

# CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

NÚMERO 310 | VOLUME 52 | DEZEMBRO 2013 | R\$ 10,95

## sobrecultura

A solidão e seu  
avesso destrinchado  
no tecido social

## TERRAS RARAS

Brasil se prepara  
para produzir  
elementos químicos  
indispensáveis  
à vida moderna

## COPA DO TERROR?

Antropóloga analisa  
propostas do PCC nas  
prisões paulistas

## UM FÓSSIL BEBÊ

Feto preservado de preguiça  
extinta ajuda a conhecer  
melhor a espécie





## Ajude o WWF-Brasil a salvar a Amazônia!

Além de uma biodiversidade grandiosa, a Amazônia possui o segundo rio mais longo do mundo, o Amazonas, que representa quase um sexto de toda a água doce que desagua nos oceanos do mundo. No entanto, o futuro de todo esse patrimônio está ameaçado por diversas atividades predatórias, como a extração de madeira, a mineração e a conversão da floresta em pastagens e áreas de agricultura.

[wwf.org.br/amazonia](http://wwf.org.br/amazonia)





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

**DIRETORIA**

**Diretor Presidente** | Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF)  
**Diretores Adjuntos** | Caio Lewenkopf (Instituto de Física/UFRJ) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ) • Otávio Velho (Museu Nacional/UFRJ)  
**Superintendente Executiva** | Elisabete Pinto Guedes  
**Superintendente Financeira** | Lindalva Gurfield

**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 (Departamento de História/PUC-Rio) | Ciências Ambientais – Jean Remy Guimarães (Instituto de Biofísica/UFRJ) | Ciências Exatas – Ivan S. Oliveira (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) | Ciências Biológicas – Andrea T. Da Poian (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ)

**REDAÇÃO**

**Editora Executiva** | Alicia Ivanissevich; **Editora Assistente** | Thais Fernandes; **Editor de Forma e Linguagem** | Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** | Ricardo Menandro; **Setor Internacional** | Cássio Leite Vieira; **Repórteres** | Henrique Kugler, Marcelo Garcia e Sofia Moutinho, Caetano Dable, Camille Dornelles, Fernanda Távora, Isadora Vilardo e Renata Fontanetto (estagiários); **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@ampersand.com.br)

**SUCURSAIS**

**NORTE** | Manaus | Coordenador científico | Ennio Candotti | End.: Museu da Amazônia – MUSA – Av. Constelação, 16, Conjunto Morada do Sol, Aleixo, CEP 69060-081 Manaus, AM. Tel.: (92) 3236-5326

**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.: (41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do Paraná

**SÃO PAULO** | Correspondente | Vera Rita Costa (verarita@cienciahoje.org.br). Tel.: (13) 9756-0848

**PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL** | Superintendente | Ricardo Madeira; **Publicidade** | Sandra Soares (gerente). End.: Rua Dr. Fabrício Vampre, 59, Vila Mariana, CEP 04014-020, São Paulo, SP. Telef.: (11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura** | Gerente | Fernanda L. Fabres.

Telefax: (21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br)

**REPRESENTANTES COMERCIAIS**

**BRÁSILIA** | Joaquim Barroncas – Tels.: (61) 3328-8046/9972-0741.

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

**RECURSOS HUMANOS** | Luiz Tito de Santana

**EXPEDIÇÃO** | Gerente | Adalgisa Bahri

**IMPRESSÃO** | EDIGRAFICA

**DISTRIBUIÇÃO** | FC Comercial e Distribuidora S/A

**CIÊNCIA HOJE** | Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ Tel.: (21) 2109-8999 – Fax.: (21) 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.: (11) 3355-2130.



**APOIO:**

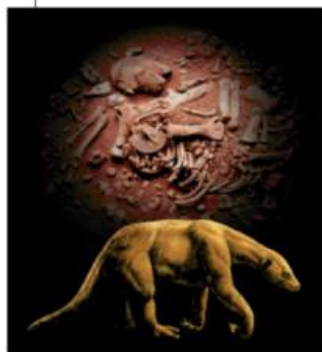


# UM ACHADO MUITO ESPECIAL

A ciência é construída a partir de hipóteses, observações, experimentos, provas e conclusões. Não é diferente com a paleontologia – área que estuda o passado da Terra e seus registros biológicos, os chamados fósseis. Para decifrar épocas remotas, os paleontólogos se lançam na aventura de colher informações escondidas em rochas. E, quando encontram vestígios, situam-se apenas no início da longa caminhada que é a interpretação dos achados.

O artigo de capa desta edição traz o relato de uma descoberta muito especial: o fóssil de um feto de uma preguiça extinta, da espécie *Nothrotherium maquinense*, que teria vivido em nossas terras até 11 mil anos atrás. O dinamarquês Peter Lund havia encontrado um exemplar adulto em sua primeira escavação paleontológica no Brasil, em 1835. Mas o novo achado enriquece os anteriores e avança na reconstrução desse passado biológico, uma vez que o bebê-maquiné, como foi batizado, conserva indícios que permitirão compreender melhor como a espécie, e outras do mesmo grupo, se desenvolviam.

*A redação*



**CAPA:** MONTAGEM COM FOTO DE BRUNO GARZON E ILUSTRAÇÃO CEDIDA POR C. CARTELLE

Atendimento ao assinante e números avulsos: 0800 727 8999 | CH On-line: [www.cienciahoje.org.br](http://www.cienciahoje.org.br) | [chonline@cienciahoje.org.br](mailto:chonline@cienciahoje.org.br)  
No Rio de Janeiro: 21 2109-8999 | Para Anunciar TELFAX: 11 3539-2000 | [cienciasp@cienciahoje.org.br](mailto:cienciasp@cienciahoje.org.br)

|                   |    |                                                                                                                                                                                   |
|-------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CH ON-LINE        | 3  |                                                                                                                                                                                   |
| O LEITOR PERGUNTA | 4  | Por que temos, no português, algumas palavras de origem celta?   Por que em algumas fontes a água mineral é naturalmente gasosa?   A picada de um mosquito pode levar à cegueira? |
| ENTREVISTA        | 6  | KARINA BIONDI   PCC: PAZ ENTRE OS LADRÕES   Antropóloga avalia ameaça de violência na Copa do Mundo feita por facção criminosa                                                    |
| EXATAMENTE        | 9  | LIVRES DO SILÍCIO?   Com nanotubos de carbono, transistores poderão ser menores e mais eficientes                                                                                 |
| MUNDO DE CIÊNCIA  | 10 | PRÊMIO NOBEL 2013                                                                                                                                                                 |
|                   | 10 | FÍSICA   A partícula recém-nascida                                                                                                                                                |
|                   | 12 | FISIOLOGIA OU MEDICINA   Transporte intracelular                                                                                                                                  |
|                   | 14 | ECONOMIA   Economia financeira em alta                                                                                                                                            |
|                   | 16 | QUÍMICA   Dois 'coelhos' com um só método                                                                                                                                         |
|                   | 18 | LITERATURA   Mestre do conto contemporâneo                                                                                                                                        |
|                   | 20 | PAZ   Sem armas químicas                                                                                                                                                          |
| A PROPÓSITO       | 21 | A DURA REALIDADE   Mitos e tabus persistem na ciência apesar das evidências que os contrariam                                                                                     |

**O NOVO OURO** 22 Brasil quer voltar a produzir terras raras, elementos valiosos e indispensáveis à tecnologia moderna  
Por Sofia Moutinho

**'BEBÊ-MAQUINÉ': UM ACHADO SINGULAR** 28 Descoberta de fóssil de feto de preguiça extinta traz novas informações sobre esse animal ainda misterioso  
Por Cástor Cartelle Guerra

**IGUARIAS DA FLORESTA** 34 Muitas espécies da Amazônia poderiam ser usadas na gastronomia, mas esse potencial está se perdendo  
Por Carlos Alberto Dória e Ima Célia Guimarães Vieira

**METAIS ORGÂNICOS** 38 Técnicas sofisticadas permitem estudos pioneiros sobre elementos invisíveis na estrutura das frases  
Por Paulo Menegasso e Mariano de Souza

**RASTREANDO OS BURACOS NEGROS DA LINGUAGEM** 42 Classe de metais descoberta há poucas décadas tem aplicações importantes no dia a dia humano  
Por Marcus Maia e Anieli Improta França



|                 |    |                                                                                                                                                   |
|-----------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LINHA DO TEMPO  | 47 | BIOGRAFIAS: VIVOS E MORTOS   Não cabe proibir, mas biógrafos devem fugir do vulgar e ressaltar o essencial                                        |
| EM DIA          | 48 | GOSTINHO DE FUTURO   Pesquisadores desenvolvem língua eletrônica com variadas aplicações                                                          |
|                 | 50 | VIOLEIRO DOS TEMPOS ANTIGOS   Fabricante de instrumentos musicais da época colonial deixou informações valiosas                                   |
|                 | 52 | VALIOSO ANTIBIÓTICO   Novo método para preservar frutas e combater bactérias usa nanopartículas de prata                                          |
| CIDADE INTEIRA  | 55 | CAPITAL E HEGEMONIA   Ideia de interiorizar a capital do Brasil é debatida desde o século 19                                                      |
| ENSAIO          | 56 | O SONHO DE MARTIN LUTHER KING   Discurso foi marco na luta contra a segregação racial nos Estados Unidos                                          |
| MEMÓRIA         | 58 | GÊNESE DE UMA NOVA DISCIPLINA   Livros que marcam início da ecologia como ciência completam 100 anos                                              |
| RESENHA         | 60 | UM BONDE CHAMADO HISTÓRIA   Resenha do livro <i>O conceito de história</i> , de Christian Meier, Horst Günther, Odilo Engels e Reinhart Koselleck |
| CARTAS          | 62 |                                                                                                                                                   |
| QUAL O PROBLEMA | 63 | A VOLTA DE NOEL   Polo Norte permite demonstrar que existe uma geometria diferente                                                                |
| SOBREHUMANOS    | 64 | JANGO E A EXCEÇÃO   Exumação dos restos do ex-presidente traz à tona significado de anos ditatoriais                                              |

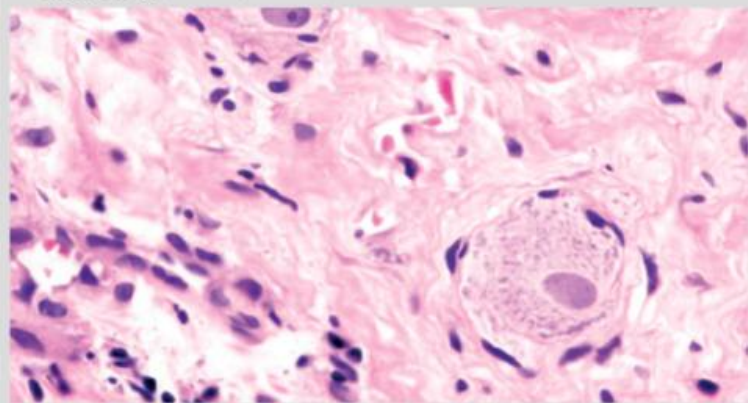


## ENTREVISTA

GALERIA

INSTITUTO CH

VÍDEO



**MEDICINA > Um novo tipo de câncer**  
Cirurgias menos invasivas e tratamentos personalizados são algumas das apostas da ciência para o câncer de cabeça e pescoço. Em visita ao Brasil, médico especialista na área apresenta panorama mundial desse tipo de carcinoma, que mudou muito nos últimos cinco anos.

> <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias>



**NOTÍCIAS >** <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias>

### ASTROFÍSICA > Ameaça que vem de cima

Equipe internacional de pesquisadores estuda a queda do meteorito que atingiu a Rússia no início do ano e conclui que eventos como esse são mais frequentes do que se pensava. Por isso, astrônomos alertam para a necessidade de monitorar asteroides.

**COLUNAS >** <http://cienciahoje.uol.com.br/colunas>

### LINGUÍSTICA > Especialistas?

Em sua coluna 'Palavreado', o linguista Sírio Possenti põe em xeque o ponto de vista de muitos 'peritos' em questões de língua, gramática, escrita e ensino de escrita, cujas opiniões são frequentemente supervalorizadas na imprensa brasileira.



**BÚSSOLA >** <http://cienciahoje.uol.com.br/blogues>

### BIOÉTICA > Sobre animais, ética e ciência

Polêmica remoída, a experimentação animal sempre desperta contendas acirradas. Ato recentes de grupos que defendem os direitos dos animais trouxeram o debate novamente à tona.

**ALÔ, PROFESSOR >** <http://cienciahoje.uol.com.br/alô-professor>

### EDUCAÇÃO CIENTÍFICA > Machado de Assis, Darwin e as pesquisas escolares

Uso inapropriado das pesquisas na internet pode ser contraproducente. Mas se valer das oportunidades que surgem em sala de aula para explorar melhor os recursos tecnológicos pode ajudar a promover descobertas do próprio aluno e a gerar novos conhecimentos.



e muito mais >>>

Acompanhe a CH On-line também no

[facebook](#)

[twitter](#)

[YouTube](#)

[tumblr](#)

[del.icio.us](#)



AMÉLIA CASTRO, POR CORREIO ELETRÔNICO

## Por que temos, no português, algumas palavras de origem celta?

A PESQUISA FILOLÓGICA tem identificado mais de 40 palavras de possível origem céltica no português. Mas não há consenso entre todos os autores, e a lista varia muito conforme a obra consultada. Algumas dessas palavras são bastante antigas e já estavam no latim quando este foi levado, pelos conquistadores romanos, para a região que viria a ser Portugal; enquanto outras derivam de idiomas célticos já falados na península ibérica antes da conquista. É o caso de berro, bico, bragas, brenha (em embrenhar), briga, cabana, cambiar, caminho, camisa, cantiga, carpinteiro, carro, cavalo, cerveja, colmeia, escombro, estancar, galego, garça, garra, gorar, gordo, laje, lança, légua, peça, rego, saia, seara, tadro, tarugo, tona, toucinho, trançar, trapo e virar.

Têm origem céltica vários topônimos portugueses, como Braga, Coimbra, Évora, Lisboa e Setúbal. O elemento 'gal' — que aparece em Portugal, é tido por alguns como de origem céltica —, embora

não seja muito claro se ele se relaciona com o nome da antiga tribo dos Callaecii, que habitava a região à época da conquista romana. A origem céltica de termos como álamo, bacia, chapa, estepe, manteiga e varanda tem sido bastante questionada. Já algumas palavras consideradas de origem céltica, como arroio, lousa, páramo, porco e zorro, podem provir de uma língua indo-europeia — denominada lusitano por alguns autores — falada na península ibérica antes da conquista romana. Completam a lista algumas palavras célticas que passaram ao português em época mais recente, por meio do francês — como cais, duna e vassalo — e palavras provenientes do gaélico da Escócia, que nos chegaram por meio do inglês — como uísque e *kilt*.

Márcio Renato Guimarães

DEPARTAMENTO DE LINGÜÍSTICA, LETRAS CLÁSSICAS E VERNÁCULAS,  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

AMÉLIA CRUZ, POR CORREIO ELETRÔNICO

## Por que em algumas fontes a água mineral é naturalmente gasosa?



FOTO: SHC/IB

AS ÁGUAS MINERAIS SÃO UMA CLASSE ESPECIAL de águas subterrâneas, pois têm uma concentração elevada de algum elemento químico, que as torna benéficas à saúde humana. As concentrações para que uma água seja considerada mineral são reguladas por lei. O fato é que toda água, mineral ou não, apresenta uma grande variedade de elementos químicos dissolvidos — isso é resultado da interação físico-química da água com o meio geológico, como rochas ou sedimentos, por exemplo. As águas que naturalmente apresentam gás são chamadas de carbogassas. Nelas, a concentração de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) é elevada. A origem desse gás no aquífero é a degradação de matéria orgânica contida nos sedimentos (fenômeno exemplificado pela reação genérica  $\text{HCO}_2 + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ).

A ocorrência de águas carbogassas não é comum no Brasil. As fontes mais conhecidas encontram-se nas cidades de São Lourenço, Lambari e arredores, no sul de Minas Gerais. Nesses locais, camadas de sedimentos pouco permeáveis intercalam-se com camadas mais permeáveis. A matéria orgânica fica contida no material geológico; e o oxigênio entra no sistema dissolvido na água da chuva — que alimenta o aquífero. As camadas menos permeáveis impedem que o gás gerado pelo encontro da água de recarga com a matéria orgânica do sedimento escape para a atmosfera. Em geral, a concentração natural de  $\text{CO}_2$  na água não é muito alta. Assim, para a sua comercialização, as empresas retiram do solo o próprio gás e, por meio de técnicas industriais, reforçam sua presença no produto, antes de engarrafá-lo.

Ricardo Hirata

CENTRO DE PESQUISAS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



BIANCA MORAES, POR CORREIO ELETRÔNICO

## A picada de um mosquito pode levar à cegueira?

SIM, HÁ INSETOS CUJA PICADA PODE provocar cegueira. No Brasil, diferentes grupos de insetos são chamados popularmente de mosquitos. Os insetos conhecidos como borrachudos na região Sul e como piuns no Norte – lembrando que cada povo indígena tem seus próprios nomes para designá-los – podem transmitir doenças que causam lesões oculares, podendo levar à cegueira.

