvore atua como espécie invasora, pois ocupa o lugar que originalmente seria de plantas nativas, como pitanga, tarumã, canela e guamirim. “Isso interfere na sobrevivência da fauna local, que está habituada aos frutos de árvores da região”, diz Borgo. “Alguns animais podem até desaparecer com a introdução do alfenheiro”, alerta a bióloga.

A lista de espécies exóticas invasoras é extensa, tanto da fauna quanto da flora. “Se quisermos conservar nossa biodiversidade, precisamos agir seriamente”, preocupa-se Borgo. Segundo a bióloga da SPVS, temas importantes já estão na pauta de discussões do comitê, que deverá ampliar suas ações ao longo de 2010.

### Henrique Kugler

Especial para *Ciência Hoje*/PR

## GENÉTICA

### CAUSAS GENÉTICAS DA GAGUEIRA

Pesquisadores brasileiros estão prestes a dar um passo importante no mapeamento e confirmação de causas genéticas para a gagueira: até meados deste ano, será finalizado um estudo que busca avaliar se regiões do cromossomo 7 têm relação direta com esse distúrbio. A pesquisa, realizada por geneticistas da Universidade Estadual de São Paulo (Unesp), em Botucatu, também envolve outras instituições, como a Unesp-Marília, as universidades de São Paulo e a Estadual de Campinas.

Vale ressaltar que a gagueira estudada pelos cientistas paulistas é a do tipo persistente familiar, manifestada por crianças (a partir de seis ou sete anos) que tenham pelo menos outro parente também gago. “Antes disso, é normal que crianças gaguejem, pois ainda não têm a função da linguagem bem desenvolvida”, explica o professor Danilo Moretti-Ferreira, do Departamento de Genética do Instituto de Biociências da Unesp-Botucatu.

A hipótese de haver causas genéticas para a gagueira já foi confirmada no meio científico desde o século passado. Em 2004 surgiram, nos Estados Unidos, os primeiros resultados de estudos moleculares indicando uma região genética que poderia influenciar este tipo de gagueira – localizada no cromossomo 18. A população estudada nesse trabalho, no entanto, era bastante restrita: um grupo religioso norte-americano com muitos laços consanguíneos. Foi a partir de então que estudos seme-

lhantes começaram a ser feitos no Brasil, mas com grupos populacionais paulistas com alta taxa de miscigenação entre eles.

O primeiro resultado do estudo – feito com 185 pessoas de 31 famílias – indicou que não havia relação entre o cromossomo 18 e a gagueira. Entretanto, como o distúrbio teria vários componentes genéticos, o grupo passou a estudar outras regiões cromossômicas. “Agora, estamos terminando um estudo com regiões do cromossomo 7, que se mostrou um componente importante na manifestação da chamada gagueira desenvolvimental persistente familiar”, afirma Moretti-Ferreira.

A confirmação e o mapeamento de regiões gênicas relacionadas à gagueira, no entanto, não descartam a influência do ambiente no desenvolvimento desse problema. “Cerca de 80% da gagueira têm carga genética, mas 20% ainda são devidas a influências do ambiente”, afirma o geneticista, exemplificando, entre estas, o estresse intrauterino ou pós-uterino.

Saber se uma criança possui tendência ou não a desenvolver gagueira possibilita a intervenção precoce. “Se soubermos que um recém-nascido tem alta tendência a ser gago, podemos realizar intervenções terapêuticas precoces e evitar, ou minimizar, o desenvolvimento do distúrbio”, explica Moretti-Ferreira, ressaltando que o diagnóstico e a terapêutica da gagueira devem ser feitos por fonoaudiólogos.

**LIVROS RAROS EM VERSÃO ON-LINE** • Acervo virtual disponibiliza obras raras. São livros sobre história da saúde e da medicina que datam dos séculos 18 a 20. Foram digitalizadas 20 publicações que, em seguida, serão restauradas. O trabalho foi coordenado pela Casa de Oswaldo Cruz (COC), unidade da Fundação Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro, e é patrocinado pelos Laboratórios Bagó do Brasil. O acervo virtual poderá ser visitado a partir de março deste ano. A biblioteca da COC ([www.coc.fiocruz.br](http://www.coc.fiocruz.br)) tem ao todo 350 obras raras, que também passarão por restauração e serão disponibilizadas à consulta pública diretamente na unidade.

# Hormônio da juventude

**P**erto dos 50 anos, as mulheres sofrem com a interrupção fisiológica dos ciclos menstruais causada pela suspensão da secreção de estrogênio, responsável pelo evento conhecido como menopausa. A diminuição desse hormônio no organismo faz com que as mulheres enfrentem uma série de desconfortos, como ondas de calor, secura na pele, insônia e mudanças drásticas de humor. Graças ao poder de retardar tais incômodos, a terapia baseada na reposição de estrogênio é amplamente adotada no mundo para tratar mulheres na menopausa. Há, no entanto, o outro lado da moeda: como o estrogênio induz a proliferação de células da mama e do endométrio (mucosa que reveste a parede interna do útero), cresce o risco de desenvolvimento de câncer de mama e útero.

Por essa razão, muitas mulheres temem se sujeitar ao tratamento à base de estrogênio (conhecido como terapia de reposição hormonal) para combater os efeitos indesejáveis da menopausa. Nos últimos tempos, porém, essa terapia tem sido repensada. Estudo recente feito pelo médico Jaime Kulak Júnior, do Departamento de Tocoginecologia da Universidade Federal do Paraná, acaba por ampliar o horizonte do tratamento. O trabalho foi realizado juntamente com pesquisadores da Universidade de Yale, nos Estados Unidos, sob a liderança do ginecologista Hugh Taylor.

A equipe combinou o estrogênio com moduladores seletivos do receptor de estrogênio (SERMs, na sigla em inglês), capazes de bloquear o efeito desse hormônio nos tecidos da mama e do endométrio. Graças a esse arranjo, os sintomas da menopausa são atenuados e, aparentemente, não há risco de as mulheres desenvolverem câncer de mama ou útero.

“Cultivamos células cancerosas da mama e do endométrio, adicionando em algumas delas apenas estrogênio; em outras, esse hormônio foi adicionado juntamente com os SERMs”, explica Kulak. “Por meio de diversos marcadores, observamos que as culturas que continham somente estrogênio proliferavam, enquanto que as demais permaneciam inalteradas.”

Kulak adverte que o resultado ainda deve ser posto à prova por meio de estudos clínicos, mas sinaliza que, em curto prazo, a nova alternativa poderá ser uma das soluções, no que diz respeito a medicamentos, para mulheres na menopausa. Os dados continuam a ser analisados por Kulak na etapa final de seu doutorado, que, no Brasil, está sendo feito no Departamento de Ginecologia e Obstetrícia da USP de Ribeirão Preto, em São Paulo, sob orientação do médico Rui Ferriani. A pesquisa foi destaque no Congresso Norte-americano de Reprodução Humana, realizado no final de 2009 nos Estados Unidos, com repercussão em sítios internacionais de divulgação científica na área de ginecologia e menopausa.

## Inimigos conhecidos

O câncer de mama é o tipo de câncer mais temido pelas mulheres devido à alta frequência com que se manifesta e, sobretudo, por seus efeitos psicológicos, que afetam a percepção da sexualidade e a própria imagem pessoal ao atacar um símbolo marcante de feminilidade: os seios. Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) estimam que em todo o mundo ocorram mais de 1 milhão de novos casos de câncer de mama por ano, o que o coloca em segundo lugar entre os tipos de câncer mais frequentes em mulheres, superado apenas pelo câncer de pele (de cada três diagnósticos de câncer feitos, um é de pele). Segundo o Instituto Nacional do Câncer (Inca), o câncer de mama é o que causa maior número de óbitos entre as mulheres no Brasil, totalizando mais de 11 mil mortes por ano. Para 2010, são esperados 49 casos por grupo de 100 mil mulheres no país.

A comunidade médica tem certa dificuldade para distinguir precocemente entre os dois tipos de câncer de mama: o ductal, que ocorre em 75% dos casos, e o lobular. Este último, pouco estudado, pode se apresentar como uma lesão mal definida, o que dificulta sua detecção e diagnóstico, inclusive pela mamografia.

Já o câncer de útero, segundo estatísticas do Inca e da OMS, é o segundo mais comum entre as mulheres no Brasil. Para 2010, a expectativa é de 18 óbitos para cada grupo de 100 mil mulheres. Ele é a terceira causa de morte entre os tipos de câncer que acometem mulheres em todo o mundo e está em primeiro lugar nos Estados Unidos.

**Luan Galani**

Especial para *Ciência Hoje*/PR

## CARAMUJO PODE DISSEMINAR DOENÇAS

O caramujo-gigante-africano infectado por *Angiostrongylus* pode contribuir para a disseminação de duas doenças causadas por esse verme: a angiostrongilíase abdominal e a meningoencefalite eosinofílica. A comprovação foi obtida a partir de estudo feito em parceria entre a Universidade Estadual Paulista (Unesp-São Vicente) e o Centro de Pesquisas René Rachou da Fundação Oswaldo Cruz, em Belo Horizonte (MG).

A partir de estudos anteriores, os cientistas acreditavam que o *Achatina fulica*, nome científico do caramujo-gigante-africano, poderia ser contaminado pelo nematódeo *Angiostrongylus* apenas em laboratório. Entretanto, a bióloga Iracy Léa Pecora, da Unesp, analisou uma amostra de três mil animais, coletados em São Vicente (SP), e constatou que aproximadamente 10% estavam infectados pelo verme. “A quantidade ainda é baixa, mas indica que os caramujos podem estar naturalmente infectados”, diz.

O *Achatina fulica* é um dos hospedeiros intermediários do *Angiostrongylus*, que, na forma adulta, vive no organismo de pequenos roedores, como ratos. “Após a reprodução dos vermes adultos, surgem larvas que são expelidas junto com as fezes do roedor. São essas larvas que infectam os caramujos”, explica Pecora. O fato de se encontrar caramujos naturalmente infectados leva os pesquisadores a concluir que os roedores que perambulam pelos mesmos locais também estão

infectados. O ser humano, por sua vez, é um hospedeiro acidental do verme. “A infecção acontece após comer alimentos mal lavados, já que o caramujo anda por verduras, onde deixa um muco contaminado”, completa.

A angiostrongilíase abdominal é transmitida pelo *Angiostrongylus costaricensis*, que se instala no intestino e pode levar à morte após a perfuração deste. Já o *Angiostrongylus cantonensis* se instala nas meninges e no cérebro, resultando em um quadro mais severo da meningite tradicional.

O caramujo-gigante-africano é hermafrodita e pode pôr até 400 ovos por vez. Resistente, o animal prolifera com rapidez. Dias típicos de verão – com calor e chuva no fim da tarde – são os mais propícios para encontrar a espécie. São comuns os relatos de ambientes infestados pelo caramujo nessa época. “A rápida proliferação do animal é uma ameaça ecológica. Ele come de tudo: plantas, papel, ração de animais e até lixo”, alerta Pecora. Segundo a pesquisadora, é preciso coletar, com luvas, os animais e quebrar suas conchas. “Em seguida, deve-se jogar cal e enterrar os bichos. Não é recomendado utilizar sal para matá-los, pois a substância prejudica o solo”, explica.

O caramujo-gigante-africano é hospedeiro intermediário de verme que causa doenças em humanos

FOTO DE IRACY LEA PECORA



# Alga para toda obra

**E**m um mundo ameaçado pelo aquecimento climático e onde os combustíveis fósseis são os grandes vilões, o que poderá nos ajudar? As macroalgas, segundo pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). O ProAlga, projeto iniciado no Instituto de Microbiologia Professor Paulo de Góes (IMPPG) da UFRJ e que reúne oito grupos de pesquisa, tem por objetivo incentivar a agricultura marinha desses vegetais de modo a usá-los para a produção de etanol e captura de carbono da atmosfera, além de suprir a demanda do Brasil de produtos derivados de algas, um mercado de US\$ 100 milhões.

A semente do projeto surgiu no começo de 2007, quando, juntamente com sua equipe, Maulori Curié Cabral, do IMPPG e coordenador do ProAlga, extraía de algas do gênero *Gracilaria* o ágar-ágar, uma espécie de gelatina presente nessas plantas, para aulas práticas de microbiologia. Os pesquisadores refinaram o processo de extra-

ção a ponto de obter uma eficiência de 80%. “O problema é que o produto extraído estava liquefeito, ou seja, havia perdido a propriedade gelificante e não servia a nosso propósito”, conta o virologista. Foi então que surgiu a ideia de testar a possibilidade de se fermentar a substância, chamada de galactana e composta por unidades repetidas de moléculas do açúcar galactose.

Com a ajuda do microbiólogo Allen Norton Hagler, também do IMPPG, os pesquisadores encontraram uma levedura isolada do ambiente que era capaz de fermentar os açúcares individuais liberados a partir da quebra da galactana e gerar etanol. “Inicialmente, a quebra, chamada hidrólise, tinha uma eficiência menor que 3%, mas conseguimos atingir 13,6%. Quando chegarmos a 20%, teremos as condições necessárias para montar a primeira usina de etanol de terceira geração”, afirma Cabral. Ele dá suporte ao seu entusiasmo com números. Segundo o virologista, 1 hectare (1 ha equivale a 10 mil m<sup>2</sup>)

de plantação de cana-de-açúcar produz 12 toneladas de açúcar por ano, enquanto 1 ha de cultivo de algas pode gerar 300 toneladas de massa seca, que hidrolisadas com eficiência de 20% fornecem 60 toneladas de açúcar fermentável.

## Escala-piloto

Os resultados obtidos pelos cientistas fizeram com que a UFRJ entrasse com pedidos de patente nacional e internacional do processo. Além disso, a universidade criou o ProAlga, cujo objetivo é incentivar a agricultura marinha, bem como auxiliar a agregar valor à atividade. “Estamos divulgando a necessidade de transformar as regiões costeiras do Brasil em um jardim algaço”, informa Cabral.

O virologista revela que já existem atividades nesse sentido no litoral sul do estado do Rio de Janeiro, onde duas empresas exploram a ficocultura comercial, uma delas em parceria com o ProAlga no projeto do etanol. A ideia é usar a macroalga vermelha (rodófito) *Kappaphycus alvarezii*, nativa das Filipinas e adaptada ao ambiente tropical. “Ela tem crescimento exuberante e um grande potencial fotosintetizante. Quanto mais quente for a água e mais próximos da linha do Equador os locais em que ela é cultivada, mais rápido ela cresce e maior será sua produtividade”, afirma. Ele estima uma produção de 300 toneladas de massa seca/ha/ano na costa nordestina e de até 500 toneladas de massa seca/ha/ano em tanques de águas equatoriais, em consórcio com criadores de camarões.



O cultivo da macroalga *Kappaphycus alvarezii* pode auxiliar na produção de etanol e na captura de carbono. À direita, a macroalga do gênero *Gracilaria*, da qual se extrai o ágar-ágar, foi a planta que deu origem ao ProAlga

FOTO DE CLÁUDIA SANTOS/PROALGA

FOTO DE ISIDORO QUINTO/PROALGA

A *K. alvarezii* é também uma fonte de carragena, uma substância utilizada em vários produtos, como pastas de dente, iogurtes, salsichas, sorvetes e chope. Sua importação custa ao Brasil US\$ 30 milhões. “A criação dessa macroalga aumenta a biodiversidade marinha local, atrai e serve de berçário para animais marinhos, e proporciona uma fonte segura de renda para a população litorânea, promovendo desenvolvimento econômico e social”, acrescenta o virologista.

### Combatendo o aquecimento

Mas as vantagens da agricultura marinha não param aí, de acordo com Cabral. Ele explica que o cultivo de algas também permite a captura de carbono com mais eficiência do que com técnicas tradicionais de reflorestamento, já que se produz muito mais massa seca por hectare e, conseqüentemente, se absorve mais gás carbônico atmosférico, um dos principais gases do efeito estufa. Segundo dados do virologista, no caso do eucalipto, principal espécie usada em reflorestamento, são 20 toneladas de massa seca/ha/ano contra as 300 toneladas já citadas para a *K. alvarezii*.

“Ao se cultivar as macroalgas, não são ocupadas áreas que podem ser usadas para agricultura nem consumidos fertilizantes ou água doce”, observa o coordenador do projeto. Ele cita a cultura de cana-de-açúcar como um exemplo de ‘voracidade’ – cada hectare desse cultivo necessita de 2 milhões de litros de água por ano.

Os pesquisadores do ProAlga seguem aperfeiçoando seu método de hidrólise e promovendo a agricultura marinha, mas Cabral ressalta que eles não têm qualquer financiamento externo. “Imagine o que conseguiremos se obtivermos um financiamento constante,” conclui.

**Fred Furtado**

*Ciência Hoje/RJ*

## STONEHENGE BRASILEIRO

O sítio arqueológico da cidade de Calçoene, no interior do Amapá, pode ter sido um grande calendário solar construído por civilizações antigas há mais de mil anos. A afirmação é do físico Marcomede Rangel, do Observatório Nacional, no Rio de Janeiro, que vem estudando o local. Descoberto pelo naturalista Emilio Goeldi (1859-1917) no início do século passado, o sítio abriga pedras monolíticas estrategicamente posicionadas no solo.

Com ajuda de estudantes do curso de turismo do Centro de Educação Profissional do Amapá (Cepa), o físico mapeou o local e descobriu uma relação entre o sítio e o fenômeno natural do equinócio. “Uma das pedras é uma chapa de granito de 3 m com uma abertura no centro com cerca de um palmo de diâmetro. Há outra pedra direcionada justamente em relação a essa. Provavelmente, o sítio era usado pelos povos antigos para saber a época de plantio, colheita, chuva e seca”, diz.

O equinócio acontece quando o Sol, visto da Terra, se desloca sobre a linha do Equador, nascendo a leste e se pondo a oeste. Essa passagem de um hemisfério a outro determina o início das estações primavera e outono, conforme o hemisfério. Durante o fenômeno, o dia e a noite têm a mesma duração. Para Marcomede, os monumentos encontrados em Calçoene – comparáveis a Stonehenge, na Inglaterra, o mais conhecido círculo de pedras do mundo –, podem ter sido formas de homenagem aos deuses pagãos ou mesmo observatórios primitivos. “Já conseguimos saber que a luz do Sol é projetada pela abertura de uma das pedras, criando uma bola de luz, que vai bater em outra pedra. A bola de luz se desloca seguindo a linha do Equador”, conta o pesquisador.

O sítio de Calçoene ficou no esquecimento durante muito tempo. Somente em 2005, o ‘Stonehenge brasileiro’ despertou o interesse do governo do Amapá, quando foi catalogado e cercado, sendo estudado por arqueólogos do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (Iepa). Pesquisas apontaram uma relação das construções com o solstício de inverno, momento em que o Sol está mais afastado do Equador, em cima do trópico de Capricórnio. Marcomede espera encontrar novos elos entre o sítio e fenômenos astronômicos: “Com os dados obtidos, confeccionaremos um mapa das constelações para encontrar outras relações com estrelas brilhantes e a Lua”, finaliza o físico.

FOTO DE MARCOMEDE RANGEL



## ÁGUA DO CERRADO

A importância do cerrado brasileiro para a biodiversidade da fauna e flora do país já é fato bastante conhecido e divulgado. Estudo recente da Embrapa Cerrados, no entanto, traduz em números a relevância desse bioma também na composição das grandes bacias hidrográficas do país.

“Quando comecei a trabalhar na Embrapa Cerrados, em 2001, falava-se que o cerrado era a ‘caixa d’água’ do país, mas não havia quantificação dessa importância”, conta o engenheiro agrícola Jorge Enoch Furquim Werneck Lima, líder do estudo. Das 12 bacias hidrográficas presentes no país, oito são abastecidas, pelo menos em parte, pelo cerrado. Alguns resultados do estudo relativos a esses números foram surpreendentes: a bacia do rio São Francisco, por exemplo, é ocupada em 50% por cerrado, que é fonte de 93% do montante de água ali presente.

Há também bacias onde mais de 100% das águas são provenientes do cerrado. “Mais de 130% da água da bacia do Paraguai vêm do cerrado”, explica o pesquisador. Ou seja: a quantidade de água que o Pantanal recebe do cerrado é maior do que este fornece ao rio Paraguai. “O Pantanal não existiria sem o cerrado”, conclui Lima. Valor semelhante é o relativo à bacia do Parnaíba (106%). Já a bacia do Tocantins/Araguaia tem 70% de suas águas advindas do cerrado brasileiro.



O motivo para todo esse potencial hídrico do bioma, segundo o pesquisador, é que ele está localizado num planalto no centro do país e tem solos com grande capacidade de armazenamento de água. “Por isso, funciona como uma espécie de guarda-chuva, que recebe, armazena e distribui água para grande parte do país”, explica. “Se pensarmos que nossa energia elétrica é quase toda baseada em água, entendemos a importância estratégica do cerrado para o Brasil.” Segundo ele, a usina hidrelétrica de Sobradinho (Bahia), tem quase 100% de seu reservatório composto por águas do cerrado. Por esses motivos, o bom uso do cerrado é imprescindível. “Não só da água como do solo”, alerta Lima.

BASEADO EM EMBRAPA CERRADOS/LIMA & SILVA

## QUEFIR FORTALECE SISTEMA IMUNOLÓGICO

Pouco conhecido no Brasil, o quefir é um leite fermentado originário do Cáucaso, que apresenta grandes benefícios para saúde. Alimento probiótico (que contém micro-organismos vivos que combatem os micro-organismos nocivos que existem em nosso corpo), ele favorece o bom funcionamento da flora intestinal e estimula o sistema imunológico. Composto de um aglomerado de bactérias e leveduras, o alimento vem sendo pesquisado por meio de análises físico-químicas e microbiológicas por uma equipe da Universidade Federal Fluminense, em parceria com a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro-Rio).

Segundo a farmacêutica Marcia Barreto Feijó, coordenadora da pesquisa, além de efeitos inibitórios aos micro-or-

ganismos patogênicos, alguns estudos constataram também propriedades anti-inflamatórias e antitumorais. “Temos pesquisado os teores de proteínas, lipídeos, lactose e minerais de quefirados de leite e de fermentados em bebidas à base de soja, e o teor de lactose em quefirados de leite. Os quefirados obtidos após fermentação dos grãos, em bebidas à base de soja, têm quase o dobro de proteínas e lipídeos, quando comparados aos de leite”, revela Feijó.

Diferentemente de outros produtos fermentados industrializados, no quefir os micro-organismos são visíveis. Composto de grãos, ele pode ser adicionado ao leite, a bebidas à base de soja ou à água com açúcar mascavo. “É um excelente alimento para o café da manhã e lanches. Um copo de 200 ml de leite integral quefirado corresponde a aproximadamente um terço da recomendação de ingestão diária de cálcio”, diz Feijó. A

principal vantagem das bebidas fermentadas por quefir em relação aos iogurtes é que, além de possuir uma quantidade maior e mais diversa de micro-organismos em sua cultura inicial, apresentam um nível de  $\beta$ -galactosidase mais elevado, aumentando a digestão da lactose, o que permite seu consumo por indivíduos que não a toleram.