Essas enfermidades – a oncocercose e a mansonelose – são causadas por vermes que vivem no nosso sistema linfático e/ou sanguíneo, e que se tornam infecciosos – atingindo as formas adultas – com a picada do mosquito, alojando-se em nódulos por baixo da pele (no caso da oncocercose, provocada pelo *Onchocerca volvulus*) e nas veias do tubo digestivo (no caso da mansonelose, causada pela *Mansonella ozzardi*). A cegueira pode ocorrer quando o verme se instala no globo ocular.

A oncocercose é de origem africana e no Brasil, até o momento, está restrita às áreas indígenas ianomâmi e iecwana, no Amazonas e em Roraima. Já a mansonelose é de origem americana e há comprovação de que seus parasitas também podem provocar lesões oculares em diferentes graus de severidade.

Para o tratamento da primeira doença existe um programa do Ministério da Saúde que conseguiu reduzir significativamente a transmissão no país. Para a mansonelose, no entanto, que no Brasil atinge muito mais pessoas, ainda não temos tal tipo de programa. Esperamos que isso possa ocorrer o mais breve possível, pois esses insetos são comuns ao longo dos rios, em cujas margens, na Amazônia, há várias cidades e comunidades. Com isso, infectam grande número de pessoas e a maior parte fica sem tratamento. O mais difícil é entender a razão da inexistência de um programa para mansonelose no país, uma vez que o remédio para as duas doenças, à base de ivermectina, é o mesmo.

*Victor Py-Daniel*

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS,  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FOTO: SXC/HU

CARTAS PARA A REDAÇÃO | Av. Venceslau Brás, 71 fundos | casa 27 | CEP 22290-140 | Rio de Janeiro | RJ  
CORREIO ELETRÔNICO | [cienciahoje@cienciahoje.org.br](mailto:cienciahoje@cienciahoje.org.br)



KARINA BIONDI

## PCC: “PAZ ENTRE OS LADRÕES”

Este ano, quando completa o 10º aniversário de sua hegemonia nas prisões paulistas — estima-se que hoje tenha influência em cerca de 90% das cerca de 150 delas — e de sua refundação, quando acrescentou o ‘Igualdade’ ao lema ‘Paz, Justiça e Liberdade’, o PCC (Primeiro Comando da Capital) lançou a ameaça de uma ‘Copa do Mundo do Terror’, caso seus membros sejam transferidos para o isolamento, como prometem as autoridades de segurança em retaliação a um suposto plano para matar o governador Geraldo Alckmin.

A CH entrevistou a antropóloga Karina Biondi, da Universidade Federal de São Carlos, para entender esse fenômeno social complexo, que proibiu nas prisões o craque, a agressão, o estupro, as mortes sem autorização, o porte de facas e até palavrões. Autora de *Junto e misturado: uma etnografia do PCC* (São Paulo: editora Terceiro Nome, 2010), Biondi há anos pesquisa o assunto, que lhe surgiu como tema de mestrado e doutorado depois da prisão do marido — inocentado, após quase seis anos aguardando julgamento —, quando passou a visitar prisões paulistas.

CÁSSIO LEITE VIEIRA | CIÊNCIA HOJE | RJ

ARQUIVO PESSOAL



**Parece difícil definir o PCC. Usa-se facção, grupo, associação, coletivo etc. Como a senhora o definiria?** Realmente, é difícil oferecer algo que pudesse fornecer uma moldura a um fenômeno tão complexo. Já o caracterizei como um coletivo, quando tomei de empréstimo esse conceito de outro autor, para me desvencilhar da ideia de ‘crime organizado’. Mas a melhor definição é a que os próprios integrantes oferecem: o PCC é um movimento. E isso quer dizer que não obedece a limites espaciais, que não adquire formas definidas. Toda a terminologia usada por seus integrantes remete a essa definição: quando alguém (geralmente um ‘correria’) ingressa no PCC, diz-se que ‘entrou para a caminhada’; as diferenças que o PCC expressa são denominadas ‘ritmo’; quando se pretende alcançar um objetivo, procura-se ‘levar a ideia adiante’. De fato, em minha pesquisa, deparei-me com um PCC que não se restringia ao conjunto de seus integrantes, que estava presente mesmo onde não havia nenhum membro e que se apresentava de formas variadas a depender do ponto de vista adotado. É possível dizer que não existe um, mas vários PCCs possíveis e que só se



efetuem na medida em que acontecem. Por isso, em vez de definir ou pressupor o PCC como força exterior que molda os indivíduos que a integram, passei a me esforçar para descrever como esse movimento acontece, como sua existência é alimentada pelas relações mais sutis, cotidianas, triviais.

**O PCC foi fundado em meados da década de 1990. Há uma década, depois de enfrentar facções, obteve sua hegemonia nas prisões paulistas. O que levou a população carcerária a aderir majoritariamente ao PCC?** O índice de mortes nas prisões era bastante elevado quando do surgimento do PCC, cuja expansão não se deu sem muito derramamento de sangue. Mas, à época, o PCC era apenas um dos vários agrupamentos que disputavam espaço nos estabelecimentos penais, e a força física não era um diferencial seu. Como se diz, era uma época do 'cada um por si', em que 'vencia o mais forte'. Nessa situação, aliada à força física – o que os presos chamam 'disposição' –, as ideias que propagavam eram muito sedutoras: estabelecer tanto a 'paz entre os ladrões' – para dar fim às extorsões, à violência sexual, exploração e às mortes por banalidades comuns no ambiente prisional – quanto a 'guerra contra a polícia' – cujo objetivo principal seria lutar contra o que os presos chamam 'opressão carcerária'.

**A senhora diria que a 'paz entre os ladrões' foi fruto de um ou mais fundadores que perceberam que as energias, forças e vontades da população carcerária – então, em situação caótica, na base do 'cada um por si, que vença o mais forte' – poderiam ser canalizadas contra um inimigo comum: o Estado e sua polícia?** Mais do que ser fruto dos fundadores, é efeito de uma série de acontecimentos: as repercussões do massacre do Carandiru; o crescimento vertiginoso da população carcerária no estado de São Paulo; a transferência desse enorme contingente para longe dos olhos da maioria da população paulista; o recrudescimento das práticas penais – cujo ponto alto foi, posteriormente, a criação do Regime Disciplinar Diferenciado. O sucesso da ideia de 'paz entre os ladrões', por sua vez, não pode ser dissociada das reações do Estado – como transferências e isolamento dos que eram considerados líderes – e do que, na antropologia, costumamos chamar 'política do cotidiano' ou 'pequena política', ou seja, as mais triviais relações travadas cotidianamente. Foram elas as determinantes para a atual dinâmica do PCC.

**Há 10 anos, ocorreu a 'refundação' do PCC, quando Marcos Willians Herbas Camacho (Marcola) acrescentou a 'Igualdade' ao 'Paz, Justiça e Liberdade'. Como se deu essa transição?**

**O PCC É UM MOVIMENTO. E ISSO QUER DIZER QUE NÃO OBEDECE A LIMITES ESPACIAIS, QUE NÃO ADQUIRE FORMAS DEFINIDAS. TODA A TERMINOLOGIA USADA POR SEUS INTEGRANTES REMETE A ESSA DEFINIÇÃO**

Naquela época, a liderança do PCC era centralizada nos fundadores, que estavam no topo de uma hierarquia do tipo piramidal – com postos de generais e soldados – e davam a palavra final para qualquer decisão. Mas, segundo os presos, 'o poder subiu à cabeça' dos fundadores, que passaram a oprimir os demais presos. O descontentamento de muitos integrantes frente a essas práticas levou a uma tomada de poder e à exclusão dos antigos líderes-fundadores, que, considerados 'malandrões' – aqueles que exploram outros presos –, foram repudiados e mandados para o 'seguro do seguro'. Marcola, que sempre negou o papel de líder, distribuiu a liderança e acabou com o modelo piramidal. A adição da 'igualdade' ao lema só veio reforçar esse movimento de dissolução da hierarquia piramidal. Não sei se é possível atribuir essa adição exclusivamente a Marcola.

Tanto 'irmãos' (membros do PCC) quanto 'companheiros' (não membros) parecem seguir um código que lembra uma 'ética da vida carcerária'. O mais intrigante é que essa ética não carrega em si nem leis rígidas, nem punições e, por vezes, é seguida mesmo em prisões sem membros do PCC. Era assim antes de Marcola instituir que todos agora são 'de igual'? É importante dizer que a igualdade não é algo que se instala por decreto. Os efeitos de sua incorporação ao lema do PCC não foram vistos de imediato nas práticas cotidianas e até hoje não se dão homogeneamente em todas as prisões. A 'igualdade' não é algo que se estabelece sem tensões; é um ideal que, para se manter como tal, precisa ser incessantemente buscado. Essa busca faz com que, por exemplo, nenhuma decisão seja tomada de forma isolada, levando todos os assuntos a serem amplamente discutidos. Além disso, não só desobriga à obediência – 'ninguém é obrigado a nada', dizem com frequência –, mas também serve como ferramenta para coibir relações de mando e obediência – afinal, quem 'manda' ou quem 'obedece' se mostram desiguais e passam a ser malvistas. Assim, se Marcola tivesse instituído a igualdade,

>>>



ele estaria tomando uma 'atitude isolada', que revela uma desigualdade. Antes da igualdade, a estrutura vertical obrigatoriamente colocava relações de mando e obediência, com leis e punições mais rígidas – que posteriormente foram consideradas 'opressões' oriundas do próprio PCC.

**O lema 'Paz, Justiça e Liberdade' parece ter sido inspirado no Comando Vermelho (CV), do Rio de Janeiro. Qual a relação entre PCC e CV?** No início, os comandos não só compartilhavam o mesmo lema, mas também tinham uma aliança. Um integrante do PCC era tratado como 'irmão' em 'cadeias do CV' e vice-versa. Há cerca de 10 anos, essa aliança foi suspensa – o que não impede parcerias ou comercialização de produtos entre seus integrantes. Na mesma época, a incorporação da 'igualdade' ao lema do PCC colocou uma diferença fundamental entre os comandos, especificamente ao que se refere à ideia de estrutura hierárquica que mencionei antes.

**O PCC discrimina algum tipo de presidiário, como estupradores e pedófilos?** Em geral, o PCC não aceita, nas cadeias em que está presente, estupradores, pedófilos, parricidas, policiais e outros profissionais ligados à segurança pública ou privada, membros de comandos rivais e assassinos de crianças. Todos esses são chamados 'coisa' e, impedidos de ficar no 'convívio' com os outros presos, são encaminhados para o 'seguro' ou para cadeias reservadas para abrigá-los. Por vezes, não são aceitos nem nos 'seguros', principalmente quando estes estão ocupados por presos que, embora procurem permanecer 'na disciplina do Comando', cometeram uma falta no 'convívio'.

**Qual a relação do PCC com as comunidades das áreas onde ele atua fora dos presídios?** A atuação do PCC nas comunidades não é homogênea. Como dizem, 'cada quebrada tem um ritmo', e há muitos fatores que fazem esse 'ritmo' variar. Há lugares em que o PCC faz melhorias de infraestrutura em áreas comuns; em outros, há distribuição de cestas básicas, brinquedos em datas comemorativas, auxílio para compra de remédios ou para reforma dos imóveis. Mas a forma com a qual ele se faz mais presente nas comunidades é na manutenção da 'disciplina' do próprio PCC. Assim como se deu nas cadeias, os moradores afirmam que a qualidade de vida nas 'quebradas' melhorou bastante depois da chegada do PCC e atribuem a ele a redução dos homicídios – nítida nas estatísticas oficiais. Se, por um lado, a manutenção da 'disciplina do Comando' garante sua hegemonia no local, por outro, a igualdade permite que os moradores cobrem dos 'irmãos' uma boa gestão. Assim, aqueles que 'não dão uma atenção' são criticados, e

se passa a dizer que 'a quebrada está largada', ou seja, que o PCC não está fazendo o que deveria fazer para que 'a quebrada se mantenha na disciplina'.

**Sabe-se que a renda do PCC vem da venda de drogas. Como ele lida com concorrentes nas ruas?** Embora existam pontos de venda de drogas que são do PCC, nem todo 'irmão' é traficante e nem todo traficante é 'irmão'. Como o PCC não monopoliza o comércio de drogas – qualquer proibição desse comércio contrariaria o 'de igual' –, a concorrência é meramente econômica: valem as práticas de mercado, como preço e qualidade da mercadoria. Entretanto, se os concorrentes forem pessoas de outros comandos, eles nem são vistos como concorrência mercantil. São 'coisa', e a disputa passa a ter outra ordem que não a comercial.

**Há indícios de que o PCC tenha planos de ter um braço político, como a máfia?** Até onde sei, não há planos políticos no PCC. Pelo contrário, nas últimas eleições, recolhi relatos de preferências partidárias bem divergentes, bem como expressões de total desprezo à política partidária.

**Por sinal, a máfia dá apoio financeiro aos familiares de seus membros presos ou mortos. Há algo similar no PCC?** Já ouvi relatos sobre assistência a essas famílias, mas, como tudo no PCC, não é uma lei válida em todas as ocasiões. É sempre fruto de debates para definir 'o certo'.

**Recentemente, o PCC disse que faria a 'Copa do Mundo do Terror', caso alguns de seus membros fossem transferidos para o isolamento. A senhora acha que esse tipo de ação (isolamento) enfraquece o PCC? Essas ameaças não seriam apenas forma de pressão política para forçar uma negociação entre o PCC e o Estado?** Desde o surgimento do PCC, a transferência e o isolamento de supostos líderes tiveram resultado inverso ao esperado: contribuíram para a expansão do PCC; alimentaram um sentimento de solidariedade com os presos isolados; reforçaram 'a luta contra a opressão carcerária'; e, principalmente, obrigaram o PCC a buscar alternativas para que sua existência e atuação não dependessem desses líderes. Disso, resulta a atual dinâmica do PCC, que não se configura como monolítico, e cuja atuação não depende de lideranças. Assim, nem sempre a opinião de alguém que o poder público considera líder é aceita pelos demais presos e, assim, nem sempre expressa a posição do PCC como um todo. Isso, sem dúvida, dificulta não só as investigações, mas também qualquer ação para reprimir sua atuação. Não sei dizer se essa ameaça é ou não uma tentativa de negociação com o Estado. Mas isso coloca em evidência a falta de canais para diálogo entre presos e poder público. A recusa de diálogo por parte do Estado não faz outra coisa senão gerar episódios violentos. 





*Transistores à base de nanotubos de carbono podem ser mais rápidos e energeticamente mais eficientes que os de qualquer outro material*

Microprocessadores estão por toda parte. São a unidade central de processamento (CPU) dos computadores, mas estão também em eletrodomésticos, automóveis, brinquedos, máquinas fotográficas, celulares...

Uma tela de computador congelada ou um celular travado ao acionar um novo aplicativo é um grande aborrecimento. Daí surge a demanda por um melhor desempenho dos microprocessadores, que passam a conter mais e mais elementos (transistores, por exemplo), os quais precisam ser cada vez menores – os transistores mais avançados têm dimensões de dezenas de nanômetros (nm), o que equivale a poucas centenas de átomos alinhados.

Indústria e consumidores se ‘acostumaram’ à chamada Lei de Moore (referência a Gordon Moore, um dos fundadores da Intel): a velocidade de processamento dos computadores dobra aproximadamente a cada 18 a 24 meses, sem aumento significativo de custo. Há anos, porém, já se prognostica o fim dessa lei – afinal, microprocessadores são feitos de silício e, assim, sujeitos às limitações de miniaturização desse material. Todos (pessimistas e otimistas) parecem concordar que a derrocada se aproxima – para muitos, será em 2020.

Mas o que isso significa? Para os usuários, que o aumento de desempenho será bem mais lento; para a indústria, que uma mudança no modelo de negócios será (provavelmente) necessária.

Avanços recentes na pesquisa trazem boas notícias: engenheiros da Universidade de Stanford (EUA) construíram um computador à base de um material diferente. Ele é feito de 142 transistores, cada qual contendo nanotubos de carbono, que são folhas de grafite com poucos átomos de espessura, enroladas em forma de tubo – este com alguns nanômetros (nm) de diâmetro e de 10 a 200 nm de comprimento.

O processador – descrito em *Nature* (26/09/13) – tem capacidade semelhante ao processador Intel-4004, lançado em 1971 e que revolucionou a indústria. Ou

seja, é limitado: ele conta e ordena números, bem como colhe dados e os envia para uma memória externa. Trata-se de uma instrução de programa chamada Subneg, tarefa suficiente para classificar, segundo a ciência da computação, o dispositivo de Stanford como computador.

Uma das vantagens dos nanotubos de carbono foi demonstrada ano passado pela equipe de Aaron Franklin, da IBM (EUA): transistores desse material com menos de 10 nm são mais rápidos e energeticamente mais eficientes que os de qualquer outro material. Em teoria, sua eficiência térmica pode ser 10 vezes maior que a do silício. Isso é excelente, pois o calor dissipado é um dos principais fatores que limitam a velocidade dos atuais processadores de silício.

Mas falta muito para a inovação. Processadores da década de 1970 podem até servir para demonstrar o funcionamento de um computador, mas é bom lembrar que os atuais têm 100 milhões de vezes mais componentes. Além disso, ainda é muito difícil empacotar – na disposição adequada e com as propriedades desejadas – transistores de nanotubos de carbono menores que 1 micrômetro (milésimo de milímetro). Como comparação, no silício, transistores cerca de 50 vezes menores já são produzidos em escala industrial.

Os desafios são enormes, mas os resultados admiráveis. Há cerca de 20 anos, tive o privilégio de assistir a palestra do físico japonês Sumio Iijima, reportando a síntese dos primeiros nanotubos de carbono. Fiquei fascinado pelas imagens reveladas pela microscopia eletrônica: uma nova estrutura estável de carbono! À época, poucos imaginaram aplicações importantes. Hoje, os nanotubos de carbono são usados comercialmente para melhorar propriedades mecânicas de fibras e plásticos. E o número de aplicações potenciais – alvo de pesquisa intensa – é vastíssimo. Nesse caso, a velocidade da transição do fundamental ao aplicado tem sido impressionante. 





Um olhar a varrer as temáticas das premiações deste ano revela que todas poderiam ganhar um adjetivo: básico.

A Real Academia Sueca de Ciências premiou, na física, um constituinte da matéria que confere massa às suas companheiras do mundo subatômico; na química, um método para simular reações com moléculas complexas; e, na economia, a análise (e determinação) de preços. Na categoria fisiologia ou medicina, o Instituto Karolinska premiou a maquinaria do transporte intracelular.

Todos eles resultados básicos. E, portanto, essenciais para entender o complexo e moldar o aplicado e o tecnológico.

Entreato: vale aqui ressaltar o que foi dito, ano passado, nesta abertura: o Nobel pisa na soleira das terras brasileiras. Este ano, o comentarista de economia fez o doutorado com um dos ganhadores (Hansen), e o de química participou do processo de indicação dos laureados – esclarecer os porquês de a premiação não ter adentrado até agora é tarefa para sociólogos e historiadores da ciência.

A Academia Sueca, ao dar o prêmio a Alice Munro, valorizou um elemento básico (e, injustamente, menosprezado) da literatura: o conto. E o Comitê Norueguês do Nobel, responsável pela categoria Paz, devolveu algo basal para um organismo que havia sido vilipendiado pelos Estados Unidos (incluindo a difamação, por má-fé e em nome da guerra, de um diplomata brasileiro): dignidade.

Todo ano, este último parágrafo é o mais fácil de redigir, pois fala da certeza de que, nas próximas páginas, o leitor encontrará comentários e comentadores da mais alta qualidade. Boa leitura.

CÁSSIO LEITE VIEIRA | CIÊNCIA HOJE | RJ

## PRÊMIO NOBEL 2013

# A PARTÍCULA RECÉM-NASCIDA

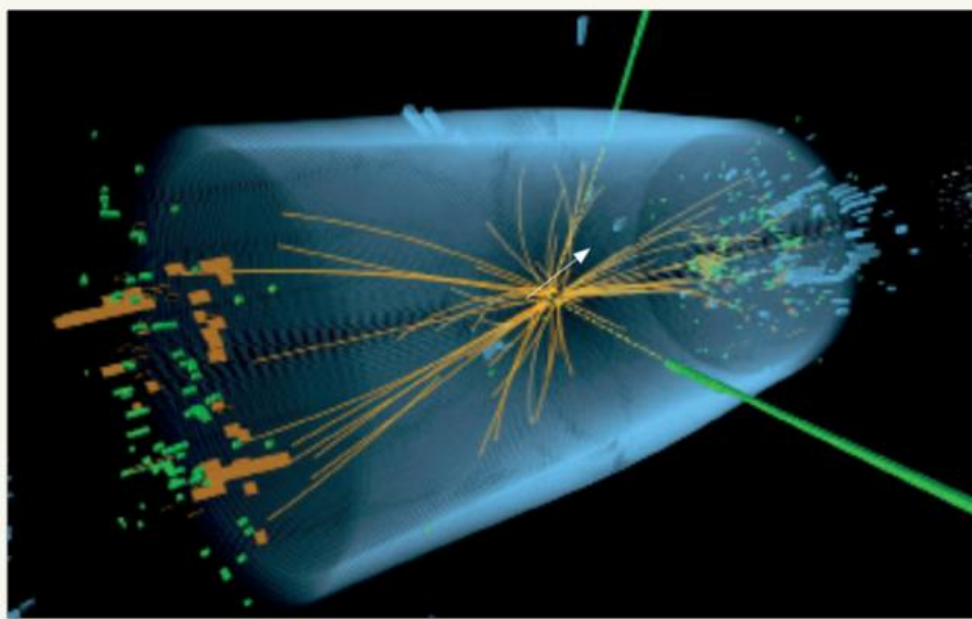
Nos bate-papos das refeições ou do cafezinho, é comum que os físicos contem historietas envolvendo luminares da área – o autor deste comentário confessa não saber sobre o que os físicos famosos conversam nessas ocasiões. Uma delas tem a ver com a pergunta supostamente feita a Michael Faraday (1791-1867) depois de um experimento realizado por ele em público: “Diga-me, senhor Faraday, para que serve a eletricidade?” O físico britânico teria respondido: “Para que serve um recém-nascido?”

O Nobel de Física deste ano foi para dois teóricos, Peter Higgs e François Englert. Ambos, independentemente, descobriram o chamado mecanismo de Higgs-Englert-Brout – Robert Brout, coautor do artigo com Englert, morreu em 2011. Esse mecanismo levou à previsão do bóson de Higgs, partícula recém-descoberta e responsável por conferir massa

a praticamente todas suas colegas do mundo subatômico (ver ‘Bóson de Higgs: a partícula das massas’ e ‘À procura de partículas’, em *CH* 295).

O mecanismo de Higgs e Englert-Brout é uma peça fundamental do chamado Modelo Padrão das Partículas Fundamentais e suas Interações – ou simplesmente Modelo Padrão. Esse modelo descreve três das quatro forças (ou interações) da natureza: a forte, responsável pela coesão do núcleo atômico; a eletromagnética, envolvida no atrito e nos processos químicos e biológicos; e a fraca, ligada a certos tipos de radioatividade. O Modelo Padrão não inclui a força da gravidade, descrita pela relatividade geral, do físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955).

Cada uma das três forças é ‘carregada’ (ou transmitida) por uma ou mais partículas: a eletromagnética, pelo fóton; a forte, pelos glúons; a fraca, pelas parti-





culas denominadas  $W^+$ ,  $W^-$  e  $Z^0$  — supõe-se que a força da gravidade seja carregada pelo gráviton, mas não há, por enquanto, evidências de que ele exista. Todas essas partículas carregadoras das forças são denominadas bósons.

Para entender o trabalho de Higgs, Englert e Brout, é preciso voltar a 1960. Naquele ano, o japonês Yoshio Nambu levou para a área de partículas a ideia de quebra espontânea de simetria que ele tinha estudado no caso da supercondutividade (fenômeno em que a corrente elétrica é conduzida sem resistência).

Para nossos propósitos aqui, a principal consequência da quebra espontânea de simetria no cenário da física de partículas é o fato de a natureza — por um motivo desconhecido (daí o 'espontânea') — conferir mais massa a certas partículas e pouca ou nenhuma a outras, em vez de tratá-las de modo igual. Um exemplo dessa assimetria está no fato de os fótons e os glúons terem massa nula, enquanto os  $W^+$ ,  $W^-$  e  $Z^0$  são muito 'pesados'. Com exceção do fóton, proposto em 1905 e comprovado na década de 1920, os outros bósons foram todos detectados depois da década de 1980.

Com o conceito de quebra de simetria, Nambu conseguiu explicar, por exemplo, por que prótons têm massa muito superior à dos pions — estes últimos são as partículas que podem ser entendidas como a 'cola' que mantém o núcleo atômico coeso.

Em 1961, o físico britânico Jeffrey Goldstone — hoje, no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (EUA) — colocou a comunidade de física de partículas diante de um aparente paradoxo: demonstrou matematicamente que uma teoria na qual aparecesse uma quebra espontânea de simetria — no caso, de uma simetria que os físicos denominam global e contínua — teria que necessariamente prever a existência de muitos bósons de massa nula.

O problema é que, àquela altura, só se conhecia o fóton (partícula de luz) com essa propriedade. E, nos experimentos, não havia evidência dos tais bósons de Goldstone. Para acrescentar drama ao cenário, essas ideias de Goldstone (ou seja, o teorema de Goldstone) foram demonstra-

das rigorosamente por vários físicos, incluindo o brasileiro de origem polonesa Jorge André Swieca (1936-1980).

É nesse contexto que aparece o artigo de Higgs e o de Englert e Brout. Os três físicos mostraram que era possível escapular das consequências do teorema de Goldstone e que havia teorias com quebra de simetria nas quais os bósons de Goldstone não apareciam. No entanto, Higgs, bem como Englert e Brout, encararam esse resultado quase como uma curiosidade matemática, sem dar muita ênfase à aplicação dele ao campo da física de partículas elementares.

Isso, no entanto, mudou quando o norte-americano Steven Weinberg, em 1967, e o paquistanês Abdus Salam (1926-1996), no ano seguinte, aplicaram as ideias daquele trio (principalmente, as de Higgs) a um modelo que unificava a força fraca com a eletromagnética, proposto, ainda em 1962, pelo físico norte-americano Sheldon Glashow. Weinberg e Salam concluíram, então, pela existência de uma nova partícula massiva: o agora chamado bóson de Higgs — mas que bem poderia se chamar bóson de Higgs-Englert-Brout-Weinberg-Salam, caso se quisesse fazer jus aos desdobramentos históricos.

## FÍSICA

**François Englert** • Nasceu em Etterbeek (Bélgica), em 1932. Filho de judeus e 'criança escondida' na Segunda Guerra, graduou-se em engenharia na Universidade Livre de Bruxelas (ULB), em 1955, onde concluiu o doutorado em física, em 1959. Trabalhou na Universidade Cornell, mas voltou à ULB, onde fez, com Robert Brout (1928-2011), as pesquisas que lhe deram o Nobel. Ganhou do rei belga o título de barão. É hoje professor emérito da ULB.



FOTO DIVULGAÇÃO / JOURNAL COMMUNS

**Peter Ware Higgs** • Nasceu em 1929, em Newcastle upon Tyne (Inglaterra). Frequentou a mesma escola secundária em que estudou Paul Dirac (1902-1984), ganhador do Nobel de Física. Graduiu-se em 1950, no King's College de Londres, onde se doutorou em 1954. Foi professor da Universidade de Edimburgo por quase toda a vida. Recebeu vários prêmios. Aposentou-se em 1996, tornando-se professor emérito na Universidade de Edimburgo.

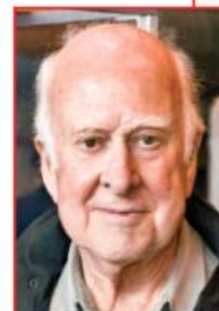


FOTO CALVIN WARELOW / DIVULGAÇÃO / CERN

Weinberg, Salam e Glashow ganharam o Nobel. Agora, com o prêmio a Higgs e Englert, fecha-se, portanto, cerca de meio século mais tarde, um ciclo de contribuições teóricas relevantes para a física de partículas.

A descoberta no acelerador LHC (Grande Colisor de Hádrons), no Centro Europeu de Pesquisas Nucleares, na Suíça, de um bóson com as características compatíveis com as do Higgs completa as peças do Modelo Padrão. Saber se existe mais de um bóson desse tipo é o grande desafio nos próximos anos do LHC. E, para isso, provavelmente, será preciso construir aceleradores ainda maiores.

Como na historietinha que abre este comentário, ainda não sabemos para que serve o bóson recém-descoberto para nosso dia a dia — apenas sabemos que sua existência é necessária para a consistência matemática do Modelo Padrão. Mas, como no caso daquele recém-nascido...

**VICENTE PLEITEZ**

INSTITUTO DE FÍSICA TEÓRICA,  
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA



# TRANSPORTE INTRACELULAR

**T**odos os seres vivos são compostos por células, que representam suas unidades estruturais e funcionais. Uma importante característica adquirida durante a evolução – e que distingue os organismos procariotos (bactérias) dos eucariotos (fungos, plantas e animais) – é que, nestes últimos, as células são compartimentalizadas: têm seu espaço interno subdividido em ‘ambientes’ delimitados por membrana, as chamadas organelas.

As organelas criaram uma sofisticada organização intracelular, permitindo a concentração de substâncias específicas e mantendo condições físico-químicas otimizadas nos diferentes compartimentos, para favorecer reações bioquímicas intracelulares. Em uma mesma célula, reações químicas que poderiam ser contraproducentes (por exemplo, a síntese e degra-

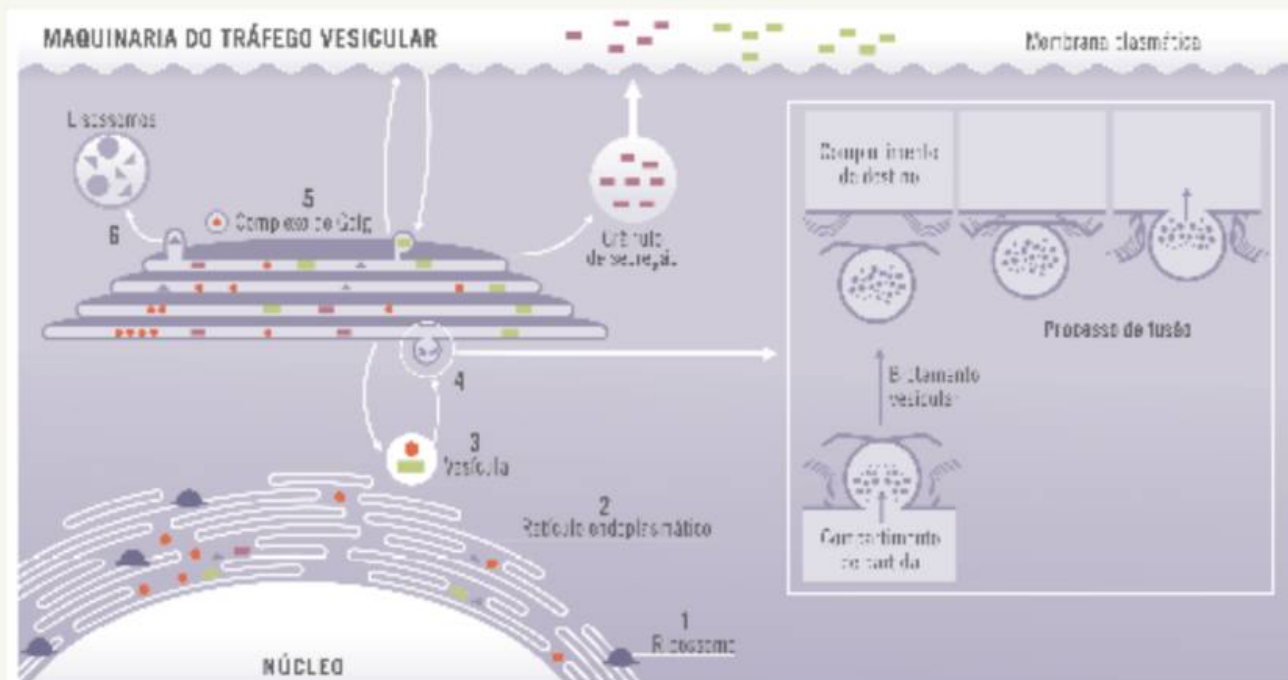
dação de certa biomolécula) são executadas de forma eficiente entre os diferentes compartimentos. Mas, embora vantajosa, essa complexa organização intracelular trouxe consigo novos desafios.

Muitas vezes, a síntese de uma biomolécula (proteínas, carboidratos, gorduras etc.) envolve diferentes organelas, as quais podem não ser o local onde esse produto final exercerá sua função. Assim, essas biomoléculas são transportadas, como em uma linha de produção, entre ‘estações de trabalho’, antes de atingirem seu destino final (uma organela ou o exterior da célula).

Mas quais são os veículos usados nesse transporte? Como essa distribuição é regulada espacial e temporalmente? Por que a troca constante de materiais não compromete o tamanho e a composição dos diferentes compartimentos?

O Nobel de Fisiologia ou Medicina deste ano foi dado a três pesquisadores que contribuíram, de forma ímpar, para o entendimento dessas questões. James Rothman, Randy Schekman e Thomas Südhof foram reconhecidos “por suas descobertas sobre a maquinaria que regula o tráfego vesicular, um importante sistema de transporte em nossas células”.