No momento, a equipe busca parâmetros ideais de fermentação, a fim de se obter um elevado número de bactérias probióticas sem que haja perda do sabor da bebida. Ainda não há produção industrial no Brasil, mas uma unidade piloto de fabricação do alimento está sendo implantada no Instituto de Tecnologia de Pernambuco (Itep), em parceria com uma empresa privada.

FOTO DE MARCIA BARRETO FEIJÓ



## Omar Ribeiro Thomaz

Departamento de Antropologia, Universidade Estadual de Campinas



## Rodrigo Charafeddine Bulamah

Universidade Estadual de Campinas



# 40 segundos de ruína

**Bastaram 40 segundos para que, no dia 12 de janeiro deste ano, o mundo viesse abaixo em Porto Príncipe, Haiti. Nas horas seguintes, os abalos se espalharam e outras cidades foram afetadas: Pétionville, Leôgane, Jacmel, Petit Goâves, Grand Goâves. Ao desastre natural se somariam os rumores de roubo de crianças, de órgãos, estupro. Em meio ao cheiro nauseabundo de corpos que se acumulam nas calçadas, a população responde com rezas, cantos e danças. Porque, para a maioria das pessoas, a ajuda não vem de serviços de proteção ou missões como a das Nações Unidas. Em meio ao caos e à catástrofe, o que se viu foi uma sociedade mobilizada para ajudar e confortar os seus.**

No dia 12 de janeiro de 2010, às 16h53, a terra tremeu em Porto Príncipe, capital do Haiti. Cerca de 40 segundos foram suficientes para que o mundo ruísse e, de forma radical, o curso da vida de milhões de pessoas fosse dividido entre um ‘antes’ e um ‘depois’. Ao grande terremoto com intensidade 7,3 na escala richter, seguiram-se vários nas horas seguintes, de menor intensidade, mas igualmente assustadores. E assim seria nos dias seguintes. A cada novo tremor, novos desabamentos dos semidestruídos ou fragilizados edifícios da capital; a cada novo tremor, a sensação de absoluta vulnerabilidade; e temor de que os soterrados, entre desconhecidos anônimos e amigos, não resistissem à interminável espera por uma ajuda que tardava.

Se a consciência da gravidade da catástrofe é quase que imediata, a avaliação de sua dimensão é mais demorada. É consequência do caminhar pelas ruas nos momentos imediatamente posteriores, num estado que mescla o pânico e o estupro. É a nuvem de poeira que numa fração de segundos cresce a sua volta; são os ruídos

dos edifícios que caem nos arredores; são as explosões de postos de gasolina e o fogo que se adivinha ao longe. Mas são, sobretudo, as pessoas que surgem no meio do nevoeiro, algumas em estado de choque, outras em estado de desespero, queimadas e seminuas, ensanguentadas, mutiladas e feridas, descabeladas e enlouquecidas. São pais e mães correndo com os filhos no colo. São os feridos que começam a ser dispostos pelas calçadas à espera de algum auxílio, ao lado dos mortos. Alguns parecem que dormem, e surge o desejo de sacudi-los para que acordem. Mas sabemos que estão mortos.

E nem bem o primeiro tremor havia acabado, surge o clamor aos céus, de todos. Atrás de nós, três moças começam a ter espasmos. Num primeiro momento, pensamos que se trata de um ataque epilético. E rapidamente nos damos conta que estão em transe. Os demais, erguem as mãos aos céus, gritam e choram “Bon Dieu”, “Gezi”, “mezami” (“Deus”, “Jesus”, “meus amigos”), num pranto que se repetirá nos dias seguintes, ganhando tonalidades e ritmos diversos. ▶

## Se a consciência da gravidade da catástrofe é quase que imediata, a avaliação de sua dimensão é mais demorada

Haitianos sobem em escombros em rua de Porto Príncipe para obter alimentos

No Haiti, nesta época do ano, o Sol não se põe, despenca. Neste 12 de janeiro sua queda foi precedida pela poeira. A mesma que tapou as montanhas que rodeiam a capital. Com a poeira e a escuridão, chegam os rumores. Um senhor nos diz que o hospital adiante caiu. Logo abaixo nos falam que na rua de cima a igreja também veio abaixo, e que apenas a imagem de Jesus permaneceu em pé. As ruas estão paradas, os carros foram lançados em diferentes di-

reções, alguns debaixo de muros que ruíram, outros foram abandonados. E no caminho, numa cena já comum naquela cidade, as pessoas vão e vêm. Algumas se ajudam, outras correm em direção à casa em busca dos seus, outras ainda correm como que sem destino. Parece que começaram uma corrida que não vai parar tão cedo. Todos estão cobertos de pó.

Os ruídos se resumem a gritos e choros. Nada de ambulâncias ou sirenes, como poderíamos esperar.

Não são poucos os que misturam o clamor a “Bon Dieu” com um diálogo nada amistoso com este mesmo “Bon Dieu”. Os celulares não funcionam.

Fala-se do colapso do Palácio Nacional e da catedral, dos edifícios ministeriais e do senado, do hotel Montana, base da missão civil das Nações Unidas instalada no país ao lado do aparato militar. Há a polifonia de diversos grupos – haitianos e estrangeiros, ricos e pobres, jornalistas e cooperantes, embaixadores e militares –, e encaramos os rumores com certa suspeita. Mas essa desconfiança primeira logo deu lugar a uma certeza. Sobretudo quando os boatos confirmam: o mundo viera abaixo em Porto Príncipe, em Pétienville, em Leôgane, em Jacmel, em Petit Goâves, em Grand Goâves.

Com o tempo, percebemos como esses rumores perduram

FOTO: GAO GUATEL/FOUAMAGEM



e começam a assumir formas as mais diversas, constituindo relatos reveladores de uma situação real. Fala-se muito de roubo de crianças, do *Ougarou* e do chupacabras. De modo que os tiros que ouvimos no período noturno, geralmente associados a pilhagens, podem ser também para espantar figuras e entidades como essas que, aproveitando-se da confusão, vieram roubar as crianças, se apropriar dos seus corpos, inteiros ou retalhados. Fala-se de roubo de órgãos e de crianças. E não só com tiros se espanta o mal: também se reza e se canta e se dança. A cada tremor se reza, se canta e se dança mais forte, nas ruas e nos campos – ninguém ousa dormir nas casas que resistiram ao grande terremoto. Aliás, o grande ainda está por vir. E na terceira noite nós dançamos e cantamos a *Bon Dieu* e *Gezi*. E para espantar *Ougarou*.

Nos quatro dias que se seguiram ao grande terremoto, a ajuda internacional anunciada nos grandes meios não chegava. Centenas de milhares de pessoas se organizaram nos campos de refugiados distribuídos pelos espaços abertos da capital. As *dame sara*, comerciantes que normalmente garantem a circulação de produtos, asseguraram o seu abastecimento, ao lado daquelas responsáveis pelo preparo de alimentos nas ruas, *chein jambé*. E a água era distribuída por caminhões-pipa pertencentes a empresários locais. Padrinhos, madrinhas e vizinhos se fizeram cargo de crianças órfãs de uma hora para outra. Jovens se lançaram ao trabalho nos escombros, recolhendo mortos e feridos, sem tratores ou luvas, num labor que se reproduziria nas semanas seguintes. Escoteiros impecáveis dispunham os corpos nas calçadas à espera que algum veículo os recolhesse – alguns eram embrulhados em panos, outros cobertos

## Se é fato que no Haiti a população vive na expectativa da existência de uma esfera exterior à sociedade minimamente provedora de segurança e serviços, também é verdade que há décadas esta esfera não existe

com papel, e outros traziam alguma inscrição indicando nome ou procedência. No cimo dos edifícios em ruínas, podíamos ver mais e mais corpos pendurados. Como tirá-los lá de cima? E um cheiro nauseabundo parecia tudo dominar e penetrar em cada canto da cidade.

Centenas de milhares de habitantes abandonaram Porto Príncipe rumo às províncias, indo ao encontro de familiares e amigos. Não foram evacuados: lotaram os *tap taps* e os barcos que deixavam a capital, cientes de que podiam fazer de tudo, menos esperar. Esperar por uma ajuda que se protegia nos quartéis, que afirmava a incapacidade da sociedade haitiana de garantir a distribuição do que chegava em nome da ajuda (e as *dame sara*?), que se aferrava à ideia da insegurança (?), e que na verdade se dedicava a evacuar e salvar os próprios sujeitos da ajuda.

Perguntamo-nos agora se os haitianos esperavam de fato qualquer forma de ajuda, e se a indignação diante da sua inexistência ou inoperância é apenas nossa. Se é fato que no Haiti a população vive na expectativa da existência de uma esfera exterior à sociedade minimamente provedora de segurança e serviços, também é verdade que há décadas esta esfera não existe. Para a esmagadora maioria da

população, Estado e comunidade internacional se fazem presentes antes na forma de força bruta – polícia ou tropas de ocupação – que de instituições, serviços ou proteção. Esperavam algo da Missão das Nações Unidas para a Estabilização do Haiti? Ousamos dizer que não.

Após seis anos e milhões de dólares gastos no plano de estabilização da Organização das Nações Unidas (ONU), a lógica operante nos esforços da ‘cooperação internacional’ assumiu uma insuperável distância face aos haitianos. Parece reproduzir a mesma distância existente entre o Estado e a sociedade: boa parte dos haitianos os percebe como predadores ou inimigos; ou ainda manifesta diante dessas esferas a indiferença que inspira aquilo que não nos diz respeito.

O que vimos não foi uma sociedade caótica ou violenta nos dias e semanas que sucederam o grande terremoto. Mas sim a mobilização de instituições ditas ‘tradicionais’ organizando o auxílio e, na medida do possível, dando conforto. Famílias distribuídas entre a província e a diáspora, compadres, comadres, amigos e vizinhos se lançaram na ajuda dos seus. E a crença no *Bon Dieu*, *Gezi* e *Ougarou* dotou de sentido uma catástrofe que resiste a qualquer forma de interpretação. Bem aja, Haiti. ■

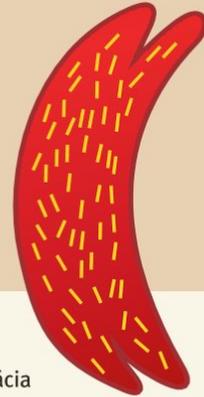
# A doença falciforme no Brasil

Joice Aragão de Jesus

Política Nacional de Atenção Integral às Pessoas com Doença Falciforme, Ministério da Saúde



Hemácia normal



Hemácia falciforme

Uma alteração dos glóbulos vermelhos do sangue (as hemácias), decorrente da mutação em um gene, causa a morte, atualmente, de 80% das crianças com menos de cinco anos que não recebem os cuidados de saúde necessários. Essas crianças nasceram com a doença falciforme. Essa doença genética, mais comum na população afrodescendente, quando não tratada reduz a expectativa de vida média de seus portadores a oito anos. Atualmente, com o avanço dos conhecimentos sobre a doença, a vida média já atinge os 48 anos.

A doença falciforme, uma das doenças hereditárias mais comuns no mundo, é causada por uma mutação no gene que determina a produção da hemoglobina. Essa proteína, presente nos glóbulos vermelhos (hemácias), transporta o oxigênio dos pulmões para todo o corpo. Em uma pessoa sadia, as hemácias são flexíveis e arredondadas, o que facilita seu deslocamento nos vasos sanguíneos, mesmo nos mais estreitos. Os portadores de doença falciforme, porém, produzem uma forma mutante da hemoglobina A, que faz com que as hemácias se alonguem e se encurvem, tornando-se parecidas com foices (daí o nome 'falciforme'). As hemácias alteradas podem ficar retidas nos vasos

sanguíneos ou ferir suas paredes, o que prejudica a circulação, causando dores intensas e favorecendo o surgimento de infecções e obstruções do fluxo sanguíneo.