Até a década de 1970, o conhecimento sobre a organização dos compartimentos intracelulares era bem limitado. O romeno George Palade (1912-2008) – Nobel de Fisiologia ou Medicina em 1974 – e colaboradores haviam demonstrado que proteínas secretadas pela célula passavam por organelas específicas, de forma sequencial, antes de atingirem a superfície celular: começavam pelo retículo endoplasmático, dirigiam-se ao complexo de



dobradas e montadas. [3] As vesículas, que brotam do retículo endoplasmático, funcionam como vagões que levam a maioria das proteínas até o complexo de Golgi. [4] Ao atingir uma membrana-alvo, uma vesícula se funde com ela. [5] No complexo de Golgi, as proteínas são endereçadas para outros destinos na célula – algumas retornam ao retículo endoplasmático –, sendo também transportadas por vesículas. [6] As vesículas podem levar as proteínas do complexo de Golgi para os lisossomos, para a membrana plasmática ou para o exterior da célula. Parte das proteínas pode também permanecer nos grânulos de secreção, à espera de sinal para saírem da célula



Golgi, para, então, chegar aos grânulos de secreção. No início da década seguinte, Rothman e Schekman queriam entender os mecanismos moleculares envolvidos nesse transporte intracelular.

Rothman desenvolveu, então, um método inovador para reconstituir artificialmente o processo de transferência de proteínas na célula. Seu grupo isolou, em tubos de ensaio, porções do complexo de Golgi de duas populações distintas de células animais: uma das populações era saudável; a outra, infectada por um vírus que usa os compartimentos celulares para produzir suas proteínas virais.

Controlando o transporte de uma proteína viral do complexo de Golgi das células infectadas para aquele das células saudáveis, Rothman conseguiu identificar os principais componentes celulares necessários para essa transferência. Pôde ainda isolar um grupo específico de vesículas (pequenas estruturas circulares envolvidas por uma membrana) que funcionam como vagões para o transporte da proteína entre os compartimentos.

Schekman adotou estratégia diferente. Decidiu usar a levedura empregada na produção de pães e cerveja. A introdução de mutações ao acaso no genoma desse micro-organismo, de fácil manipulação genética, permitiu isolar leveduras com defeitos tanto na secreção de proteínas quanto em organelas da 'via secretora' identificada por Palade. Algumas leveduras, por exemplo, tinham o retículo endoplasmático alargado, sugerindo um defeito na saída de material dessa organela, enquanto outras apresentavam um acúmulo anormal de vesículas no citoplasma, sugerindo defeitos na fusão dessas vesículas com a organela de destino, em uma etapa posterior da via.

O estudo dessas leveduras mutantes permitiu descobrir 23 genes envolvidos nos processos de transporte vesicular — Schekman os chamou 'genes de secreção'. Alguns desses genes codificavam proteínas correspondentes às descobertas por Rothman, revelando a surpreendente conservação das maquinarias de transporte vesicular em organismos tão distintos como animais e fungos.

Südhof dedicou-se a um aspecto específico do transporte intracelular: a libera-

ção regulada de neurotransmissores por vesículas especializadas (sinápticas) em neurônios — mecanismo essencial para o funcionamento adequado do cérebro. Ele identificou proteínas que controlam a fusão dessas vesículas com a membrana plasmática dos neurônios, regulando o local e momento que ela deve acontecer. Descobriu, por exemplo, como o aumento do cálcio intracelular dispara a fusão, atuando como um sinal que informa ao neurônio o momento certo de liberar neurotransmissores e estimular outros neurônios.

Juntas, as descobertas dos três ganhadores tiveram um impacto sem precedentes no entendimento de como células eucarióticas controlam o transporte de biomoléculas para locais precisos dentro e fora da célula. Essas descobertas suscitaram novas questões e têm ajudado a entender o funcionamento de processos im-

portantes, desde o armazenamento de nutrientes nas sementes de plantas e a liberação controlada de insulina pelas células do pâncreas até como o HIV usa células humanas para fabricar novos vírus.

O sucesso desses trabalhos também nos ensina uma lição: a importância de estimular a ciência biomédica básica, cujos resultados não vislumbram a cura imediata de doenças ou a geração de um produto de apelo comercial, mas, sim, o entendimento dos mecanismos que governam o funcionamento de células e organismos, bem como suas interações com o meio que os rodeia.

**LUIS LAMBERTI PINTO DA SILVA**

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA CELULAR,  
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO,  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

## FISIOLOGIA OU MEDICINA

**James Edward Rothman** • Nasceu em Haverhill (EUA), em 1950. Graduiu-se (física) na Universidade Yale, em 1971, e completou o doutorado (química biológica) na Universidade Harvard, em 1976. Lecionou na Universidade de Princeton, liderou um laboratório no Centro Sloan-Kettering de Câncer (Nova York) e, em 2003, tornou-se professor na Universidade Colúmbia, onde ainda atua.

**Randy Wayne Schekman** • Nasceu em Saint Paul (EUA), em 1948. Biólogo molecular (1971) pela Universidade da Califórnia (Los Angeles) e doutor (1975) pela Universidade de Stanford. Foi editor-chefe do periódico *Proceedings of the National Academy of Sciences* e hoje edita a revista eletrônica *eLife*. É, desde 1991, pesquisador da Universidade da Califórnia (Berkeley) e do Instituto Médico Howard Hughes.

**Thomas Christian Südhof** • Nasceu em Göttingen (Alemanha), em 1955. Estudou medicina nas Universidades RWTH Aachen, Harvard e de Göttingen, e obteve o doutorado no Instituto Max Planck de Química Biofísica, em 1982. Foi para os EUA em 1983. Foi pesquisador do Instituto Médico Howard Hughes e, desde 2008, leciona na Universidade de Stanford.



FOTO DIVULGAÇÃO / YALE UNIVERSITY



FOTO DIVULGAÇÃO / N. GORDEN © CHAM



FOTO DIVULGAÇÃO / STANFORD UNIVERSITY



# PRÊMIO NOBEL 2013



## ECONOMIA FINANCEIRA EM ALTA

**A** Real Academia Sueca de Ciências resolveu prestigiar o campo da economia financeira mais uma vez este ano, ao premiar com o Nobel os economistas Eugene Fama, Lars Hansen, ambos da Universidade de Chicago, e Robert Shiller, da Universidade Yale, pela “análise empírica dos preços dos ativos”.

Graças à popularidade de Shiller — forjada por sua previsão de estouro da bolha nos preços dos imóveis nos Estados Unidos —, a imprensa concentrou-se em explicar as contribuições dele e de Fama sobre mercados financeiros, ofuscando a de Hansen, que, não obstante, ultrapassa o campo da economia financeira — embora seja, talvez, mais difícil de entender.

Na década de 1970, Fama definiu o conceito de mercados eficientes, que, ba-

sicamente, pode ser entendido assim: os preços dos ativos financeiros (ações, títulos, certificados etc.) resumem (ou sintetizam) a totalidade de informações disponíveis aos agentes econômicos (*grosso modo*, consumidores e produtores), que agem racionalmente — ou seja, tomam decisões procurando maximizar benefícios e minimizar custos (lucro, por exemplo).

Se as expectativas são racionais, então, a melhor previsão para o preço de um ativo amanhã — imaginemos, no caso, ações — é seu preço hoje. Quer dizer, é impossível dizer se o preço de amanhã vai subir ou descer em relação ao preço de hoje. Caso fosse possível dizer que o preço de amanhã é, em média, o preço de hoje somado a uma fração da variação de preços entre hoje e ontem, o preço de amanhã

seria parcialmente previsível. Se assim fosse, o mercado seria, então, ineficiente em sua função de propagar informações.

Entretanto, mesmo sendo impossível prever o preço dos ativos, sabemos de antemão que ativos com mais riscos (ações, por exemplo) devem ter maiores retornos que aqueles de menor risco (como a poupança). Com base nessa ideia, o norte-americano William Sharpe (Nobel de 1990) desenvolveu o CAPM (sigla, em inglês, para modelo de precificação de ativos financeiros), amplamente usado nos mercados financeiros.

Por isso, mais tarde, Fama redefiniu esse conceito de mercados eficientes. Ele, em coautoria com o norte-americano Kenneth French, mostrou que os retornos dos ativos financeiros estão sujeitos a três fa-



## ECONOMIA

tores de risco: i) o risco da carteira de mercado, ou seja, o desempenho médio das cotações das ações; ii) o risco do tamanho da empresa, pois as menores sofrem riscos maiores; iii) o risco da discrepância entre o valor contábil (valor dos recursos no balanço da empresa) e o valor de mercado (cotação de suas ações na bolsa). Nesse caso, empresas com valor contábil relativamente maior que o de mercado tendem a ter retornos maiores. Nessas condições, para Fama, o mercado seria eficiente se os preços esperados dos ativos não fossem consistentemente maiores (ou menores) que aqueles indicados pelos fatores de risco. Do contrário, diz-se haver alguma anomalia nos preços.

Enquanto o trabalho de Fama procurava explicar os preços regulares, Shiller tentou explicar os casos de anormalidade do mercado, isto é, em que os preços subiam ou caíam de forma 'irracional'. Nesse sentido, as contribuições de Shiller e Fama não estão em oposição, mas em complementaridade.

A década de 1970 assistiu ao desenvolvimento da teoria de expectativas racionais, que deu o Nobel aos norte-americanos Robert Lucas Jr. (1995) e Thomas Sargent e Christopher Sims (2011). Porém, as previsões econômicas desses modelos eram difíceis de ser testadas empiricamente. Essas dificuldades começaram a ser tratadas por esses dois últimos pesquisadores, mas foi Hansen que deu a solução definitiva em 1982, a partir de um curso sobre métodos de tratamento estatístico de dados econômicos de Sims, por quem foi orientado em seu doutorado.

Hansen desenvolveu uma forma revolucionária de testar modelos em diversas áreas da economia — sobretudo, obviamente, no campo da economia financeira. Trata-se do 'método generalizado dos momentos' — mais conhecido pela sigla GMM —, que mudou a forma até então de se fazer econometria (estatística e matemática aplicadas à teoria econômica), ao tornar os demais métodos existentes casos particulares. Com base nesse método, define-se uma conexão direta (e intuitiva) entre as previsões dos modelos econômicos e a forma de testá-las empiricamente.

**Eugene Francis Fama** • Nasceu em Boston (EUA), em 1939. Fez economia (1960) na Universidade Tufts e doutorou-se (1964) na Escola Booth de Negócios da Universidade de Chicago. Foi o primeiro a receber os três principais prêmios para a pesquisa em finanças: do Deutsche Bank (Alemanha), da Associação Morgan Stanley (EUA) e da Escola Cass (Onassis Prize, Inglaterra). Sempre lecionou na Universidade de Chicago.

**Lars Peter Hansen** • Nasceu em 1952, em Urbana (EUA). Kursou matemática e ciência política na Universidade do Estado de Utah (1974) e doutorou-se em economia na Universidade de Minnesota (1978). Lecionou na Universidade Carnegie Mellon antes de se tornar professor na Universidade de Chicago (a partir de 1981). Além de lecionar, é hoje diretor de pesquisas do Instituto Becker Friedman.

**Robert James Shiller** • Nasceu em Detroit (EUA), em 1946. Graduado em economia em 1967, na Universidade de Michigan, obteve o doutorado em 1972, no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). Foi professor nas Universidades da Pensilvânia e de Minnesota. Seu livro *Exuberância irracional* (2000) é sucesso de vendas em todo o mundo. Cofundador e diretor de uma empresa de investimentos, atua ainda como professor na Universidade Yale.



FOTO: INOVAÇÃO



FOTO: INOVAÇÃO / IMAGEM COMUNS



FOTO: INOVAÇÃO

Por exemplo, uma previsão usual de modelos financeiros diz que o retorno futuro de um ativo financeiro qualquer trazido para o valor presente pelo fator de desconto da economia é um, em média. O GMM permite testar essa hipótese facilmente.

O GMM se aplica também a modelos econômicos em cenários em que a informação é limitada. Nem sempre o economista tem as mesmas informações que o agente econômico. Surge daí o problema de adaptar os métodos empíricos para considerar a diferença entre o conjunto de informação do agente que toma decisão e do economista que avalia o processo decisório. A teoria de expectativas racionais somada ao GMM soluciona o problema — antes, isso era ignorado frequentemente, mas as implicações práticas mostraram-se importantes.

Em termos de economia financeira especificamente, a contribuição de Hansen, em coautoria com o indiano Ravi Jagannathan, foi entender os limites do já mencionado fator de desconto da economia. Esse objeto econômico é importante para determinar empiricamente o preço dos ativos, razão pela qual Hansen acabou sendo incluído na premiação com os outros pesquisadores. No entanto, como a influência de seu trabalho ultrapassa largamente os limites da economia financeira, seu prêmio, talvez, não devesse ter sido compartilhado.

### RODRIGO DE LOSSO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA,  
FACULDADE DE ECONOMIA,  
ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE,  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



## PRÊMIO NOBEL 2013

# DOIS 'COELHOS' COM UM SÓ MÉTODO

**E**m 1926, o físico austríaco Erwin Schrödinger (1887-1961) obteve uma equação que permitiu a descrição dos sistemas formados por átomos e moléculas. Hoje, esse resultado é tido como o auge da mecânica quântica, teoria desenvolvida no início do século passado e que lida com os fenômenos no diminuto mundo dos constituintes da matéria.

A equação de Schrödinger — como ela é hoje conhecida — levou o físico britânico Paul Dirac (1902-1984) a dizer que os problemas da química estariam resolvidos, resumindo-se, a partir de então, apenas às dificuldades em obter soluções daquela equação para problemas específicos.

A afirmação de Dirac — tão conhecida entre físicos e químicos — pode ser considerada essencialmente correta, mas também

simplista e incompleta. Acredita-se que, se fosse possível resolver tal equação, as reações químicas seriam descritas com precisão. No entanto, escapa a essa declaração que a chamada condição termodinâmica não está explicitamente incluída na equação: uma reação química que ocorre a certa temperatura pode ser inibida numa outra — e todos os sistemas biológicos, inclusive o corpo humano, sabem disso muito bem.

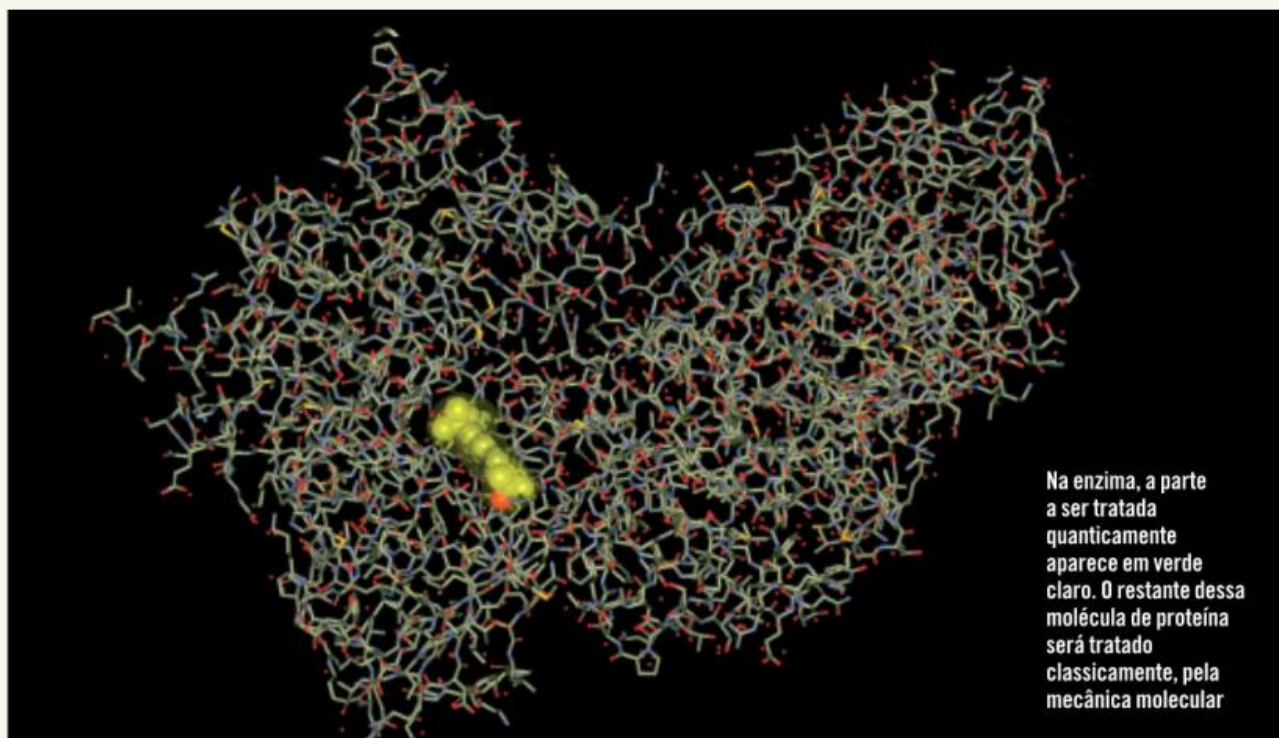
É nesse contexto que a contribuição de Karplus, Levitt e Warshel — o chamado método multiescala — encontra um patamar adicional que foge à atenção mais apressada. Proposto originalmente em 1976, por Warshel e Levitt, esse método combina o ferramental teórico da física clássica com o da quântica, para estudar uma reação que envolve enzimas (tipo de proteína). O termo 'multiescala'

vem do fato de o método lidar com escalas distintas: a quântica, para sistemas microscópicos; e a clássica, para macroscópicos. Ou seja, o melhor de dois mundos.

A combinação é muito conveniente. A mecânica quântica, por si só, não consegue tratar um sistema como uma proteína — composta por centenas de 'blocos' básicos (aminoácidos) e, portanto, milhares de átomos — devido às extraordinárias complexidades computacionais envolvidas.

As enzimas são especializadas em acelerar (catalisar) as reações biológicas. Apenas uma pequena parte da enzima está envolvida nessa reação: o chamado sítio ativo — há evidências experimentais de que o restante da proteína é secundário para a eficiência de uma reação enzimática.

A modelagem molecular apenas com métodos clássicos é usada há bastante tempo para obter estruturas de biomoléculas (proteínas, em particular) — Karplus, por exemplo, fez estudos dessa natureza já na década de 1970. A chamada mecânica molecular é muito eficiente computacionalmente, mas não pode lidar com a complexidade de uma reação química, nem prover os fenômenos tipicamen-



K. CONTINHO E S. CAMATO (2013)



## QUÍMICA

te quânticos, como 'saltos' de energia das moléculas que estão reagindo, nem o estado de transição intermediário entre os reagentes e os produtos. Isso carece da mecânica quântica.

Warshel e Levitt perceberam essa complementaridade e fizeram a combinação adequada dessas duas abordagens. Nasceu, assim, o chamado método híbrido QM/MM (sigla, em inglês, para mecânica quântica e mecânica molecular), que obteve, nas últimas duas décadas, sucesso sem precedentes, tanto no desenvolvimento da teoria quanto em aplicações realistas.

Embora o QM/MM tenha sido formulado há quase 40 anos, seu florescimento só se deu com o avanço dos recursos computacionais, tanto em equipamento quanto programas, o que ressaltou o lado visionário dos premiados. Com isso, estudos quânticos de moléculas de interesse biológico, como reações bioquímicas, tornaram-se possíveis, proporcionando um avanço marcante que abriu uma ampla avenida que ainda será muito explorada.

Além de permitir maior conhecimento de reações químicas complexas, Karplus, Levitt e Warshel abriram uma nova disciplina: a bioquímica quântica. A dinâmica molecular — ou seja, como as moléculas se comportam à medida que a reação ocorre — é realizada em duas frentes: i) com uma parte da molécula sendo tratada quanticamente (por exemplo, o sítio ativo da enzima); ii) e o restante dela, classicamente. E mais: é na dinâmica molecular que está incluída a condição termodinâmica que, sabemos, é parte influente dos processos biológicos e das reações químicas.

Adaptando um provérbio popular: o método permite pegar dois 'coelhos' de uma só vez.

Vale ressaltar que acessar quanticamente o sítio ativo de uma enzima é importante para estudar, por exemplo, os inibidores enzimáticos (moléculas que bloqueiam a função dessa proteína). E isso é um processo fundamental no desenvolvimento de fármacos.

Embora Warshel diga que se interessou pelo 'céu azul' da ciência básica — entenda-se, desinteressada —, a indústria farmacêutica incorporou amplamente seus mé-

todos, e esse fato foi reconhecido pelo comitê do prêmio Nobel, pois deu à teoria um caráter fortemente experimental.

No Brasil, há grupos trabalhando nessa temática. Um deles — nosso grupo, na Universidade de São Paulo (USP) — desenvolveu uma variação do método para estudar moléculas imersas em meios líquidos. Nos últimos 20 anos, temos estudado, por exemplo, como as propriedades e o grau de reatividade de certas moléculas — inclusive biomoléculas em meio aquoso — são afetadas pela temperatura e pela presença de líquidos.

Ao analisar o desenvolvimento da área, os nomes de Karplus, Levitt e Warshel surgem naturalmente. De fato, tive a oportunidade de participar do processo de sele-

ção deste Nobel de Química. Fui solicitado pelo comitê a escrever um relatório sobre métodos de multiescala que, além de expressar os principais aspectos dele, indicasse, de forma clara, se a área merecia o prêmio e, em caso afirmativo, quem seriam os principais candidatos.

Acredito que essa área passará por um desenvolvimento muito acentuado nos próximos anos. E que, cada vez mais, aproximará a física, a química e áreas biológicas, ressaltando, ainda mais, a crescente interdisciplinaridade da área molecular.

**SYLVIO CANUTO**  
INSTITUTO DE FÍSICA,  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**Martin Karplus** • Nasceu em Viena (Áustria), em 1930. Seus pais fugiram do país após a anexação pela Alemanha, em 1938, e emigraram para os EUA. Formado em química na Universidade Harvard (1950), completou o doutorado (1953) no Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), orientado por Linus Pauling (1901-1994). Lecionou nas universidades de Illinois, Columbia e Harvard. Hoje, é professor emérito em Harvard e diretor de um laboratório mantido em parceria com a Universidade de Estrasburgo.



FOTO DIVULGAÇÃO / HARVARD UNIVERSITY

**Michael Levitt** • Nasceu em Pretoria (África do Sul), em 1947, onde cursou a escola secundária. Estudou física no King's College de Londres e fez o doutorado (biologia computacional) na Universidade de Cambridge, onde trabalhou até 1972. Foi pesquisador no Instituto Weizmann e da Universidade Stanford. Tem cidadania britânica, israelense e norte-americana. Hoje, é professor em Stanford, e sua família vive em Israel.



FOTO STEVE FESCH / DIVULGAÇÃO / STANFORD UNIVERSITY

**Arieh Warshel** • Nasceu em 1940 no kibbutz Sde-Nahum (Israel). No exército israelense, atuou nas guerras dos Seis Dias (1967) e do Yom Kippur (1973), enquanto iniciava a carreira acadêmica. Fez química no Instituto Technion (1966) e obteve o doutorado no Instituto Weizmann (1969), onde foi pesquisador — e também da Universidade de Cambridge. Em 1976, tornou-se professor na Universidade do Sul da Califórnia, onde está atualmente.



FOTO DIVULGAÇÃO / UNIVERSIDADE CAMBRIDGE



# PRÊMIO NOBEL 2013

## Mestre do conto contemporâneo

**O** anúncio de que o Nobel de Literatura deste ano era da mestre do conto contemporâneo, a escritora canadense Alice Munro, deu ênfase à característica predominante em sua criação literária: a composição exemplar de narrativas curtas.

Gênero breve e simples, o conto tradicionalmente é muitas vezes negligenciado em favor do romance, considerado pelos críticos como literatura séria. Mas, paradoxalmente, o conto desde o século 19 é uma das formas literárias mais estudadas, delineadas e descritas. O escritor, poeta e crítico norte-americano Edgar Allan Poe (1809-1849), um dos pioneiros no estudo do gênero, destaca que um bom conto para manter a unidade deve ser breve e lido em uma sentada para produzir efeito sobre o leitor.

Contudo, os contos de Alice Munro rompem com os moldes tradicionais. Sua primeira coleção, *Dance of the happy*

*shades* (1968), apresenta textos mais longos, e suas criações, em geral, abarcam outros gêneros e estratégias narrativas inovadoras. Alusões, intertextualidades e o emprego de expressões que harmonizam conceitos opostos (os chamados oximoros) enriquecem o relato. As reticências e os espaços em branco separam partes da narrativa, trabalhando o silêncio e as sutis alterações, obrigando o leitor a participar e dar sentido às articulações.

Com frequência, o cenário é o da vida rural de Wingham, em Ontário (Canadá), recriada, em algumas das narrativas, por meio da apresentação de cidades fictícias, como Jubilee e Hanratty. O foco recai sobre a vida de mulheres sufocadas pelo ambiente provinciano, em que as difíceis relações familiares são expostas, ressaltando a convivência entre homens, mu-

lheres, mães, filhas e pais. Geralmente, as protagonistas são contadoras de histórias e recorrendo à memória buscam o significado do existir no cotidiano miúdo.

O trabalho com a memória permite a movimentação entre passado e presente, possibilitando a retrospectiva da trajetória entre infância e adolescência. Assim, as protagonistas ficam livres para a visita ao passado, e a constante mudança de identidade pode ser registrada. Por vezes, a narradora é a protagonista, cujo olhar possibilita ao leitor 'ver' tudo. Geralmente, almeja ser escritora ou mantém alguma relação com o mundo artístico, ou, então, é professora, vendedora de enciclopédia, bibliotecária ou trabalha para a televisão.

### Quatro obras de Alice Munro foram publicadas no Brasil:

*Ódio, amizade, namoro, amor, casamento* (Globo Livros, 2004)

*A fugitiva* (Companhia das Letras, 2006)

*Felicidade demais* (Companhia das Letras, 2010)

*O amor de uma boa mulher* (Companhia das Letras, 2013)

Já estão programadas reedições dos dois primeiros títulos da lista acima e o lançamento de outros dois livros da autora, ainda em tradução: *Selected stories* (de 1996) e *The view of Castle Rock* (de 2006).





## LITERATURA

**Alice Munro** • Nasceu em 1931, em Wingham (Canadá). Filha de um fazendeiro e uma professora, publicou seu primeiro texto aos 19 anos. Ganhou duas vezes o maior prêmio literário do Canadá. Baseado em seu conto 'O urso veio da montanha', o filme *Longe dela* (2006) concorreu ao Oscar de roteiro adaptado. Publicou 14 livros originais de contos.



FOTO: BERNARD SHANTON/AGÊNCIA/NOBEL PRIZE

A característica dominante é a fragmentação com a continuidade garantida pelo tratamento dado a uma personagem comum. É o caso de *Lives of girls and women* (1971), classificado como uma espécie de romance de formação (*Bildungsroman*), porque apresenta as fases de desenvolvimento da aspirante a escritora, Del Jordan, estendendo-se da infância à maturidade. São histórias independentes que se relacionam graças à presença de Jordan nelas.

A volta ao passado também constitui o relato da narradora-protagonista de 'The Turkey season', da coletânea *The moons of Jupiter* (1982). Via memória, narra que, quando adolescente, na época de Natal, trabalha em um matadouro de perus. Sua tarefa é retirar com habilidade e rapidez as vísceras da ave. O termo vísceras domina a narrativa e tanto pode ser atribuído às entranhas da ave que se deixa dilacerar passivamente quanto ao mundo interior das personagens, recoberto pela sensibilidade e pelo o que o íntimo oculta. Sensibilidade e tato na evis-

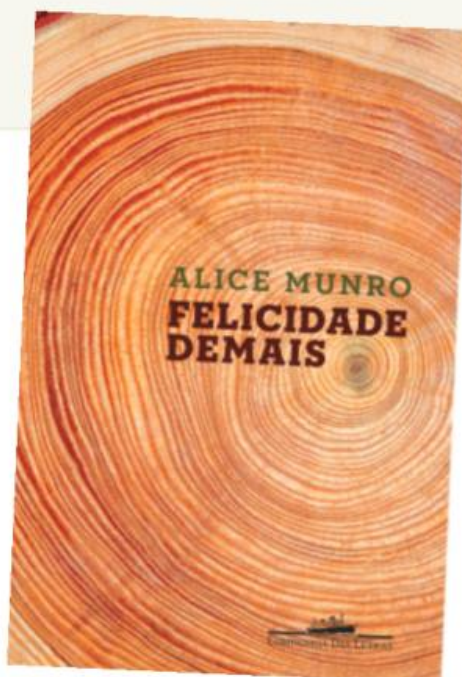
ceração lhe são ensinadas pacientemente por Herb Abbott, personagem com traços homossexuais.

Às cegas, entranha a mão no lado escuro e oculto da ave. Mas a cegueira da protagonista vai além de seu trabalho: não entende os conflitos entre os adultos. No final da narrativa, em clima de reconciliação, os funcionários, tocados pelo uísque e a neve branca que se espalha por tudo, são presenteados com aves que têm várias deformações, como a falta de uma perna ou asa, para comemorar o Natal com a família, levando a ave imperfeita para a ceia cristã.

Em 'Meneseiteung', de *Friend of my youth* (1995), a história é de uma poetisa do século 19, criação ficcional de Alice Munro, Almeda Joynt Roth, cuja vida é marcada pela morte dos familiares. A paisagem é a do oeste canadense, que atua sobre a protagonista. O conto é segmentado por textos poéticos, narrativas e notícias de jornal que reconstituem a história de Almeda, criada pela imaginação da narradora, que dá forma à trajetória existencial da poetisa, cujos rastros 'históricos' proporcionam associações de seus desejos aos supostamente de Almeda.

Assim, a cada conto, Alice Munro apresenta novas possibilidades para esse gênero tão flexível que, conforme sugerem os estudos antropológicos, nasce das narrativas curtas e episódicas, antecessoras das formas épicas fundadoras do romance. Poe aperfeiçoa a forma, mas Munro inova o gênero ao trabalhar com as tradições orais por meio de lendas e mexericos; ao empregar as características transitórias e consistentes dos processos de identidade; ao manipular o tempo de forma variada; ao usar a memória para a volta ao passado de suas protagonistas, colocadas em cenário simbolicamente elaborado, possibilitando a manifestação de múltiplas epifanias que concorrem para interpretações variadas e destacam a escritora como mestre do conto contemporâneo.

**MARIA DAS GRAÇAS G. VILLA DA SILVA**  
DEPARTAMENTO DE LETRAS MODERNAS,  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E LETRAS,  
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (ARARAQUARA)





# Sem armas químicas

**A**s ameaças menos visíveis à paz são, por vezes, as mais perigosas. As armas de destruição em massa são um exemplo, pois os Estados que as detêm evitam ao máximo dar publicidade ao fato. Ao contrário das armas nucleares — cuja fabricação e manipulação exigem conhecimento mais sofisticado e investimento oneroso —, as armas químicas são baratas e de fácil elaboração; daí que a ameaça de seu uso por Estados e grupos beligerantes — apesar de proibidas pelo direito internacional — seja muito mais real do que se imagina.

Essa realidade — que muitos ignoram e que tanto aflige diplomatas, funcionários internacionais e trabalhadores humanitários dedicados a prevenir e mitigar as mazelas dos conflitos armados no mundo — torna o prêmio Nobel da Paz concedido este ano à Organização para a Proibição das Armas Químicas (Opaq) um reconhecimento tardio (porém, muito oportuno) à instituição que vem labutando de forma silenciosa (quase subterrânea) para eliminar as armas químicas do planeta.

É certo que a ocasião facilitou o prêmio: o acordo entre Washington, Moscou e Damasco para a destruição do arsenal químico da Síria — por meio da Resolução 2.118 (2013) do Conselho de Segurança da Organização das Nações Unidas (ONU) — conferiu à Opaq o mandato de inspeção e destruição dos artefatos químicos contidos na lista de locais de armazenamento, entregue à Opaq pelo governo sírio. Com isso, a organização saiu do anonimato, indo ao ápice das manchetes internacionais.

Porém, o desconhecimento do grande público sobre a existência dessa organização gerou a percepção de que o Nobel foi novamente político e casuístico — há analistas que esboçam argumentos nessa linha. Entretanto, se o Nobel deve ser dado pelo conjunto da obra e não por um fato isolado, nada mais certo do que concedê-lo à Opaq.

Além disso, a premiação é uma forma de redimir a Opaq de enorme injustiça.

Sim, organizações internacionais também podem ser vítimas de injustiças atroz, e a Opaq sofreu a maior delas, há pouco mais de 10 anos. Aos que não se recordam, a Opaq foi hostilizada e humilhada pelo governo de George W. Bush, por ter feito seu trabalho e ter sido fiel à sua missão: ela criou um código de conduta para facilitar o trabalho dos inspetores e conseguiu, obter compromisso de vários países suspeitos de ter armas químicas — incluindo o do governo do Iraque —, para iniciar inspeções no país, em 2002. Na época, a política externa dos Estados Unidos, dominada pelos famigerados 'falcões' (conservadores extremistas), viu na Opaq um sério obstáculo a seu objetivo de invadir Bagdá e derrubar Saddam Hussein (1937-2006). A alegação era a de que Hussein detinha armas químicas e poderia utilizá-las.

José Mauricio Bustani, embaixador brasileiro eleito como o primeiro diretor-geral da Opaq, não se intimidou com as ameaças norte-americanas e enfrentou com hombridade uma inglória batalha diplomática que culminou em sua destituição, por alegada má gestão. Contra ele, os Estados Unidos levaram a cabo uma operação (pouco) diplomática sem precedentes, selando o episódio de forma sombria: mancharam-se de vergonha todos os países que votaram pela sua saída. Tal fato marcou a fase unilateralista norte-americana, em nome do antiterrorismo.

Bustani logrou reverter todas as falsas acusações desferidas à sua gestão, vencendo processos em tribunais internacionais administrativos, tanto da Organização Internacional do Trabalho (OIT) quanto da ONU, e obtendo, inclusive, indenização por danos morais, que, com raro desprendimento, doou para o Sistema das Nações Unidas.