Existem várias formas mutantes da hemoglobina A, como as identificadas pelas letras S (do inglês sickle, que significa 'foice'), C, D, E e betatalassemia, além de outras mais raras. A hemoglobina S é a responsável pela doença falciforme. Ela pode ocorrer isoladamente (HbSS) ou em conjunto com outras formas de mutação do mesmo gene (HbSC, HbSD, HbSH, HbSbetatalassemia) – esses casos compõem o grupo conhecido como doença falciforme. Embora cada um desses distúrbios tenha particularidades e graus variados de gravidade, todos exibem sintomas e efeitos semelhantes (no sangue e no organismo como um todo).

Das doenças desse grupo, a de maior importância médica, por ser a mais comum, é a HbSS, vulgarmente conhecida como anemia falciforme e determinada pela presença, no indivíduo, de duas cópias do gene que determina a produção da hemoglobina S. Todas as pessoas têm duas cópias de cada gene, uma herdada do pai e outra da mãe. No caso da anemia

falciforme, ambas as cópias recebidas pela criança induzem a produção da hemoglobina S, e todas as suas hemácias assumirão o formato de foice. Quando a pessoa recebe um gene de hemoglobina S e outro de hemoglobina A, algumas de suas hemácias poderão ter a forma alterada, mas ele não apresentará manifestações da doença. Nesse caso, ele é identificado como 'portador do traço falciforme' (HbAS).

A mutação que gera a hemoglobina S teve origem no continente africano, mas hoje pode ser encontrada em populações de diversas partes do mundo. Sua incidência é alta na África, na Arábia Saudita e na Índia. No Brasil, a doença também é importante por causa do grande número de africanos trazidos à força para o trabalho escravo, entre os séculos 16 e 18 – e que constituem uma das bases da formação da população brasileira. A população afrodescendente é afligida por um grupo de moléstias relevantes, entre as quais está a doença falciforme. Por essa razão, foi estabelecida a Política Nacional de Atenção Integral às Pessoas com Doença Falciforme, que faz parte da Política Nacional de Atenção Integral à Saúde da População

BASEADO EM ILUSTRAÇÃO DA MICROSOFT

Negra, do Ministério da Saúde.

Os indivíduos com doença falciforme apresentam anemia crônica e episódios de dor severa, decorrentes da obstrução de vasos sanguíneos causada pelas hemácias, impedindo que elas circulem adequadamente. As obstruções, em casos mais graves, podem interromper o fluxo do sangue e levar à morte tecidos e órgãos. A vulnerabilidade a infecções, a retenção de sangue no baço, a síndrome torácica aguda (dor no tórax e dificuldade respiratória, em geral causada por infiltrações e vasoconstrição nos pulmões), o priapismo (ereção involuntária do pênis, persistente e dolorosa) são alguns dos problemas frequentes nessas pessoas. A hemácia falciforme tem vida muito curta e, com isso, produz várias alterações fisiológicas nos órgãos.

O diagnóstico precoce, na primeira semana de vida, é fundamental para a identificação, a quantificação e o acompanhamento dos casos, e para o planejamento e a organização da rede de atenção integral. Esse diagnóstico é realizado, nos estados, por meio do teste do pezinho (a retirada de poucas gotinhas de sangue do calcanhar do bebê para exames laboratoriais), dentro do Programa Nacional de Triagem Neonatal. O exame, público e gratuito, pode ser realizado na unidade de saúde mais próxima da moradia do recém-nascido. Há outro exame, que pode ser feito a partir dos quatro meses de vida nas unidades de atenção básica, que também diagnostica a doença falciforme.

O programa de triagem neonatal (o teste na primeira semana de vida) é dividido em três fases. A fase 1, disponível em todos os estados, realiza os testes para hipotireoidismo congênito (produção insuficiente de hormônios da tireóide) e fenilcetonúria (ausência de uma enzima essencial).

A fase 2, já disponível em 15 estados, acrescenta os testes para as doenças da hemoglobina (doença falciforme). Já a fase 3, por enquanto presente em apenas quatro estados, visa diagnosticar a fibrose cística (deficiência de uma enzima que leva ao acúmulo de secreções no organismo e aumenta a possibilidade de infecções).

Os medicamentos usados no tratamento da doença falciforme, integrantes da Farmácia Básica do Sistema Único de Saúde, são o ácido fólico (de uso contínuo), a penicilina oral ou injetável (que precisa ser tomada até a idade de cinco anos) e outros antibióticos, além de analgésicos e anti-inflamatórios (administrados nas crises). Outro medicamento, a hidroxiureia, tem mostrado efeitos significativos na melhoria das crises de dor dos portadores da doença, contribuindo para dar a estes melhor qualidade de vida e maior longevidade. Para o tratamento da doença falciforme, assim como de outras doenças hematológicas, devem ser procurados os hemocentros e hospitais especializados em hematologia.

Outro importante fator de redução da mortalidade por infecções em crianças com doença falciforme, que apresentam risco de infecção 400 vezes maior que na população em geral, é um rigoroso programa de vacinação que, além das imunizações que já integram o calendário nacional, inclui vacinas

– disponíveis na rede do Sistema Único de Saúde (SUS) – contra as bactérias *Haemophilus influenzae* e *Streptococcus pneumoniae* (que provocam meningite, pneumonia, septicemia e outras infecções) e contra o vírus da hepatite B.

O Programa Nacional de Triagem Neonatal, implantado a partir de 2001, obteve nos últimos anos dados que revelam a magnitude da questão de saúde pública representada pela incidência da doença e do traço falciforme na população brasileira. A proporção de nascidos vivos diagnosticados com a doença, por ano, nos estados que já fazem o teste do pezinho, é de um para cada 650 bebês na Bahia, de 1/1.200 no Rio de Janeiro, de 1/1.400 em Pernambuco, Maranhão, Minas Gerais e Goiás, de 1/1.800 no Espírito Santo, de 1/2.540 em Rondônia, de 1/3.840 no Acre, de 1/4.000 em São Paulo, de 1/8.360 em Mato Grosso do Sul, de 1/11.000 no Rio Grande do Sul e de 1/13.500 em Santa Catarina e Paraná. No caso do traço falciforme (apenas uma cópia do gene mutante), a proporção é de 1/17 na Bahia, 1/21 no Rio de Janeiro, 1/23 em Minas Gerais, Pernambuco e Maranhão, 1/25 no Espírito Santo e em Goiás, 1/35 em São Paulo e Rondônia, 1/40 no Acre, 1/65 no Rio Grande do Sul, no Paraná e em Santa Catarina e 1/70 em Mato Grosso do Sul. Esses dados indicam a necessidade de reorganizar, estruturar e qualificar a rede de assistência para esse tipo de doença.

As pessoas com traço falciforme precisam apenas de orientação e informação genética, mas para os portadores da doença falciforme é fundamental acompanhamento e tratamento prestados por equipe multiprofissional qualificada. O diagnóstico precoce, no Programa de Triagem Neonatal, poderá reduzir as taxas de incidência e os índices de mortalidade dessa doença hereditária no país, mudando a história natural da doença. ■

**A**  
doença falciforme,  
mais comum na população  
afrodescendente, quando  
não tratada reduz a  
expectativa de vida média  
de seus portadores  
a oito anos

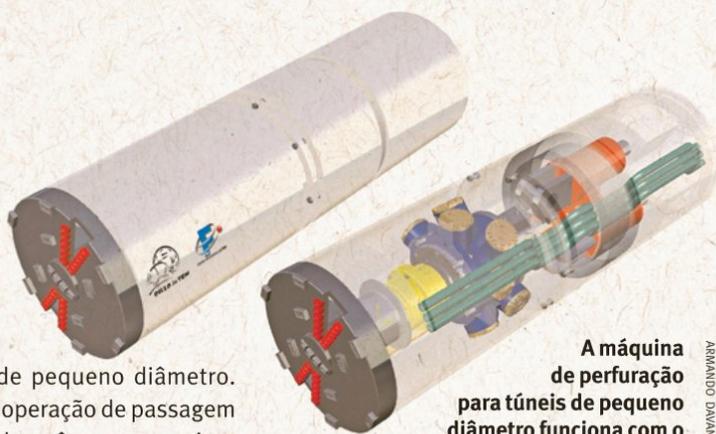
ENGENHARIA MECÂNICA

## VASOS E TÚNEIS

Soluções que contribuam para a sustentabilidade ambiental são o foco dos estudantes de Engenharia Mecânica da Fundação Educacional Inaciana (FEI), em São Paulo, ao apresentarem seus trabalhos de final de curso. Um dos projetos, que se destacou pela criatividade, foi o de um vaso sanitário feito a partir de garrafas PET. Com formato semelhante ao dos vasos de louça convencionais, o produto tem controle de dupla vazão, que possibilita escolher entre meia vazão e vazão total de água. Como explica Bruno Colombo Barbosa, que desenvolveu a ideia, ao dar um destino às garrafas PET, evita-se seu descarte altamente poluidor do ambiente. “Além de reutilizar 380 garrafas por peça, o novo vaso não quebra. Embora ele seja vendido já montado, há possibilidade de troca de suas partes, em caso de defeitos ou desgaste”, aponta Barbosa, que aguarda patrocínio para a comercialização do produto.

Outra inovação apresentada por estudantes da FEI é uma máquina de perfura-

ção para túneis de pequeno diâmetro. Além de facilitar a operação de passagem de tubulações subterrâneas, o equipamento pode baratear os custos em obras de esgoto e águas pluviais. Conhecida como Dillo (ou MTBM, de microtunneling boring machine, em inglês), a máquina funciona com o movimento de dois pistões, que empurram tubos próprios para escavação, abrindo canais e dutos. Segundo o estudante Luis Fernando Sereguin Erbetta, um dos participantes do projeto, a ideia surgiu de uma demanda nacional, já que as máquinas importadas, usadas nessas obras, são muito caras. Outra vantagem é que o Dillo produz menos transtornos na superfície durante a execução da obra. “Comparando com o outro método utilizado, o da vala aberta, esse equipamento gera menos distúrbios para a população, uma vez que não é necessária a interdição do tráfego. Isso porque, em vez de todo o trecho da obra, requer apenas duas perfurações”, explica Erbetta.



A máquina de perfuração para túneis de pequeno diâmetro funciona com o movimento de dois pistões, que empurram tubos próprios para escavação, abrindo canais e dutos

ARMANDO DIAMANTE BOSCARDIN



BRUNO COLOMBO BARBOSA

Vaso sanitário feito a partir de garrafas PET. Cada peça é composta com 380 garrafas, o que possibilita a reutilização de matéria-prima poluente

ENGENHARIA

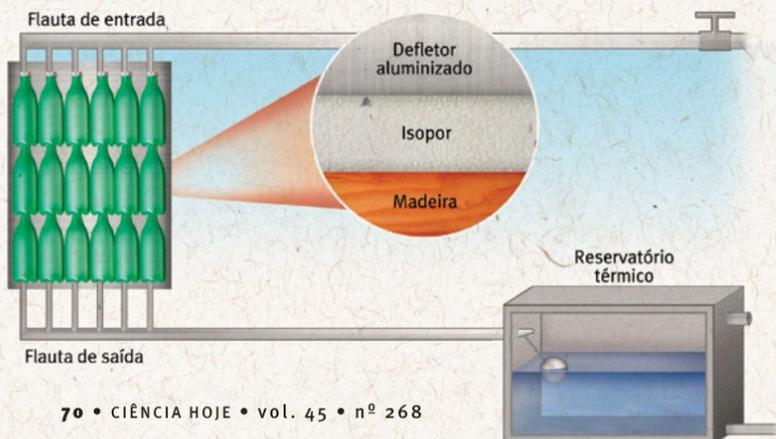
## Aquecedor solar com material reciclado

Uma alternativa ecologicamente correta para diminuir o consumo de energia elétrica na obtenção de água quente. Essa foi a ideia de Eric Scarabelin, estudante de Engenharia Civil da Universidade Anhangüera, São Paulo, ao desenvolver um sistema de aquecedor solar a partir de materiais reciclados. “Meu objetivo era colaborar com o meio ambiente”, diz o

graduando, que utilizou garrafas plásticas, caixas de leite, isopor e madeira para montar o aparato.