A Convenção sobre as Armas Químicas, de 1992, é a *celula mater* da Opaq, pois a organização foi concebida como o

## PAZ

Organização para a Proibição das Armas Químicas • Fundada

em 1997, a Organização para a Proibição das Armas Químicas (Opaq) é sediada em Hague (Holanda). Promove e verifica a adesão à Convenção sobre Armas Químicas (1992) da Organização das Nações Unidas. A convenção conta com a adesão de 190 países, e 41 deles fazem parte do Conselho Executivo da Opaq.



mecanismo de verificação do desarmamento químico desse tratado. A partir de sua vigência, em 1997, dando início à Opaq, chama a atenção que a organização tenha alcançado 190 Estados-membros até o momento, quase a totalidade de integrantes da ONU. Poucos regimes jurídicos obtiveram tal número de aderentes, a exemplo da Convenção sobre Relações Diplomáticas (1961), que cuida do cotidiano das relações internacionais.

Malala Youzafzai, a corajosa menina do Paquistão, era por muitos e pela grande mídia a candidata esperada para o prêmio deste ano. Realmente, há muitas causas importantes (notórias ou não) hábeis ao galardão da paz. É interessante notar que, há alguns anos, o Nobel da Paz é conferido a ações no campo dos direitos humanos, como podem ser a luta pela igualdade de gênero e pelo direito à educação, bandeiras entrelaçadas de Malala.

No caso das armas químicas, a preocupação em preveni-las e normatizar seu banimento multilateral tem sua origem no século 19. Esse anseio, impulsionado pelo desenvolvimento progressivo do direito internacional humanitário, tenta minimizar, nos limites do possível, o sofrimento humano e a degradação ambiental causados pelas guerras.

Seja pelo que significa hoje, seja pelas ações do passado, não resta dúvida de que a Opaq mereceu reviver como a fênix.

**GILBERTO M. A. RODRIGUES**

CURSO DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS,  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC (SP)





FOTO: CECILIO RODRIGUES

*Neurocientistas  
e psicólogos  
acreditam que  
tanto o poder  
de concentração  
quanto a  
capacidade  
de memória são  
parâmetros fixos,  
que não se  
modificam,  
qualquer que seja  
o estímulo*

A criação de mitos parece ser uma necessidade humana, algo que formaliza, em palavras ou em crenças, o desejo inconsciente de preencher algum recanto intranquilo de nossas mentes. A criação de heróis é um exemplo típico. Se eles não realizaram de fato certos feitos, o imaginário popular trata de preencher, de modo convincente, essa lacuna. Assim, os mitos duram até que alguém decida investigar a veracidade dos relatos.

Em interessante comentário na revista científica *Nature* (v. 502, n° 7.469, p. 32, 2013), Heloise Dufour e Sean Carroll abordam essa tendência de exacerbar o papel histórico de certos personagens, focando em Joseph Meister, Alexander Fleming e John Snow (ver 'História da ciência e mitos' em CH309). A participação de cada um deles em eventos que tangenciaram a ciência foi amplificada. No caso de Fleming, por exemplo, não bastou a descoberta da penicilina: atribui-se a ele a produção do medicamento em grandes quantidades, o que, na verdade, foi feito por Howard Florey. Este, sim, calcula-se, salvou mais de 80 milhões de vidas. Fleming teria também salvo a vida de Sir Winston Churchill duas vezes. Uma de afogamento e outra com a penicilina. Pura lenda urbana.

Por vezes os mitos são impessoais e, nesse caso, têm funções variadas, desde validar conceitos até trazer a esperança de uma vida longa e de qualidade. O ressurgimento de pesquisas que abordam a relação entre o DNA e o comportamento, tema tratado aqui em várias colunas, é um exemplo da necessidade humana de, com base na ciência, reforçar não necessariamente a curiosidade que deve nortear os caminhos da investigação, mas o ideário previamente implantado em nossas mentes.

Em outro trabalho, na mesma edição da *Nature*, Erika C. Hayden avalia os níveis de tabu gerados por tipos diferentes de trabalhos científicos em genética. Os que envolvem a pesquisa do chamado quociente de inteligência (QI) atingem, segundo a autora, 'alto nível' de tabu, superado apenas por qual-

quer projeto que envolva o estudo de raças humanas ('nível muito alto'). Em contraste, estudos sobre a herança genética da violência, ou da orientação sexual, merecem 'nível moderado', talvez porque o atual convívio cotidiano com ambas as manifestações ajude a diluí-las. Hayden acrescenta que esse tipo de mito é reforçado com cada vez mais força por conta da doutrina de que a genética é sinônima de destino. Apesar de contarmos hoje com a sofisticada tecnologia que destrincha os genomas em pouco tempo e que, sistematicamente, mostra-se incapaz de fornecer subsídios que sustentem os projetos do tipo tabu, a noção de que somos todos escravos do DNA não esmorece.

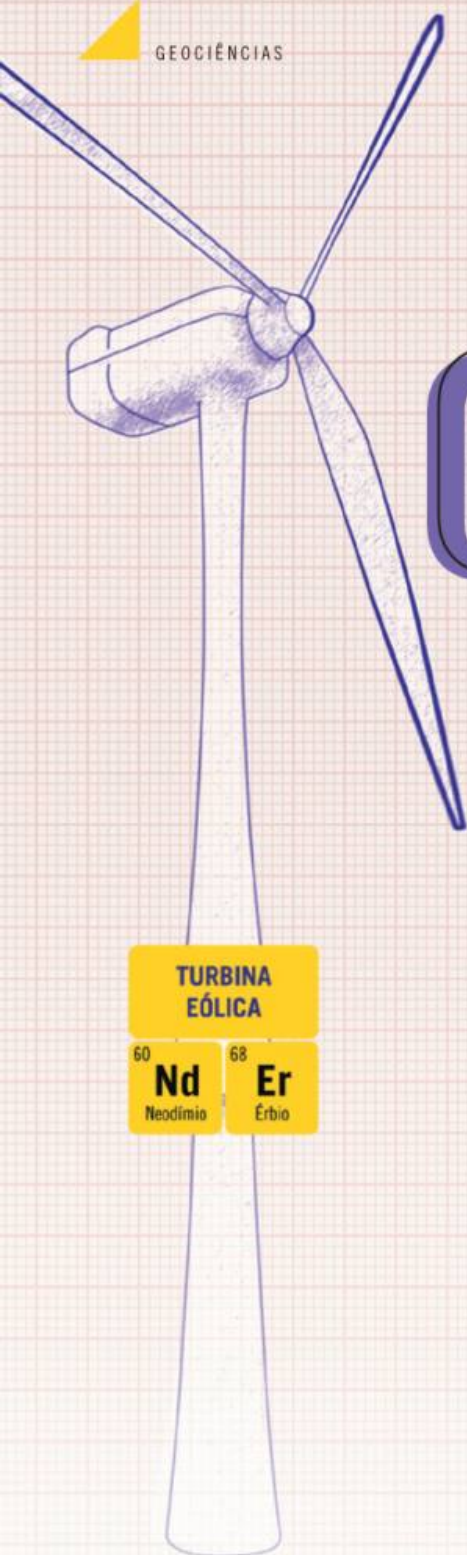
Algo semelhante acontece com a informática. Possivelmente como resultado da grande influência desta em nossas vidas, cresce o contingente dos que precisam acreditar que o mundo virtual terá um papel importante na conquista da longevidade do cérebro. Embora tenha sido mostrado, já em 2010, que não há correlação entre bom desempenho mental e a prática de jogos de computador, a lenda recrudescer.

A nova tentativa de manter idosos horas a fio diante de computadores jogando o NeuroRacer, para melhorar sua capacidade de realizar multitarefas, é o tema de Alison Abbott, também na *Nature* (v. 501, n° 7.465, p. 18, 2013). Essa prática contemporânea de transformar-nos a todos em malabares mentais busca o endosso científico, mas ainda não sobrevive a um exame mais rigoroso. Abbott alerta que neurocientistas e psicólogos acreditam que tanto o poder de concentração quanto a capacidade de memória são parâmetros fixos, que não se modificam, seja qual for o estímulo. Esses cientistas, porém, confrontam-se não apenas com os fabricantes de jogos de computador, mas também com o poder da mitologia, do desejo coletivo. De fato, é muito difícil convencer nossos pares de que somos mortais e que nossos últimos dias serão cercados de senescência. **GR**

**FRANKLIN RUMJANEK**

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





Com enormes reservas já identificadas, o Brasil se prepara para entrar novamente na corrida internacional pela produção de terras raras, cobigados elementos químicos indispensáveis à vida moderna. Depois de chegar a ser um dos maiores produtores do mundo na década de 1990, o país, hoje com o setor estagnado, precisa correr atrás do tempo perdido para encarar um mercado dominado pela China. A empreitada divide especialistas quanto a sua viabilidade tecnológica, econômica e ambiental.

# O novo ouro

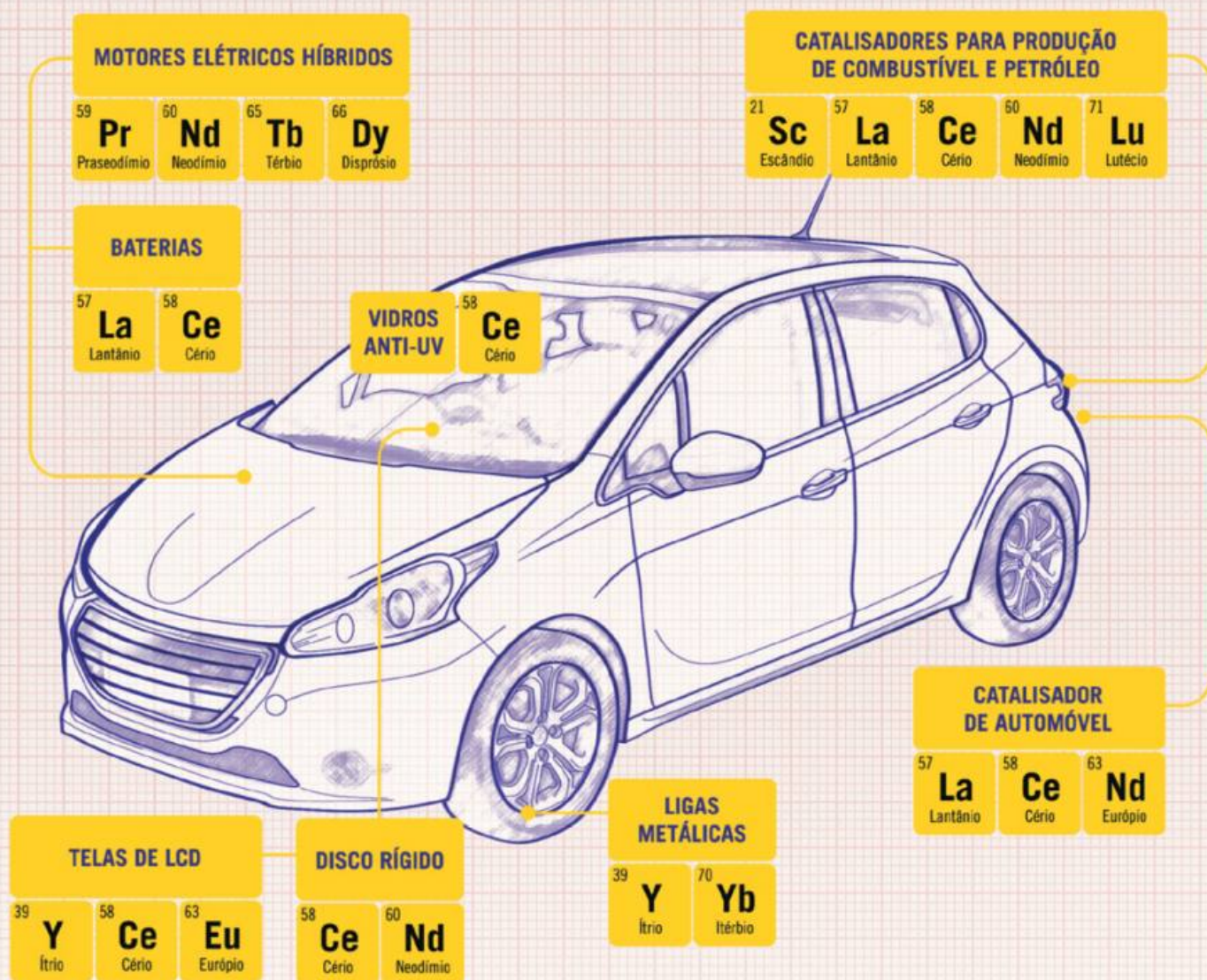
Sofia Moutinho  
*Ciência Hoje/RJ*

**L**antânio, cério, neodímio, európio, térbio, túlio, lutécio, samário. O leitor pode até não conhecer esses elementos, mas, muito provavelmente, depende deles no seu dia a dia. Não só o leitor como todo o mundo. Conhecidos como terras raras, eles integram um grupo de 17 elementos indispensáveis na atual indústria de alta tecnologia. Motores elétricos, turbinas eólicas, superímãs, telefones inteligentes, computadores, *tablets*, lâmpadas de LED e fluorescentes, mísseis e muitos outros produtos levam terras raras em sua fabricação.

Não é à toa que esses elementos são alvo de uma competição internacional, semelhante à velha corrida pelo ouro, que pode ter o Brasil como um de seus concorrentes. Hoje, a China detém as maiores reservas conhecidas de terras raras, cerca de 36 milhões de toneladas, e controla 95% da produção mundial – um verdadeiro monopólio. Sua principal mina, Bayan-Obo, na Mongólia, produz em torno de 120 mil toneladas de elementos de terras raras por ano. Estados Unidos e Austrália vêm logo atrás, com 6,4% e 3,6% da produção mundial, respectivamente. O Brasil nem entra nessa lista. Apesar de ter reservas conhecidas desde o final da década de 1940, não há produção industrial de terras raras por aqui.

Mas esse cenário pode estar prestes a mudar. Somada à pressão econômica mundial, está a recente descoberta de enormes reservas de terras raras em Araxá (MG). Este ano, a Companhia Brasileira de Mineração e Metalurgia (CBMM), do grupo Moreira Salles, enviou um laudo técnico ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) confirmando a existência de 22 milhões de toneladas de terras raras em uma mina de nióbio da empresa. Até então, o total lavrável de terras raras conhecido no Brasil não passava de 40 mil toneladas. A descoberta, oficialmente reconhecida pelo órgão em no-





vembro último, coloca o Brasil em segundo na lista das maiores reservas mundiais.

Além de Minas Gerais, há terras raras em vários estados brasileiros, em especial Goiás e Amazonas. Mas essas reservas ainda não foram medidas e seu tamanho pode estar subestimado. “Já há pesquisas sendo feitas na mina de fosfato de Catalão (GO), onde se estima que as reservas de terras raras superem as da China”, alerta Romualdo Andrade, geólogo do DNPM. “Há prospecções em outras áreas promissoras no norte goiano, onde fica a Minasul, da empresa Serra Verde de mineração. É provável que tenhamos mais surpresas pela frente.”

Desde 2011, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) – antigo Serviço Geológico do Brasil – faz um mapeamento das potenciais reservas de terras raras no Brasil como parte das ações do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). O levantamento, orçado em R\$ 44,4 milhões e com fim previsto para 2014, não aponta o local exato das reservas nem seu tamanho, mas apenas a chance de sua existência a partir da análise de vestígios de minerais em sedimentos

de rios. Já foram identificadas potenciais reservas de terras raras em locais até então ignorados, como Roraima. “Até hoje, o potencial de terras raras do Brasil não era bem conhecido e foi pouco explorado”, diz o geólogo Roberto Ventura, diretor de Geologia e Recursos Minerais do CPRM. “Nosso mapeamento tem mostrado muitas ocorrências, de vários tipos de terras raras, incluindo as chamadas pesadas, que, por serem mais raras e muito usadas em produtos de tecnologia, têm valor de mercado mais alto.”

**Nem tão raras** A exorbitância das reservas internacionais e nacionais põe em xeque o próprio nome dado a esses elementos. As terras raras não são terras, nem são tão raras: sua abundância é maior que a de minerais de prestígio, como o ouro. No entanto, não há jazidas exclusivas desses elementos. Eles sempre ocorrem com outros de seu grupo, em geral em baixas concentrações, e associados a outros minérios (como monazita, bastnasita e xenotima), o que torna sua extração complexa.

>>>



Somente a China tem o domínio completo das várias etapas da cadeia produtiva de terras raras – da mineração até a obtenção de um produto que possa ser utilizado pela indústria. Lavrados os minérios, é preciso separar os elementos de terras raras. Esse processo envolve reações químicas intensas com o uso de ácidos. Em seguida, os elementos são transformados de óxidos em metais e, então, misturados com outros materiais para formar ligas metálicas que podem ser trabalhadas de diferentes maneiras, dependendo do produto final. “O monopólio da China não é sobre os recursos, é um monopólio dos processos”, comenta Andrade. “O país tem tecnologia de ponta na mineração e no beneficiamento e sabe como usar as terras raras em produtos de alta tecnologia.”

A China começou sua produção industrial de terras raras na década de 1950. No mesmo período, o Brasil se lançou nesse mercado com o óxido de európio obtido a partir das areias monazíticas, encontradas no litoral da Bahia, do Espírito Santo e do Rio de Janeiro. A substância chegou a ser exportada para os Estados Unidos para aplicações militares. Hoje, essas reservas estão esgotadas e a produção de terras raras, por parte da estatal Indústrias Nucleares Brasileiras (INB), cessou em 2006.

Nos anos 1980, a China já estava avançada na área e fundou a Sociedade Chinesa de Terras Raras, órgão de pesquisa científica exclusivamente voltada para esse tema. No Brasil, nessa mesma época, existiam esforços para aprimorar o processo de separação, no Centro de Tecnologia Mineral (Cetem). Mas, desde então, enquanto a pesquisa no Brasil foi deixada de lado, a China continuou a investir no setor, aumentando sua produção e reduzindo os preços. Isso fez com que importar terras raras chinesas se tornasse mais vantajoso que produzir internamente – para o Brasil e o resto do mundo.

O monopólio foi bem aceito até 2010, quando o governo chinês reduziu progressivamente suas exportações para forçar a subida dos preços, prejudicando os compradores. O valor do óxido de neodímio, por exemplo, aumentou 272% entre 2008 e 2010, segundo a agência financeira Bloomberg. Com isso, os fabricantes internacio-

nais de produtos de alta tecnologia se viram obrigados a transferir seus centros de produção para a China, garantindo acesso às terras raras. “A proximidade com essas empresas era o que o governo chinês queria para não ficar restrito à venda de matéria-prima e dominar também a produção de mercadorias acabadas, com maior valor agregado”, acrescenta Andrade.

Depois desse golpe, outros países com reservas de terras raras voltaram a investir na produção interna. Nos Estados Unidos, a empresa Molycorp Minerals investiu US\$ 200 milhões para reativar a mina de Mount Pass, na Califórnia, fechada desde 2002. Em sua estreia, no ano passado, a jazida produziu 7 mil toneladas de elementos de terras raras. Austrália e Japão também se lançaram na corrida. Este último, embora não tenha jazidas em terra, investe na pioneira e polêmica exploração debaixo d'água, na plataforma continental.

**Corrida nacional** No Brasil, governo e empresas têm sinalizado a intenção de correr atrás do tempo perdido e voltar a integrar um mercado mundial que não para de crescer. Segundo a consultoria Ernest & Young, só os óxidos de terras raras, forma mais bruta desses elementos, movimentam US\$ 5 bilhões por ano. Diante disso, o Ministério de Minas e Energia (MME) passou a considerar as terras raras estratégicas, chamando-as “minerais portadores de futuro” no Plano Nacional de Mineração. O Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) também anunciou investimentos de R\$ 11 milhões em pesquisa e desenvolvimento no setor até 2016.

Estudo recente do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), encomendado pelo MCTI, aponta que a demanda global por terras raras já supera a oferta. A produção atual gira em torno de 150 mil toneladas por ano (t/ano), mas a procura já ultrapassa 165 mil t/ano, e prevê-se que alcançará 210 mil em 2014. Embora Estados Unidos e Austrália tenham saído na frente na corrida para retomar a produção, o engenheiro Carlos Augusto Moraes, especialista em estratégia empresarial e coordenador do estudo, acredita que ainda há espaço





para o Brasil nesse mercado. “Como projetos de mineração demoram a iniciar a produção, a expectativa é que a produção desses países nos próximos três anos não seja suficiente para suprir a demanda mundial”, diz. “Calculamos que a produção mundial nesse período não ultrapassará 160 mil t/ano, o que pode tornar esses recursos escassos em curto prazo, quebrar a hegemonia chinesa e dar uma janela de oportunidade ao Brasil.”

O setor privado também parece pensar assim. Nos últimos anos, aumentou o número de requerimentos ao DNPM para prospectar reservas minerais em busca de terras raras. Em 2009, eram apenas 28 pedidos; em 2010 subiram para 53, chegando a 92 em 2011 e 200 em 2012. Algumas empresas, como a CBMM, já começaram a explorar esses elementos em caráter experimental. A companhia, maior produtora de nióbio no país, extrai concentrados de terras raras do rejeito de sua mineração principal desde o ano passado, e espera conseguir, até 2014, separar os elementos e passar a comercializá-los.

**Atraso tecnológico** O Brasil não domina o processo completo de beneficiamento de elementos de terras raras. Não temos conhecimento das etapas mais avançadas dessa cadeia, que permitem a obtenção de materiais com maior valor agregado. “Temos capacidade e tecnologia para fazer a separação dos elementos em escala experimental e, com tempo e investimento, elevar a produção para larga escala, mas o caminho ainda é longo até obter competência total nas fases seguintes, de redução de óxidos e obtenção de ligas metálicas”, diz Moraes, do CGEE.

Sem o domínio de todas as etapas produtivas de terras raras, o país ainda pode vender suas formas mais brutas, os concentrados e os óxidos. Mas a diferença de valor agregado entre um óxido e uma liga metálica é significativa. De 120 kg de óxido de neodímio, que custam em torno de US\$ 9 mil, pode-se obter, por adição de ferro e boro, 360 kg de ligas a um valor de US\$ 15 mil.

Hoje, o Brasil importa em torno de US\$ 7 milhões em

terras raras por ano. “É o momento de fazermos uma escolha: se vamos ser exportadores de matéria-prima e importadores de tecnologia ou se vamos instalar uma cadeia completa”, diz Carlos Nogueira, secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do MME. “Esses recursos minerais vão ser cada vez mais usados e o governo vai dar todo o apoio para as indústrias e instituições que reconhecerem a importância desse setor.”

Para o geólogo Ronaldo Santos, coordenador do Cetem, será uma tarefa difícil recuperar a competência científica da exploração de terras raras. “Elas deixaram de ser beneficiadas no Brasil há muito tempo, o conhecimento acumulado ao longo de gerações praticamente morreu”, comenta. “Para uma retomada, precisamos formar massa crítica e reunir os profissionais que já tiveram experiência na área.” Segundo levantamento do CGEE, existem no Brasil 491 pesquisadores, de 49 instituições, ligados de alguma forma a terras raras – número ínfimo, se comparado com os 100 mil pesquisadores integrantes da Sociedade Chinesa de Terras Raras.

**Nichos estratégicos** Algumas articulações já se formam para retomar a pesquisa na área. A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em parceria com a Fundação Certi e com apoio do CGEE, do Cetem e do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), planeja montar um laboratório-fábrica de superímãs de terras raras, materiais com várias aplicações, da fabricação de turbinas eólicas a motores elétricos e trilhos para trens de levitação magnética. “Há no Brasil indústrias de grande e pequeno porte que usam ímãs de terras raras”, aponta o geólogo Paulo Wendhausen, coordenador do projeto na UFSC. “Estamos em contato com essas empresas privadas, mapeando o mercado para identificar possíveis clientes.”

O IPT detém a tecnologia de ligas metálicas e a universidade é capaz de fabricar em laboratório superímãs de terras raras em pequena escala com matéria-prima importada. A ideia é aperfeiçoar a tecnologia na fábrica-piloto para, em futuro próximo, ampliar a produção, com o uso de matéria nacional. “Se governo federal, em-

>>>





presas e universidades se articularem, é possível que, em 2015, possamos ter as primeiras linhas de produção de ímãs de terras raras”, calcula o engenheiro Carlos Alberto Schneider, superintendente da Fundação Certi.

Moraes lembra que, além do investimento em projetos universitários como este, é preciso atrair e estabelecer parcerias com empresas estrangeiras de alta tecnologia. “Para implantar a cadeia completa, é importante a participação de empresas que já dominem as etapas mais avançadas”, diz. Ele ressalta que essa seria ainda uma forma de criar um mercado consumidor de terras raras dentro do país. “Temos que investir na clientela também, não adianta ter o produto e ninguém para comprar.”

No Brasil, os superímãs são a principal aposta. São apontados pela CGEE como os investimentos mais seguros porque há procura pelo material no país e as universidades já detêm algum conhecimento. Além disso, são fabricados com elementos de terras raras abundantes no país, como o neodímio. “Temos a faca e o queijo na mão”, diz o físico Sergio Rezende, ex-ministro da Ciência e Tecnologia. “Com a crescente busca por energias sustentáveis, os superímãs serão cada vez mais procurados, para fazer turbinas eólicas e carros elétricos.”

Outra indústria que ganharia com a produção de terras raras no Brasil é a de catalisadores usados em combustíveis e na produção de petróleo. Atualmente, existe apenas um fabricante no país, a Fábrica Carioca de Catalisadores (FCC), que utiliza elementos de terras raras importados da China. Todos os catalisadores usados nas refinarias da Petrobras são da empresa, que vive à mercê das flutuações, no mercado internacional, do preço do óxido de lantânio, mineral que, segundo as prospecções já feitas, é o

mais recorrente elemento de terras raras no Brasil.

Permanece, no entanto, a dúvida sobre se as indústrias terão interesse em investir no setor. “Além de mineradoras, serão empresas para fabricar ligas, fazer ímãs e usar as terras raras em produtos de tecnologia”, diz o engenheiro metalúrgico Fernando Landgraff, professor da Universidade de São Paulo (USP) e presidente do IPT. “Só vamos ter ideia da real relação custo-benefício quando dominarmos inteiramente os processos de produção.”

O geólogo Adriano Tavares, que por mais de 30 anos trabalhou com a exploração de terras raras na INB, destaca a instabilidade do mercado de terras raras. “A cada 10 empresas que tentarem, nove vão fracassar. É uma indústria que requer alta tecnologia, gera produção de pequeno porte e tem mercado muito restrito”, diz.

Para outro geólogo, José Afonso Brod, da Universidade Federal de Goiás (UFG), cabe ao governo iniciar o investimento em terras raras, em razão da instabilidade do mercado. “A alta nos preços internacionais pode ter sido uma bolha e o preço pode cair a qualquer momento. As empresas sozinhas não vão se movimentar nessa intensidade por um valor pequeno do ponto de vista do mercado global”, diz. Já Sergio Rezende acredita que ainda assim vale investir. “O mercado é pequeno, mas certamente vai crescer. E, se o mercado industrial crescer menos, ainda podemos exportar matéria-prima. Espero que o Brasil não perca essa oportunidade.”

**Mistura radioativa** Apesar de servir de base para implantação de energias renováveis, a cadeia produtiva de terras raras envolve possíveis impactos ambientais. Os elementos de terras raras são em geral

## De grão em grão

Além das reservas minerais, terras raras podem ser obtidas da reciclagem de produtos que as contêm. Estados Unidos, Japão, Alemanha e França têm investido nesse processo e o Brasil não fica atrás. Na Universidade de São Paulo (USP), pesquisadores do Departamento de Química estudam uma forma de recuperar elementos de terras raras de lâmpadas fluorescentes descartadas. Cada lâmpada dessas contém de 10% a 20% de elementos de terras raras, como lantânio, cério, európio, gadolínio e térbio. Por lei, no estado de São Paulo, antes de serem jogadas no lixo, as lâmpadas fluorescentes precisam passar por um processo para separar o vidro, os metais e o mercúrio — que é altamente tóxico. Esses materiais são reciclados, mas resta um pó fosfórico, hoje sem utilidade, que contém terras raras.

Os pesquisadores pretendem usar processos químicos para extrair os elementos de terras raras desse pó. “Essa extração não é um processo simples: usa geralmente ácidos fortes e aquecimento, mas temos conseguido resultados bem animadores e já solicitamos a patente”, diz o químico Osvaldo Antonio Serra, líder da pesquisa. Ele lembra que o Brasil consome cerca de 250 milhões de lâmpadas fluorescentes por ano e que cada uma delas tem cerca de 1 g de terras raras. Se todas fossem recuperadas, seriam obtidas 250 toneladas de terras raras. “Esses elementos podem voltar para os fabricantes das lâmpadas, ou ser usados em outros produtos, no país ou no exterior”, comenta. “Como o valor mínimo dessas terras raras é de US\$ 200 o quilo, o potencial de mercado chega a US\$ 50 milhões.”



encontrados associados a elementos radioativos, como urânio e tório, que em doses superiores a 50 milisiverts (o dobro da radiação a que somos expostos ao fazer uma tomografia completa) provocam alterações em nível celular e genético que podem causar câncer. Por essa razão, alguns países abandonaram a exploração de terras raras. Um deles foi a Austrália, onde a concentração de minerais radioativos nas jazidas superava a permitida por lei. Mas o país passou a explorar terras raras na Malásia, que tem leis mais flexíveis. Não sem sofrer a pressão de protestos da população local, que teme acidentes e contaminação ambiental.

No Brasil, como ainda não há um levantamento preciso dos depósitos de terras raras, não se sabe que parcela deles contém minerais radioativos e quais as concentrações destes. Entre as reservas desses elementos exploradas para a extração de outros minérios, estima-se que 99% apresentem tório e urânio. “Toda mineração tem alguma radiação, que varia de baixos teores a teores mais altos, que requerem mais cuidados”, aponta Jorge Luiz Reis, ex-coordenador de Licenciamento e Mineração do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama).

As areias monazíticas, intensamente exploradas na década de 1990, têm alta concentração de tório e urânio. Por causa do perigo associado a esses elementos e do papel estratégico do urânio na produção de energia nuclear, a exploração ficou restrita à estatal INB, com fiscalização da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Enquanto durou essa exploração, o urânio foi aproveitado para produção de energia, mas o tório, que não tem utilidade e não pode ser descartado, foi estocado. “Até hoje, a INB guarda cerca de 12 mil toneladas de tório que precisam ser monitoradas constantemente”, conta Tavares.

Essa situação não deve ocorrer com as minas visadas hoje para exploração de terras raras. De acordo com a CPRM, elas exibem baixos teores de minerais radioativos, se comparadas às areias monazíticas: uma tonelada de monazita dessas areias tem 200 kg de tório; já uma tonelada da monazita das minas de Araxá tem cerca de 35 kg do mineral. O geólogo Roberto Ventura aponta ainda que o mapeamento de terras raras em andamento mostra áreas inexploradas em Goiás e Roraima, onde esses elementos ocorrem livres de minerais radioativos e em argila. O pesquisador explica que, além da maior segurança, extrair terras raras de argilas exige um processo mais simples que sua separação de rochas.

**Fiscalização** Ainda assim, os rejeitos de minérios radioativos provenientes da mineração requerem atenção. Uma norma da CNEN (nº 4.01) estabelece que as mineradoras que explorem jazidas com teor de radioatividade acima de 10 becquerel por grama devem adotar uma série de medidas de segurança no manuseio e estoque dos rejeitos radioativos. Nesses casos, a fiscalização

deixa de ser feita pelos órgãos estaduais de meio ambiente e a empresa precisa de uma licença ambiental do Ibama.

A norma, no entanto, não é compulsória. As empresas não são legalmente obrigadas a informar à CNEN caso o teor de radioatividade das minas seja elevado, e não há mecanismo de coerção. Apesar disso, o geólogo Paulo Cruz, coordenador da Divisão de Matérias-primas e Minerais da CNEN, avalia que a relação com mineradoras tem sido a melhor possível. “Verificamos com frequência se nossas orientações estão sendo cumpridas e as mineradoras têm demonstrado interesse em cooperar”, conta.

Já Jorge Luiz Reis, do Ibama, aponta que omissões são comuns. “Muitas vezes a mineradora sabe que tem radiação, mas esconde a informação”, diz. Como, até o momento, nenhuma mina com potencial de exploração de terras raras alegou ter teor elevado de minerais radioativos, não há qualquer pedido de licenciamento no Ibama.

Independentemente de o teor de radiação estar acima do limite, a CNEN fiscaliza sistematicamente minas com ocorrência de tório e urânio de 15 empresas, entre elas as de Araxá (da CBMM) e de Pitinga (do grupo Parapanema, na Amazônia), ambas com presença de terras raras. “A empresa tem que informar sobre os minerais radioativos, mas a qualquer momento podemos coletar amostras para medir os teores, visando proteger os trabalhadores e o ambiente”, explica o físico e engenheiro nuclear Ivan Salati, diretor de Radioproteção e Segurança Nuclear da CNEN.

Caso ocorra realmente um *boom* na exploração de terras raras, a concentração de tório e urânio nos rejeitos de mineração deve aumentar. “A quantidade de minerais radioativos na jazida será a mesma, mas nos resíduos o teor será maior, o que exige outros cuidados”, explica Cruz. Uma comissão já está reformulando a norma 4.01 para tornar obrigatória a licença do órgão para mineração em jazidas com altos teores de radiação. “As empresas participam da comissão, pois não adianta fazer uma norma inviável, mas a decisão final é da CNEN”, diz.

Ronaldo Santos, do Cetem, lembra que as reservas medidas de terras raras ficam em minas já exploradas para outros minerais e que as empresas seguem protocolos rígidos. “As mineradoras já sabem como lidar com elementos radioativos”, afirma. Jorge Reis, no entanto, reforça o risco da exploração. “É preciso muito cuidado para lidar com esses rejeitos, que podem atingir rios e lençóis freáticos”, explica. “E não estamos falando apenas dos elementos radioativos, mas dos metais e de outras substâncias liberadas na mineração.” 