Segundo Scarabelin, o funcionamento do sistema é simples. A água entra nas garrafas e é aquecida por calor e radiação solar. Essa radiação é refletida em um painel que fica disposto sob as garrafas e reaquece novamente a água. Abaixo do painel, há uma camada de material termoisolante que reduz a perda de energia e aumenta a eficiência do sistema. “A estrutura pode ser, então, interligada a chuveiros e torneiras para fornecer água aquecida”, explica.

O projeto, cujo desenvolvimento começou como atividade para uma disciplina da graduação, já está finalizado. O primeiro modelo do aquecedor será instalado em uma instituição que abriga crianças e adolescentes vítimas de violência e abandono. “O espaço, no bairro de Várzea Paulista, vive de doações e por isso precisa reduzir gastos, o que é possível com o uso do aquecedor”, conta Scarabelin.



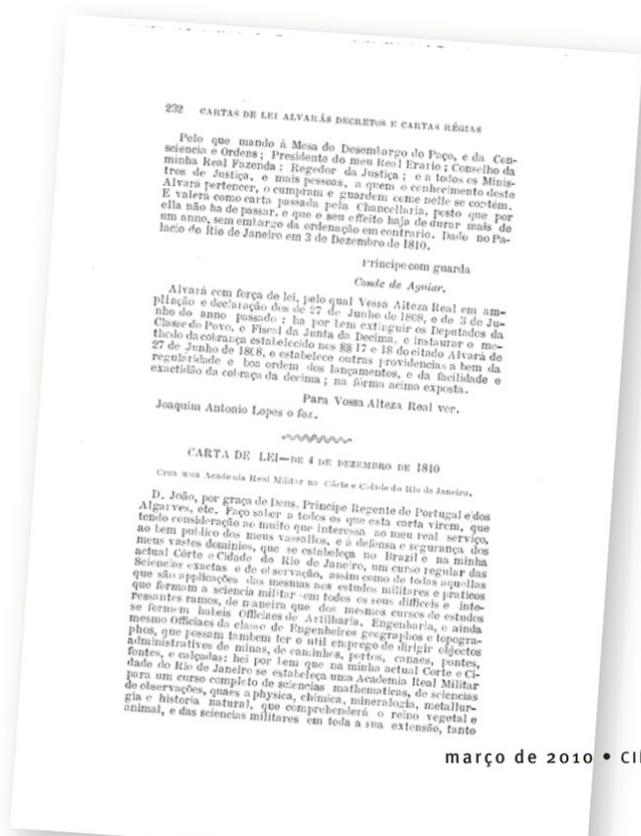
# Um importante passo à frente

Uma carta de lei de 1810 criava, na cidade do Rio de Janeiro, a Academia Real Militar. Estabelecida logo após a chegada da Família Real ao Brasil, a escola tinha por finalidade formar engenheiros tanto para a área militar quanto para a civil. No início, foram muitas as dificuldades para seu funcionamento, pois faltavam professores, livros e prédios onde suas atividades pudessem acontecer plenamente. Várias modificações estruturais durante o século 19 transformaram também seus objetivos. Ainda em meados do século, a parte militar é separada da civil. Desta última, surge, décadas mais tarde, a Escola Politécnica, que após várias mudanças de nome retoma seu título original e está hoje incorporada à Universidade Federal do Rio de Janeiro. Apesar de todos os obstáculos, seu início há 200 anos abriu caminho, finalmente de modo oficial, para a institucionalização de estudos e trabalhos em ciência no Brasil.

Fac-símile do sumário do documento oficial de criação da Academia Real Militar, em 1810

No final de 1807 várias embarcações deixavam o porto de Lisboa rumo ao Brasil. Os viajantes deviam estar curiosos sobre o que encontrariam na colônia ultramarina, mas sua viagem não era de reconhecimento ou estudo daquela terra que por muito tempo foi considerada a “joia da coroa lusitana”. Estavam fugindo dos franceses que haviam invadido Portugal e não sabiam quanto tempo iam ficar nos trópicos. De fato, aquela era uma viagem para transferir a sede do governo português, trazendo, naturalmente, a família real e sua corte.

O foco das preocupações dos governantes era como reproduzir na nova terra as condições da metrópole, pois uma série de medidas tomou a forma de leis (cartas régias, decretos, decisões etc.) logo na Bahia, primeira parada da corte. Parte delas visava tornar possível o que estava proibido ou era severamente controlado em nossas terras: a entrada de produtos estrangeiros (objeto da primeira carta régia, promulgada ainda na Bahia, em 28 de janeiro de 1808); a criação de estudos superiores (ciência econômica no Rio de Janeiro, medicina na Bahia e no Rio de Janeiro e estudos militares no Rio de Janeiro, entre outros); a permissão para que se





*Chegada da família real portuguesa à Bahia (óleo sobre tela do pintor Cândido Portinari, de 1952).*

A vinda da corte para os trópicos abriu caminho para a institucionalização de estudos e trabalhos em ciência no Brasil

instalassem fábricas e manufaturas até então coibidas; o estabelecimento de uma tipografia (no caso, a Imprensa Régia), que, diferentemente das anteriores, não seria destruída; etc. Outra parte das novas leis dizia respeito ao cotidiano da corte, incluindo nomeações para cargos criados na colônia, de repente transformada em reino.

Algum tempo depois dessas primeiras medidas, no dia 4 de dezembro de 1810, uma carta de lei (como eram denominadas algumas das determinações reais) criava a Academia Real Militar na Corte e Cidade do Rio de Janeiro. Essa carta de lei pode ser consultada no portal da Câmara dos Deputados, no seguinte endereço: <http://www2.camara.gov.br/legislacao/publicacoes/doimperio/colecao1.html> (clicar em “Cartas de Lei, Alvarás, Decretos e Cartas Régias – 1810”). É interessante notar que as leis anteriores, relativas aos estudos de medicina, por exemplo, eram bastante curtas, algumas vezes apenas nomeando professores que, por meios próprios (livros e instrumentos), deveriam formar pessoas na área. Diferente dessas, a peça legislativa que estabeleceu a Academia Real Militar se destaca por sua extensão e detalhes sobre assuntos ligados à formação de profissionais. É um projeto pleno, com estatuto de como deveria ser estabelecida a escola, provável modelo de instituições a serem criadas no Brasil. Vale, pois, discutir alguns de seus principais aspectos.

### Formação de engenheiros

O texto da lei informa que a escola foi pensada como espaço para os “estudos militares e práticos que formam a ciência militar em todos os seus difíceis e interessantes ramos” e deveria formar “hábeis oficiais de artilharia, engenharia, e ainda mesmo oficiais da classe de engenheiros geógrafos e topógrafos”. Fica evidente que as atribuições dos formados pela Academia Real Militar estariam primeira-

mente ligadas à defesa e ao reconhecimento e determinação dos limites territoriais brasileiros. Não estavam, entretanto, excluídas as atividades ligadas a outros ramos de especialidade da engenharia, como a direção de “objetos administrativos de minas, caminhos, portos, canais, pontes, fontes e calçadas”. Ou seja, muito do que compunha a vida cotidiana no início do século 19.

A formação completa desses ‘engenheiros’ se daria em sete anos, não só por meio de estudos ligados às artes militares, como também de “um curso completo de ciências matemáticas, de ciências de observações, quais a física, química, mineralogia, metalurgia e história natural”. Não é demais lembrar que o funcionamento desse ‘curso’ contemplava, pela primeira vez de forma oficial, o ensino das chamadas ciências modernas em solo brasileiro.

Para não haver dúvidas, eram explicitados os conteúdos que cada professor (ou lente, como era chamado então) deveria ensinar. De modo geral, os anos iniciais (do primeiro ao quarto) deveriam ser dedicados a estudos básicos de aritmética, álgebra, geometria, trigonometria, desenho, mecânica, hidrodinâmica, óptica e geografia. A partir do quinto ano, os conteúdos tinham relação tanto com as ‘artes militares’, em toda sua extensão, quanto com o que denominamos hoje de engenharia civil e engenharia de minas, a que se ligavam estudos de química, mineralogia e história natural. Quando fosse possível ter uma boa biblioteca, haveria, em um oitavo ano, aulas de história militar, dadas por um professor que acumularia também o cargo de bibliotecário.

Os professores deveriam elaborar seus próprios compêndios ou seguir livros de autores renomados como Leonhard Euler (1707-1783), Silvestre F. Lacroix (1765-1843), Gaspard Monge (1746-1818), Pierre-Simon Laplace (1749-1827), Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794), Louis N. Vauquelin (1763-1829), Antoine F. de Fourcroy (1755-1809), Joseph-Louis Lagrange (1736-1813), Jean-Antoine Chaptal (1756-1832), René Haüy (1743-1822), Abraham G. Werner (1749-1817), Carlos A. Napion (1757-1814). Tais nomes, vale ressaltar, eram da maior importância para a ciência da época, boa parte deles originária da França – justamente o país que levou a corte portuguesa a mudar-se para o Brasil. É como se a ciência fosse algo imune às diferenças políticas... Os trabalhos de muitos desses autores foram

traduzidos e publicados na Impressão Régia do Rio de Janeiro, estabelecida em 1808.

Enfim, nada do que era necessário para a boa formação dos engenheiros foi esquecido, pois a carta de lei traz ainda detalhes sobre os espaços especiais para as aulas: o observatório astronômico, o gabinete mineralógico, o laboratório de química e de física, bem como o jardim botânico. Também explicita outros aspectos do funcionamento da escola, como o tempo de aulas, de férias e de exames. Aborda a importância dos exercícios práticos, trata do comportamento dos alunos e, ainda, dos prêmios aos que se destacassem e à “melhor e mais profunda memória com alguma descoberta, ou útil aplicação em cada uma das ciências já apontadas”.

### Percalços

Tudo parecia perfeito... Porém, há grande distância entre o planejado (refletido na legislação) e o que foi possível realizar. Na verdade, os primeiros tempos da Academia Real Militar não foram tranquilos. Prova disso são os diferentes relatórios da época. As dificuldades começaram já na busca de um local para a instalação do que estava determinado nos estatutos. A Casa do Trem, onde havia funcionado a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, foi o primeiro lugar escolhido. Mas, como não se mostrou adequado, em 1812 ocorreu a mudança para um prédio no Largo de São Francisco. Houve problemas ainda na escolha de professores com competência para ministrar as diferentes aulas. Quando assumiam o posto, nem sempre podiam

cumprir as determinações da lei quanto aos conteúdos das aulas ou à elaboração dos compêndios.

Por outro lado, o governo não fez vigorar o que fora prometido a respeito dos privilégios nos estatutos. Os salários prometidos, por exemplo, não foram pagos. Quanto às áreas para as atividades práticas, sua construção ou adequação demorou a ocorrer, com evidentes reflexos negativos no ensino. Vale lembrar ainda que a maior parte dos alunos entrou na Academia com formação deficiente. De modo geral, pouco além das primeiras letras e operações matemáticas fazia parte do que se ensinava em nossa terra até 1808. A principal consequência desse conjunto de dificuldades talvez tenha sido o pequeno número de estudantes formados (até pelo menos a década de 1830) pela Academia Real Militar.

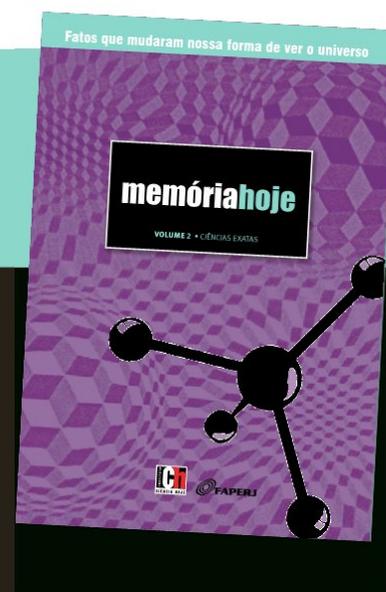
Todavia, mesmo com todas as dificuldades, a Academia teve lugar de destaque no processo de institucionalização das ciências no Brasil. Várias reformas do estatuto inicial se seguiram durante todo o século 19. Uma delas, de grande importância, fez surgir, em 1850, dois estabelecimentos: a Escola Militar e a Escola Central. Esta última, dedicada à formação de engenheiros civis, dará origem em 1874, à Escola Politécnica do Rio de Janeiro, modelo para outros estabelecimentos de ensino criados em nosso país em períodos posteriores.

**Márcia H.M. Ferraz e Ana Maria Alfonso-Goldfarb**

*Programa de Estudos Pós-graduados em História da Ciência, Centro Simão Mathias de Estudos em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo*

## CONHEÇA NESTE LIVRO OS FATOS QUE MUDARAM NOSSA FORMA DE VER O UNIVERSO

- A MEDIÇÃO DO TEMPO • ASTEROIDES À DERIVA
- A NATUREZA DA LUZ • NÚMEROS COMPLEXOS
- A GÊNESE DO *BIG BANG* • O ÁTOMO E SUAS PARTÍCULAS
- O INÍCIO DA ERA ESPACIAL • DATAÇÃO POR CARBONO 14
- O NASCIMENTO DA INTERNET...



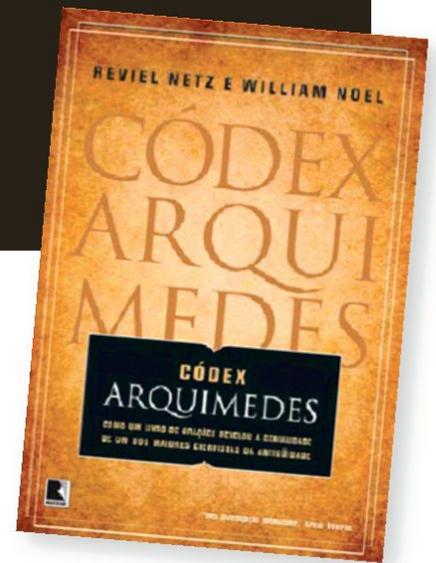
PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR 0800 727 8999 [www.cienciahoje.org.br](http://www.cienciahoje.org.br)

# A revelação de um valioso texto

## Códex Arquimedes

**William Noel e Reviel Netz**

Rio de Janeiro, Record, 322 p., R\$ 49,90



O título pode dar a impressão errônea de que vem aí mais um romance de mistério, aproveitando o sucesso de *O código Da Vinci*. O estilo com que os dois autores tecem o texto colorido também não tem nada de acadêmico. Com um dos autores, seguimos a formação de sofisticada equipe de cientistas para desvendar uma escrita ocultada por séculos de maltrato, entremeadada por *flashbacks* de mais de mil anos de história. Enquanto isto, o outro autor nos remete à época do esplendor da ciência grega, há mais de 2 mil anos, abrindo assim uma pequena janela sobre o pensamento de um dos maiores gênios de todos os tempos. William Noel é curador de manuscritos e livros raros de importante museu norte-americano, enquanto Reviel Netz, professor de ciência antiga na Universidade Stanford (Estados Unidos), é autoridade mundial em Arquimedes. O que eles têm a relatar seria apaixonante, mesmo se descrito friamente. Mas a trama que desenvolveram é também capaz de seduzir um público amplo.

Quais as razões para tamanho esforço de elucidar textos anti-

gos? Há décadas que definiu a preocupação com os clássicos. Quem se preocupa, hoje em dia, em buscar uma citação latina apropriada? Na prática científica, então, prevalece uma atitude inteiramente anti-histórica. As descobertas de [Isaac] Newton [1643-1727] e até de [James C.] Maxwell [1831-1879], na forma com que nos são ensinadas hoje, seriam irreconhecíveis por eles. Entretanto, nesses casos, os arquivos são bastante completos e, querendo, podemos ter acesso ao essencial de sua obra e de seu processo criador. Já com a ciência grega é diferente. Pode-se fazer uma analogia com a busca de vida em outros planetas: alguma coisa ela tem que ter em comum com a nossa, como longas cadeias de carbono, por exemplo. Mas podemos admitir que muito do que tomamos por óbvio, essencial mesmo, tenha sido resolvido de modo diverso, pela evolução biológica, dada uma pequena variação de meio ambiente.

O presente texto inclui discussões suficientemente sutis para que se possa apreciar algo desse sabor distinto da ciência grega. Uma questão intrigante

concerne à natureza da prova matemática. Para Arquimedes [287 a.C.-212 a.C.] e seus contemporâneos, ela era essencialmente geométrica, baseada em figuras. A matemática grega foi um modelo de rigor tão hegemônico que Newton julgou necessário encobrir o seu novo cálculo numa apresentação geométrica. Mesmo assim, a matemática moderna abandonou esse método e passou a desprezar o raciocínio baseado em figuras. Será que não se perdeu algo de valor nesse processo? Também é refrescante descobrir que, longe do tom seco, propositadamente impessoal, dos textos científicos contemporâneos, Arquimedes brincava com seu leitor, desafiando sua inteligência.

Quanto ao conteúdo, há muito que aprender com este livro, mesmo para quem já sabia que Arquimedes lançou, em torno do ano 200 a.C., a base para o cálculo

lo integral, que seria desenvolvido, 1.800 anos depois, por Newton e [Gottfried] Leibnitz [1646-1716]. Podemos também atribuir a ele o início do entendimento do mundo físico por meio da construção de modelos matemáticos. A intuição de Pitágoras [c. 570 a.C. - c. 496 a.C.] apontou nessa direção séculos antes, mas a teoria dos corpos flutuantes já é ciência plena. Prenuncia, assim, a fértil dobradinha da matemática como base da explicação física. A recíproca, dada pela fertilização que a intuição física devolveu ao pensamento matemático tantas vezes nos tempos modernos, também é verdadeira. Entretanto, este *Códex Arquimedes*, agora desvendado, é bem mais completo do que os fragmentos que tiveram o papel histórico de germinar o novo pensamento científico após a Idade Média. Aprendemos com ele que a noção de infinito de Arquimedes era muito mais refinada do que se supunha e que seus escritos abordavam até complexos problemas combinatoriais, supostamente fora do escopo da matemática grega.

O contexto histórico das peripécias do *Códex* não é menos fascinante. Primeiro atravessamos o período do Império Romano. Embora a criatividade científica já tivesse se esgotado, sobrevivia o respeito pelo saber, o cuidado de copiar e a capacidade de aplicar os conhecimentos herdados da civilização grega. Mesmo nos primeiros séculos da Idade Média, o Império Bizantino foi capaz de preservar essa memória. Entretanto, sua capital, Constantinopla, atual Istambul, foi saqueada e queimada por cruzados, esquecidos de seu objetivo de libertar a Terra Santa, e o estrago foi enorme. Acontece que, a essa altura, o *Códex*, um manuscrito de pergaminho, havia sido raspado, e, sobrescrito

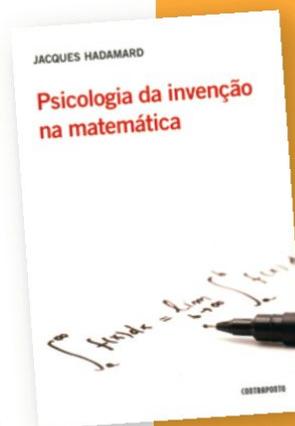
como um livro de orações, repousava, longe, num mosteiro da Igreja Ortodoxa Grega...

Se não fosse esse zelo religioso e antiacadêmico, o *Códex* não teria sobrevivido para ser leiloadado e desvendado em nossos dias.

Ainda temos a admirar o belo trabalho de garimpagem do texto original, encoberto pela escrita das orações, além de outras vicissitudes sofridas através dos séculos. A ciência e a tecnologia moderna podem ser consideradas frutos tardios das elucubrações teóricas iniciadas por Arquimedes e seus colegas na Antiguidade. É próprio então que seus descendentes levem aos últimos limites os mais sofisticados instrumentos para extrair cada fragmento do pensamento do grande mestre.

Podemos refletir sobre o contraste entre o eficiente trabalho de equipe nos dias de hoje e a escassa comunicação de uns poucos criadores iluminados na Grécia antiga. Sem dúvida, existe um enorme progresso, mas, quando nos deparamos com a abundante produção científica atual, medida e em parte induzida por índices puramente quantitativos, brota a pergunta: Quantos textos recentes mereceriam tamanho esforço para serem decifrados por uma civilização futura?

**Alfredo Ozorio de Almeida**  
*Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (R)*



## Psicologia da invenção na matemática

**Jacques Hadamard**

Rio de Janeiro,  
Contraponto, 168 p., R\$ 36

Inúmeros matemáticos relatam que soluções para problemas complicados foram encontradas subitamente, em momentos em que o foco de atenção estava direcionado a qualquer outra coisa que não fosse o problema em questão. Neste livro, Jacques Hadamard (1865-1963), um dos maiores matemáticos do século 20, aborda o pensamento criativo na matemática e tenta entender a relação entre processos inconscientes e subconscientes na produção de respostas súbitas a questões não solucionadas durante a fase de esforço consciente. O autor retoma textos de cientistas como Henri Poincaré e Albert Einstein, além de reflexões sobre a criação de artistas como Wolfgang Mozart, Auguste Rodin e Paul Valéry, em uma tentativa instigante de desvendar o mistério das descobertas casuais na matemática.

## Retrato de grupo: 40 anos de Cebap

**Flávio Moura e Paula Montero (orgs.)**

São Paulo, Cosac Naify, 328 p., R\$ 59

A participação no Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebap) deu sentido à produção intelectual de autores que mudaram a feição do pensamento e da prática política do Brasil. A obra procura caracterizar esse capítulo da história brasileira por meio do depoimento das primeiras gerações do Cebap. Na primeira parte, o livro reúne entrevistas com sete intelectuais identificados com a fundação do centro – Fernando Henrique Cardoso, José Arthur Gianotti, Paul Singer, Elza Berquó, Juares Brandão Lopes, Lúcio Kowarick e Francisco de Oliveira. Em seguida, encontram-se quatro autores que se integraram mais tarde, mas não chegaram a ocupar postos de direção. Há ainda textos de nomes decisivos para a história do centro e que já faleceram. Um DVD com o documentário homônimo acompanha a obra.

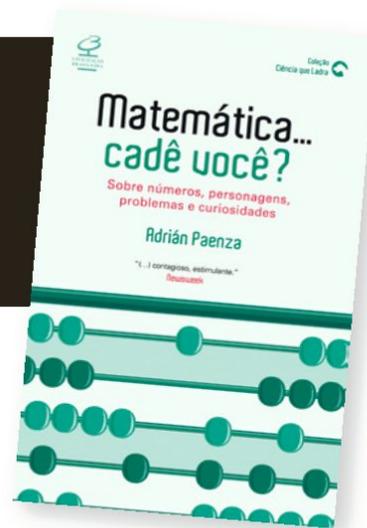


# Reflexão participativa

## Matemática... cadê você?

**Adrián Paenza**

Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 288 p., R\$ 32



“Os piores inimigos que a matemática tem somos nós, os próprios docentes, porque não conseguimos despertar nos jovens que temos diante de nós a mínima curiosidade para que possam desfrutá-la. A matemática contém uma beleza infinita, mas se as pessoas não conseguem ver isso, a culpa é de quem expõe. Ensinar a desfrutar o pensar, a ter um problema para se deleitar mesmo que não se possa encontrar a solução, pelo simples desafio, é tarefa dos docentes. E não é só um problema utilitário. Tampouco eu defendo isso: não pretendo que se faça uma lista dos potenciais usos para convencer a plateia. Não. Falo da magia de poder pensar, de seduzir mostrando o que se ignora, de desafiar a mente.”

Com essas palavras Adrián Paenza nos explica por que escreveu este livro. Este também é o último comentário da obra. Ele refere-se à dificuldade encontrada por matemáticos e professores de divulgar as descobertas matemáticas para o público e de motivar os alunos para o estudo da matemática. De fato, os efeitos das descobertas e criações mate-

máticas são intermediados pela tecnologia, portanto raramente são aparentes para as pessoas. Conhecemos os seus efeitos, mas não os fatos matemáticos subjacentes.

Somos capazes de apreciar a velocidade da leitura do código de barras, que revolucionou o atendimento no comércio, nos bancos, no correio. Porém, é muito difícil conectar esse uso com uma teoria matemática. Muitos exemplos como esse aparecem; entretanto, para apreciá-los devidamente, é preciso aprofundar-se um pouco mais. Mas é um grande desafio fazer chegar ao público, de maneira agradável, informal e atraente, alguns aspectos do conhecimento matemático.

Uma das características da matemática que é mais evidente e que pode ser mais facilmente ressaltada é a forma de pensar dos matemáticos. Em síntese, é isso que propõe o autor ao nos convidar a pensar matematicamente. E, sob esse aspecto, ele foi bem-sucedido.

Na primeira parte, intitulada ‘Números’, Paenza usa uma linguagem acessível e convidativa para falar sobre os vários aspectos

do conceito de número. Esse tema fascinante é tão antigo quanto a própria matemática e, apesar de ser muito antigo, contém alguns problemas fáceis de enunciar, mas que ainda não foram solucionados.

Ao evitar os detalhes muito técnicos e esboçando muito bem as ideias, a leitura desse capítulo, que para um matemático não traz novidades, é estimulante. Gostei em particular da explicação sobre o “número  $\epsilon$ ” (número de Euler) associado ao cálculo de juros compostos. Eis um exemplo de como expor uma ideia mais sofisticada (o conceito de limite) de modo simples e acessível.

O tema da segunda parte apresenta a matemática como produção humana, fruto de trabalho árduo. O autor nos fala da vida de alguns matemáticos importantes e de suas marcantes contribuições. É apresentada uma bela demonstração do teorema de Pitágoras, mas deve-se notar um erro tipográfico, justamente na conclusão, aparecendo  $a^2 + b^2 +$

$h^2$ , em vez de  $a^2 + b^2 = h^2$ .

O capítulo trata também da questão sobre ‘o que fazem os matemáticos?’. Uma pergunta que se encontra com muita frequência e que é tratada de maneira bastante apropriada pelo matemático argentino Luis Cafarelli num parágrafo cujo título é bastante sugestivo ‘Os matemáticos fazemos raciocínios, não números’.

Em ‘Probabilidades e estimativas’, o autor comenta problemas de contagem e estratégias para atacá-los, assim como sua aplicação no cálculo de probabilidades. Contagem recebe o nome de ‘análise combinatória’ no ensino médio e é um verdadeiro terror para alunos e (muitas vezes) para professores. Isso porque não existem fórmulas gerais que possam ser imediatamente usadas para tratar os problemas. É preciso analisar as peculiaridades de cada situação e então desenvolver estratégias para solucioná-las. Aqui é possível experimentar o raciocínio matemático na busca por padrões por meio da observação, do estudo de casos particulares, na formulação de conjecturas e finalmente na generalização (e sua demonstração). É o típico exemplo em que há necessidade da participação ativa no processo de aprendizagem. Não é por acaso que o autor nos incentiva a pensar usando com frequência frases como “Não lhes dá vontade de pensar sobre isso sozinhos?”

Como não poderia deixar de acontecer em um livro sobre matemática, há um capítulo de ‘Problemas’. O início do capítulo sobre ‘Pensamento lateral’ destoa do resto do livro. Uma das razões é que as situações apresentadas não requerem formulação matemática. A outra é que são apresentados quebra-cabeças mais apropriados para contos policiais ou almanaques recreativos.

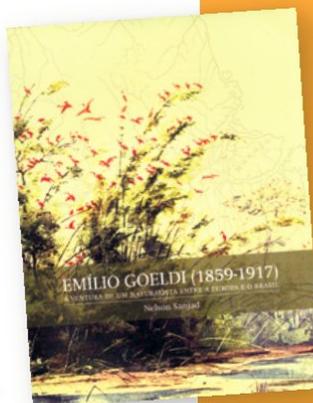
São anedotas de gosto duvidoso sobre mortes e suicídio. Os demais problemas são bastante interessantes e certamente atraem a atenção do leitor curioso, que é novamente incentivado a participar e não olhar de imediato as soluções no final do livro.

O último capítulo tem o formato de uma coleção de pequenos comentários do autor sobre vários temas.

Felizmente, nos últimos anos, publicações de boa qualidade como o livro de Paenza estão hoje disponíveis em língua portuguesa. Nesse sentido, creio que estamos dando um salto qualitativo em divulgação científica. Talvez estejamos presenciando o surgimento de um modo diferente de exposição de fatos matemáticos, fugindo ao padrão ‘definição, exemplos e exercícios’. A essa via, que considero complementar, e não substituta do livro didático, somam-se os diversos locais de busca (sítios), páginas interativas e *blogs* matemáticos na Internet.

Uma importante tarefa para o professor é incentivar a leitura desses novos materiais e fazer amplo uso deles em sala de aula.

**Mário Jorge Dias Carneiro**  
Departamento de Matemática,  
Universidade Federal  
de Minas Gerais



## Emílio Goeldi (1859-1917): A ventura de um naturalista entre a Europa e o Brasil

**Nelson Sanjad**

Rio de Janeiro, EMC Edições,  
232 p., R\$ 60

No século 19, não foram poucos os naturalistas estrangeiros atraídos por nossa fauna e flora. Dentre eles estava o suíço-alemão Emílio Goeldi, que chegou ao Rio de Janeiro em 1884 para trabalhar no Museu Nacional. Fruto de 10 anos de pesquisas, o livro é dividido em duas partes: itinerário do zoólogo e seu percurso intelectual. Na primeira, Nelson Sanjad mantém o foco na trajetória de Goeldi, desde o período em que morou no Rio de Janeiro, seus estudos nos cafezais paulistas e sua atuação no Museu Paraense, que dirigiu a partir de 1894, até seu retorno à Suíça, onde morreu 10 anos depois. Já na segunda parte, o autor procura dar destaque aos estudos desenvolvidos pelo naturalista, mostrando sua atuação na taxonomia, zoologia agrícola e entomologia médica. Afora o exaustivo trabalho de documentação, o livro proporciona grande desfrute estético, em bela edição gráfica repleta de fotos e pinturas.

## A Constituição de 1988: Passado e futuro

**Maria Alice Rezende de Carvalho,  
Cícero Araújo, Júlio Assis Simões  
(orgs.)**

São Paulo, Hucitec/Anpocs,  
273 p., R\$ 45



Para marcar o aniversário de 20 anos de nossa Carta Magna, comemorado em 2008, a Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Ciências Sociais (Anpocs), em parceria com a Fundação Ford, promoveu um concurso para eleger os melhores trabalhos sobre a atual Constituição. Da competição nasceu este livro, que reúne os oito estudos premiados. A partir de diferentes olhares e perspectivas, os artigos abordam temas como a análise da estrutura conceitual da Constituição, a análise constitucional comparada, o acompanhamento da implementação de novos direitos e reflexões sobre o processo político que levou à elaboração da Carta. Com linguagem clara, gráficos e fluxogramas, a coletânea é uma importante contribuição para o debate sobre as relações entre a prática constitucional, o Estado e a sociedade.

## Darwin em excesso

Parabenizo a revista por oferecer interessantes artigos referentes ao aclamado 'ano darwiniano' (CH 261), comemorado em 2009. Creio, porém, ser algo nocivo o foco excessivo em Darwin, por duas razões. Primeiro, ele obscurece os importantes legados intelectuais de vários outros evolucionistas, contemporâneos ou anteriores a Darwin. (...) Segundo, as bases teóricas da biologia evolutiva contemporânea guardam pouco dos argumentos darwinianos originais. Um grupo de biólogos e filósofos reuniu-se no Instituto Konrad Lorenz (Autenberg, Áustria), em 2008, para revisar a moderna síntese evolutiva à luz de desenvolvimentos conceituais e descobertas relativamente recentes, como sistemas de herança não baseados em DNA (epigenéticos). As conclusões estarão no livro *Evolution – the extended synthesis*, a ser publicado este ano pelo Massachusetts Institute of Technology. Talvez a mais intrigante das discussões atuais seja a reabilitação de noções lamarckistas. Enfim, temo que a propagação de um Darwin 'celebridade' desvie a atenção de discussões realmente cruciais ao avanço da área.

**Pedro A. C. Lima Pequeno**  
Programa de Pós-graduação  
em Ecologia, Inpa - Manaus, AM

✉ *Em sua edição especial sobre Darwin, a CH trouxe artigos também sobre as contribuições de outros cientistas, como Jean-Baptiste Lamarck e Alfred Wallace.*

## Vida e água

Vocês dizem, na revista, que foi descoberto mais um corpo celeste que pode abrigar vida extraterrestre, porque contém água líquida e salgada. Advirto que é preciso afastar preconceitos da mente e compreender que nem toda vida obedece aos padrões terrestres. Podem existir formas de vida que não respirem, não dependam de água, nem de nenhuma das coisas que são necessárias à vida terrestre. Portanto, achar que só pode haver vida em corpos celestes que tenham as mesmas condições da Terra é visão curta e egocentrismo.

**Sálvio Nelma**  
Por correio eletrônico

✉ *Até o momento, só é conhecida vida existente na Terra que depende da água. Por isso, todas as pesquisas sobre vida extraterrestre são baseadas nessa forma de vida, o que não descarta a existência de outras.*

## Ferida aberta

Na reportagem 'Direito a memória' (CH 265), a revista apresentou uma visão unilateral e maniqueísta no que se refere aos eventos do regime militar brasileiro: 'satanizou' os militares e 'endeusou' as 'vítimas' do regime, muitas delas terroristas, assaltantes de bancos ou sequestradores. Crimes tão hediondos quanto os praticados pelos torturadores do regime militar. Se querem abrir essa ferida, apurem a responsabilidade de todos, não deixando impunes aqueles que agora estão no poder e que foram perseguidos no passado. Parece revanchismo mesmo. Espero que o Instituto CH se redima do seu artigo tendencioso, publicando essas reflexões na seção de cartas. Também o nobre Instituto não deve esquecer que os militares sempre valorizaram a ciência e a tecnologia. Provas disso são o Instituto Militar de Engenharia e o Instituto Tecnológico da Aeronáutica, expoentes da engenharia brasileira.

**Antonio Bronzoni**  
Campo Grande, MS

✉ *A reportagem transcreve declarações feitas na ocasião pelos participantes do seminário "Direito à memória e à verdade: 30 anos de luta pela anistia política". As opiniões não são necessariamente compartilhadas pelo ICH. No entanto, o ICH e a SBPC, à qual o Instituto está ligado, e importantes personalidades acadêmicas, têm se pronunciado no sentido de que os registros do período da ditadura precisam ser conhecidos. Os que foram perseguidos no passado já foram julgados e anistiados. Aliás, foram anistiados, porque julgados. Existe uma polêmica na sociedade civil se os torturadores devem ou não ser julgados por seus crimes, o que não significa revanchismo. Os que se posicionam a favor desse*



## Correção

• A foto utilizada na abertura do artigo 'Doença de Chagas: a invasão silenciosa do parasito' (CH 266, p. 34), que mostra alguns exemplares do *Trypanosoma cruzi*, é de autoria de Helene Barbosa, do Instituto Oswaldo Cruz (Fundação Oswaldo Cruz).

*Julgamento o desejam dentro da lei e com amplo direito de defesa, diferentemente dos julgamentos a que foram submetidos os opositores do regime militar.*

## Confusão mental

A nota 'Ardi, nossa nova avó' (CH 265) é esclarecedora de como estamos perdidos nessa história imaginária da evolução humana. O artigo desmente o título: não é nossa avó nem prima, é macaco. (...) Desmente outra ideia imaginária, a de que andando no solo nos tornamos bípedes... O *Sahelanthropos* é questionado pela equipe que descobriu o *Orrorin* (...), espécie imaginada a partir de um osso da perna. Que fragilidade... Diante dessa confusão mental, como ficam os cientistas? Sejamos honestos: isso produz ensino enganoso e confusão entre os estudantes. O modelo evolucionista está em crise. Pobres professores de biologia!

**Roberto C. de Azevedo**  
São Paulo, SP

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

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

# Conferência de matemáticos

**Marco Moriconi**

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



Recentemente, em uma conferência, 64 matemáticos estavam em uma situação inusitada: cada um conhecia um teorema muito interessante que merecia ser compartilhado com os colegas. Resolveram que, ao chegar ao hotel, começariam a ligar um para o outro, para contar tudo o que sabiam. Os telefonemas só parariam quando cada um deles soubesse os 64 teoremas.

Esses matemáticos são magnânimos, mas muito objetivos: para não jogar conversa fora, só contam o(s) teorema(s) que o colega não sabe. Supondo que cada telefonema entre dois matemáticos dure uma hora, pergunta-se: quantas horas é preciso para que todos os 64 matemáticos conheçam os 64 teoremas?

Inicialmente, vamos a uma notação: cada matemático será conhecido por um numeral: 1, 2, 3, ..., 64. E o teorema que cada um conhece será denotado pelo mesmo numeral. Assim, o matemático 1 conhece o teorema 1; o matemático 2 o teorema 2; e assim por diante. Caso prático: se o 1 liga para o 2, então, ao final de uma hora de conversa, os teoremas 1 e 2 serão conhecidos tanto pelo matemático 1 quanto pelo matemático 2.

Para resolver o problema, usaremos uma técnica surpreendente. Primeiro, veremos que eles precisam de pelo menos seis horas. Depois, mostraremos que seis horas é o mínimo necessário (o fato de haver uma estratégia que leva seis horas não garante que seja a mais rápida; temos que mostrar que não há outra mais eficiente).

Como saber que é preciso, pelo menos, seis horas. Suponha que, após algumas trocas de telefonemas, o matemático que saiba mais teoremas do grupo conheça  $X$  teoremas (pode ser que mais de um deles conheça um número  $X$  de teoremas, mas isso não altera nossa estratégia de resolução do problema). Na próxima hora, na melhor das hipóteses, ele conhecerá, no máximo,  $2X$  teoremas, caso ele fale com alguém que conhece tantos teoremas quanto ele. Assim, a cada hora, na melhor das hipóteses, o conhecimento de um matemático dobra. Como, no início, todos conhecem apenas um teorema, vemos que, na segunda hora, o sabichão conhecerá, no máximo, dois teoremas; na hora seguinte, quatro; depois, oito, 16, 32 e, finalmente, 64. Em resumo: a cada hora, ele duplicará o número de teoremas que conhece.

Portanto, é preciso, pelo menos, seis horas para que

alguém saiba todos os teoremas.

Agora, vamos à segunda parte: mostrar que seis horas bastam para compartilhar todos os teoremas entre os matemáticos. Já sabemos que, em seis horas, um matemático pode conhecer todos. Agora veremos que, nesse intervalo de tempo, é possível fazer com que todos os matemáticos conheçam todos os teoremas.

Vejamos o seguinte esquema: na primeira hora, 1 fala com 2; 3 com 4; 5 com 6; ...; 63 com 64. Feito isso, formamos dois grupos (um com os matemáticos 1, 3, 5, 7, ..., 63, e o outro com 2, 4, 6, 8, ..., 64), cada um deles com 32 membros. Com isso, teremos certeza de que todos os 64 teoremas estão agora 'dentro' de cada grupo (exemplo: o matemático 1 conhece os teoremas 1 e 2; o matemático 3, os teoremas 3 e 4; o matemático 5, os teoremas 5 e 6...).

Na segunda hora, usamos a mesma estratégia: dividir cada grupo em duas partes e colocar um para falar com o outro (exemplo: no primeiro grupo, 1 fala com 3; 5 com 7 etc.; no segundo grupo, 2 com 4; 6 com 8 etc.). Depois disso, dividimos novamente os grupos. Teremos, agora, quatro grupos de 16 matemáticos (e cada grupo conhecerá todos os teoremas disponíveis).

Já deu para notar a estratégia geral: a cada hora, dividimos cada grupo ao meio, até chegarmos a 32 grupos de dois matemáticos. Essa última conversa finaliza nossa busca. Quantas horas se passaram? Na primeira hora, 64 foram divididos em dois grupos de 32; na segunda, temos quatro grupos de 16; na terceira, oito grupos de oito. Na quarta, temos 16 grupos de quatro. Na hora seguinte, 32 grupos de dois e, finalmente, mais uma hora, e pronto. Passaram-se seis horas, e todos sabem tudo.

Então, sabemos que o mínimo necessário e suficiente é de seis horas. Será que esse era um dos teoremas que eles contaram um para o outro? ■

## DESAFIO

Quantas horas seria preciso se fossem quatro matemáticos? E, no caso de cinco? E oito? Brinque com esses casos e poderá observar algo curioso.

## SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

Nesse caso, emparelhamos 1 com 99, 2 com 98, ..., 49 com 51, e sobra o 50 sem par. Ao todo temos 49 pares, que somam 100, e um número solitário, 50. A soma total será, então,  $49 \times 100 + 50 = 4.950$ .

# Calamidades

**Renato Lessa**

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



**E**m 1942, o sociólogo russo Pitirim Sorokin (1889-1968) publicou um livro premonitório. *Men and Society in Calamity* pretendeu convencer seus possíveis leitores da necessidade da criação de um novo campo disciplinar – a *calamitologia* –, ângulo de observação urgente e mais do que adequado aos tempos que corriam. O terremoto ocorrido no Haiti em janeiro último repõe de modo brutal a advertência de Sorokin. O silêncio dos meios de comunicação, passadas algumas semanas da tragédia, induz a pensar que a vida, ao fim e ao cabo, voltou a seu curso normal. Talvez seja-nos impossível mesmo imaginar que, ao fim e ao cabo, a vida não retorne a seu curso normal.

Os humanos, a par de sua enorme capacidade de invenção e diversificação cultural, podem ser definidos como animais que criam e seguem regras. A

orientação para o ordenamento das coisas sempre esteve associada a um esforço para fazer com que a vida tenha um mínimo de sentido e previsibilidade. Mesmo revolucionários empedernidos e inimigos da tradição cultuam tradições revolucionárias. A própria linguagem, ao fixar uma relação regrada entre nomes e coisas, atesta uma vontade de ordem e de afirmação de sentido. Sempre há, portanto, a expectativa de que temos regras a seguir.

Calamidades significam suspensão abrupta de sistemas de regras e a consequente precipitação no abismo da indeterminação e, no limite, da impossibilidade da própria vida. Não surpreende, pois, o fato de que o tema das calamidades tenha tido impacto tão forte na configuração do pensamento moderno. Algumas das reorientações filosóficas mais significativas, ocorridas no século 18, derivaram precisamente de uma reação intelectual e moral a uma calamidade idêntica à que ocorreu no Haiti.

O terremoto de Lisboa, ocorrido em 1755, para além de seus efeitos devastadores, provocou forte impacto na agenda filosófica europeia. A cidade foi literalmente varrida por uma tripla catástrofe: um tsunami, um terremoto e um incêndio em toda sua parte baixa. Dois

terços da cidade foram arrasados e apenas três mil de suas vinte mil casas originais mantiveram-se de pé.

O abalo no campo do pensamento não foi menor. O primeiro pensador a perceber que uma calamidade de tal monta exigia a revisão de formas vetustas e de pensamento foi o francês Voltaire (1694-1778). Em dois textos memoráveis, *Poema sobre o desastre de Lisboa* (1756) e *Candido* (1759), ele voltou-se contra uma concepção de mundo fundada nas temáticas da teodiceia e do otimismo, presentes em autores de enorme prestígio como o filósofo alemão Gottfried Leibniz (1646-1716) e o poeta britânico Alexander Pope (1688-1744). Trata-se de uma visão de mundo sustentada na crença numa harmonia entre todas as coisas, conectando Deus, natureza, razão humana e o problema do mal. O mundo, tal como existe, é o melhor dos mundos possíveis. Deus não o teria feito de outro modo. Não há lacunas na criação e os eventos estão conectados por uma necessidade férrea. Mesmo a ocorrência do mal se inscreve nesse desenho concebido pela mão generosa de um criador onipotente.

Para Voltaire, essa perspectiva aparece como inaceitável, já que descarta o fato do sofrimento humano, uma realidade irreduzível a qualquer justificativa. Com efeito, como compatibilizar o conto de fadas cosmológico, presente na teodiceia e no otimismo, com uma tragédia como a de Lisboa? A ‘demonstração’ de que o mal é um componente necessário da afirmação do melhor dos mundos e da economia geral do cuidado divino com o mundo não abole o fato do sofrimento humano, e é dessa perspectiva – a do sofrimento – que calamidades devem ser entendidas.

Com Voltaire aprendemos que a natureza é indiferente aos interesses humanos. O melhor dos mundos não está dado, como algo já inscrito para sempre nas relações entre Deus, humanos e natureza, mas dependerá da capacidade humana de transformação, através da ação prática, do trabalho e da imaginação.

A calamidade do Haiti mais do que repor o tema da indiferença básica da natureza, exige que consideremos a seguinte pergunta: diante de destruição de tal escala, temos repostas capazes de indicar o que fazer para recompor a vida de coletividades assoladas pelo pior dos mundos possíveis? ■

**Temos repostas capazes de indicar o que fazer para recompor a vida de coletividades assoladas pelo pior dos mundos?**