## Sugestão para leitura

LOUREIRO-LAPIDO, F. O Brasil e a reglobalização da indústria das terras raras. Rio de Janeiro: Cetem/MCTI, 2013



# *‘Bebê-maquiné’* *Um achado*

As preguiças terrícolas viveram nas Américas entre 50 milhões e cerca de 11 mil anos atrás. Várias espécies foram estabelecidas com base nos ossos fossilizados encontrados até agora, mas esses resquícios, de animais adultos, não forneciam qualquer informação sobre seu desenvolvimento. A descoberta no Brasil do fóssil de um feto de uma preguiça extinta — por coincidência, da mesma espécie encontrada por Peter Lund em sua primeira escavação paleontológica — permite conhecer de modo mais profundo como esse animal se desenvolvia, trazendo informações que podem ser aplicadas a outras espécies do mesmo grupo.

**Cástor Cartelle Guerra**  
*Museu de Ciências Naturais,  
Pontifícia Universidade  
Católica de Minas Gerais*





# *singular*

**E**m lombo de burro, o naturalista dinamarquês Peter Wilhelm Lund (1801-1880) viajava por Minas Gerais, em 1834, de volta para o Rio de Janeiro. Pretendia encerrar a ambiciosa expedição científica que iniciara um ano antes com o botânico alemão Ludwig Riedel (1790-1861) e quatro empregados. A viagem já os levava a cruzar São Paulo e enveredar pelo sertão, chegando a Goiás, e permitira coletar grande número de plantas do interior do Brasil, mas foi interrompida após sucessivos problemas de saúde de Riedel. No retorno, após a travessia do rio São Francisco, em cinco canoas, a alquebrada expedição chegou à cidade mineira de Curvelo.

Dirigiam-se a Ouro Preto para prosseguir, pela Estrada Real, até a capital do império, mas em uma taberna, já acomodado no couro de boi que lhe servia de leito, Lund escutou, surpreso, um comentário em dinamarquês. O dono da forte voz, já alterada pela aguardente, disse poder falar naquele idioma o que quisesse, porque ninguém entenderia, mas ouviu, espantado, na mesma língua: “Não se fie nisso”.

FOTO DE BRENO CARAZON

>>>



Naquela terra estranha, vazia de gente, Lund encontrou um compatriota. Peter Claussen (1804-1855) tinha pequena fazenda na região e extraía, de diversas grutas, salitre e fósseis que vendia para museus da Inglaterra e da França. A coincidência mudou de modo radical o rumo da vida de Lund, até então especialista em botânica. A causa dessa revolução em sua vida intelectual estava no contato que mantivera em Paris com o fundador da paleontologia como ciência, o francês Georges Cuvier (1769-1832). A nova especialidade tinha futuro, e parte dele estava em Minas Gerais (ver 'Duzentos anos de Peter Lund', em CH 178).

Poucos dias depois, a expedição seguiu para Ouro Preto, onde ficou até que Riedel, recuperado, partiu para o Rio de Janeiro. Lund, porém, alterou seus planos e voltou a Curvelo e à fazenda de Claussen. Na volta, como ocorrera na ida, passou pela pequena vila de Lagoa Santa, então com pouco mais de mil habitantes, onde viria a residir até sua morte, em 1881. Lund já vivera no Brasil entre 1825 e 1829, estudando a fauna e a flora em áreas litorâneas e serranas do Rio de Janeiro, mas após seu segundo desembarque, em janeiro de 1833, nunca mais voltaria à Europa.

**A descoberta de Lund** Em abril de 1835, Claussen levou Lund à gruta denominada Lapa Nova de Maquiné, descoberta 10 anos antes, e este ficou deslumbrado. No longo trabalho em que descreveu a gruta, anotou: "Confesso que nunca meus olhos viram nada de mais belo e magnífico nos domínios da natureza e da arte". Por uma semana, o trabalho do paleontólogo neófito foi intenso, quase frenético. Estudou a gruta, recolheu fósseis e procurou explicações para os fenômenos que, pela primeira vez, observava.



Lund contratara, como secretário e desenhista, o norueguês Peter Andreas Brandt (1792-1862), que havia conhecido na casa de Claussen. Brandt fez desenhos registrando as peças coletadas e algumas cenas do interior da gruta, e elaborou um admirável mapa das passagens e salões desta. Provavelmente, a primeira cartografia de uma gruta realizada no Brasil. Órfão de literatura especializada e ancorado apenas em seus conhecimentos zoológicos, Lund mergulhou na identificação das peças resgatadas: ossos fósseis de corujas, cervos, lebres e morcegos, além de carapaças de caracóis. Mas a grande descoberta ocorreu no espaço da gruta que, por sua beleza, ele denominou 'Salão das fadas': o fóssil de um estranho animal.

Nos contatos com Cuvier, em Paris, o dinamarquês conheceu um dos principais trabalhos do sábio, a respeito de uma enorme ossada descoberta em 1787, em Luján, na Argentina, pelo vigário local. A ossada, enviada a Madri, foi montada no Real Gabinete de Ciências Naturais por cientistas espanhóis, que a identificaram como um elefante sul-americano. Desenhos do gigante chegaram às mãos de Cuvier, que, em 1796, refez essa identificação, afirmando ser o esqueleto de uma preguiça terrícola extinta, à qual deu o nome científico *Megatherium americanum* (que significa 'grande animal selvagem americano'). A espécie tornou-se o 'sonho de consumo' de todo museu europeu (ver 'Quem matou o megatério?', em CH 51).

Lund, sem noção do tamanho da espécie descrita por Cuvier, nem acesso à bibliografia especializada, confundiu o fóssil que achou, da menor das preguiças extintas sul-americanas, com uma das maiores desse grupo, e em 1839 deu a ela o nome *Megatherium maquinense*, "para lembrar o lugar em que seus restos foram encontrados", escreveu. Hoje, o nome correto é *Nothrotherium maquinense* (ou seja, 'preguiça selvagem de Maquiné'). Esse animal é um símbolo: é o primeiro achado de Lund, é exclusivamente brasileiro e foi descoberto em um local mágico, centro de visitação turística desde a década de 1960 e ponto final da futura 'Rota Lund' (ver 'Caminho de tesouros').

Essa pequena e esguia preguiça pesava cerca de 40 kg, era herbívora e seria capaz de trepar em árvores, fincando nos troncos suas longas, estreitas e afiadas garras (quatro em cada mão, três em cada pé). O andar do animal seria semelhante ao dos atuais tamanduás-bandeira: apoiando-se sobre a lateral do pé, um tanto virado para dentro, e sobre as costas das mãos.

&gt;&gt;&gt;

Peter W. Lund, por volta dos 42 anos, em desenho feito provavelmente por P. A. Brandt e enviado pelo próprio Lund a sua família



# Caminho de tesouros

Nos arredores de Belo Horizonte, nas Minas Gerais de muitas riquezas, uma delas é cobiçada e há muito tempo agredida: a região cárstica, tipo de formação geológica na qual predomina o calcário e que exhibe paisagens insuspeitadas. Águas que brotam, remansam em lagos, desaparecem em sumidouros, e grutas de variados tamanhos e formas, esculpidas pela água que se infiltra nas rochas e forma salões, passagens e surpreendentes estruturas: estalactites, estalagmites, cortinas, colunas e outros espeleotemas. Essas cavernas também podem conter fósseis, resquícios de um mundo antigo, que Peter Lund descobriu na primeira metade do século 19.

Essa região, de grande valor ecológico, paisagístico e científico, enfrenta hoje ameaças múltiplas: loteamentos, mineração, cimenteiras, rodoanéis, desmatamentos, queimadas, aeroporto, poluição... É preciso conhecer para amar, respeitar e preservar.

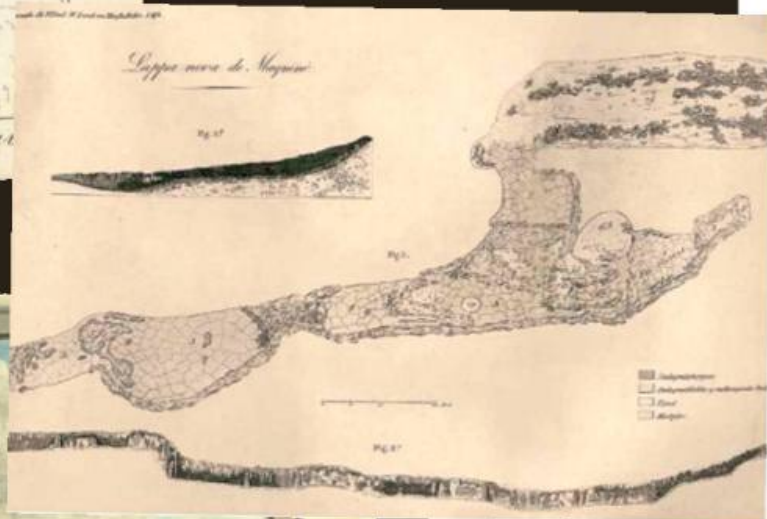
Com essa finalidade, foi sugerida ao governo estadual a implantação da 'Rota Lund', um caminho turístico-científico que integrará também a população das localidades. O governo está levando adiante a proposta. A rota começa no museu da PUC Minas, que guarda muitas das descobertas de Lund, e termina em Maquiné, que o escritor Guimarães Rosa, filho da região, chamava de Gruta Milmaravilhas.

O turista pode conhecer o pequizeiro que Lund plantou e que ainda sombreia o cemitério onde foi enterrado. Entrar nas Grutas da Lapinha e Rei do Mato, ambas com pequenos museus e iluminação deslumbrante. Conhecer paisagens com íngremes maciços, onde se abrem cavernas, entre elas a Lapa Vermelha, majestosa — sem precisar sair da estrada, o turista como que vai ao encontro de Luzia, a mais antiga habitante da América do Sul, que lá teve refúgio por milênios. Em Maquiné, onde primeiro surgiram as raízes ocultas do tempo passado de Minas, o turista é acolhido pelo moderno e pelo antigo de mãos dadas. Aos poucos, visitantes e moradores da região se tornarão guardiões desses tesouros. Que são de todos.

Mapa topográfico da gruta de Maquiné, elaborado em 1835 por P. A. Brandt



Área da gruta de Maquiné chamada de 'primeiro salão do Castelo das Fadas', em ilustração de P. A. Brandt (1835)



Paisagem de Lagoa Santa em torno de 1840, com a casa de Peter Lund à direita, a lagoa e a serra da Piedade ao fundo, pintada por P. A. Brandt



**Bebê bem preservado** No apagar das luzes do século 20 e seguindo os passos de Lund, 150 anos depois, encontrei em uma gruta ossos que afloravam em chão pouco compactado. Felizmente. Como a preservação não era boa, decidi, para tornar mais fácil a retirada das peças, cavar em torno e remover os sedimentos de baixo para cima. Com os dedos, retirava cuidadosamente os sedimentos, e então desprende-se em minha mão um pequeno osso, de consistência semelhante à do isopor. Pelo formato, percebi que era a tíbia de um animal muito jovem. Consegui recortar, cuidadosamente, um bloco com o volume equivalente ao de duas caixas de sapato dispostas lado a lado e o virei.

Então, afortunadamente, na face que estava oculta apareceram, entre um fêmur e fragmentos da bacia pélvica de um adulto, porções de um pequeno esqueleto. Lá estava um filhote que nunca nasceu. Do esqueleto da mãe (o encontrado aflorando na superfície), pouco restara. Mas do feto, protegido da erosão por sedimentos e por alguns ossos da mãe, quase nada tinha sido destruído.

O nascituro fóssil – achado paleontológico raríssimo – só podia ser da espécie extinta brasileira *N. maquinense*. A contemplação de um feto da primeira espécie

extinta descoberta pelo ‘pai’ da paleontologia americana trouxe uma dose de emoção, e ele foi apelidado de ‘bebê-maquiné’. Como o fóssil está quase completo, foi possível identificar praticamente todas as peças encontradas, após liberá-las dos sedimentos que por milhares de anos as protegeram.

Os ossos superiores do pequeno crânio estavam bem desenvolvidos, mas com as suturas abertas. Nas vértebras, os centros e as porções direita e esquerda dos arcos estão ossificados, mas não fundidos. Os ossos longos, mesmo extremamente frágeis, estão praticamente perfeitos. Nenhuma das diversas epífises (partes do tecido ósseo, em geral nas extremidades, onde ocorre o crescimento), seja em vértebras, ossos longos, costelas e outros, foi preservada, já que ainda eram cartilaginosas.

O pequeno esqueleto fornece informações preciosas para se conhecer mais a fundo a espécie, que iniciou a paleontologia brasileira de mamíferos. Como em outras espécies do ‘grupo’ Xenartra (que hoje reúne tatus, preguiças e tamanduás), ele nasceu com todos os dentes permanentes e de crescimento contínuo. Antes do nascimento, os dentes já sofreram desgaste: o ‘bebê-maquiné’ realizava movimentos de mastiga-



O feto fossilizado da preguiça *Nothrotherium maquinense* – chamado de bebê-maquiné – é uma descoberta rara, que traz muitas informações novas sobre esse animal extinto

FOTO DE BRUNO GAZZON



ção que desgastavam as superfícies de contato entre dentes opostos.

O achado permite estudar o desenvolvimento de *N. maquinense*, comparando o feto à forma adulta, o que raramente pode ser feito em espécies extintas, já que fósseis de espécimes tão jovens são muito escassos. Foram detectadas notáveis alterações no formato dos dentes molariformes (que passam de cônicos no feto a prismáticos na preguiça adulta) e do crânio (de início globuloso, torna-se alongado). O estreitamento e alongamento da porção anterior da mandíbula (região sinfisiária), evidente nos fósseis de adultos, está apenas insinuado no 'bebê-maquiné'. Nos ossos longos (fêmur, úmero e outros), são claras as diferenças decorrentes do crescimento, em relação a ossos de adultos, como variação nas proporções e surgimento de nódulos, projeções e rugosidades para a inserção de músculos. Esses detalhes de desenvolvimento podem ajudar a decidir o debate acadêmico sobre em que família (Megalonychidae ou Megatheriidae) devem ser incluídos os nototeríneos.

Recentemente, foi encontrado em Alagoas um esqueleto de fêmea da preguiça-gigante *E. laurillardii* com seu filhote. Este, como o 'bebê-maquiné', tampouco teria nascido. Seria o segundo registro de nascituro de preguiça extinta. Os atuais tamanduás e preguiças arborícolas parem um filhote de cada vez. Se não em todas, pode-se concluir que isso também ocorria ao menos nessas duas preguiças extintas (*N. maquinense* e *E. laurillardii*). No final do Pleistoceno, quando o frio severo provocou modificações ambientais nas regiões em que essas preguiças viviam (América do Sul, América do Norte e Antilhas), a mortandade entre jovens seria maior do que entre adultos, e a reposição mais problemática, já que ocorria apenas uma cria por gestação.

Estudamos restos de mais de 50 espécimes da preguiça gigante *E. laurillardii*. Cerca de 60% eram indivíduos jovens ou muito jovens, que sofreriam os efeitos da crise ambiental com mais intensidade do que os adultos. De *N. maquinense*, temos peças pertencentes a 37 indivíduos. Destes, 25 (67%) eram jovens ou muito jovens. Como as estruturas ósseas dos jovens são bem mais frágeis que as de adultos – e, por isso, de preservação mais difícil –, deduz-se que a proporção encontrada entre os restos conhecidos não é verdadeira. Provavelmente, o percentual de animais jovens ou muito jovens na população da espécie era maior, mas uma parcela menor deles ficou preservada no registro fóssil.

É possível que a capacidade de *N. maquinense* de trepar em árvores servisse também para sua defesa diante de predadores. A preguiça convivia com carnívoros como um cachorro-do-mato (*Speothos pacivorus*), o cachorro-das-cavernas (*Procyon troglodytes*) e o tigre-de-dentes-de-sabre (*Smilodon populator*). Essas três espécies extintas também foram nomeadas por Peter Lund com base em fósseis.



Maxilar do bebê-maquiné (*Nothrotherium maquinense*), mostrando os grandes dentes superiores – o que permitiu a constatação, pelos paleontologistas, de que esses dentes já sofriam desgaste antes do nascimento do animal

Ainda é um mistério o desaparecimento das preguiças terrícolas no território brasileiro. Elas tinham 'armas' suficientes para não serem presas fáceis de predadores. As menores podiam escalar árvores, como as atuais preguiças; as gigantes tinham garras enormes (com até 60 cm de comprimento) e podiam manter afastados quaisquer predadores de sua época.

Na crise climática, folhas, brotos e frutos de árvores, além de raízes podiam ser escassas, mas não faltaram. É possível que a resposta para o desaparecimento misterioso das preguiças terrícolas, magníficas em sua variedade, esteja oculta nos pequenos e jovens animais encontrados fossilizados (há muitos fósseis de jovens, mas não completos). As condições difíceis do final do Pleistoceno não seriam superadas por grande proporção dos frágeis filhotes, e a gestação única não permitiria equilibrar os desaparecimentos decorrentes da crise ambiental, tornando a reposição da espécie insuficiente ou inviável. Essa crise poderia, também, influenciar negativamente a gestação. Essa 'conspiração', envolvendo diferentes fatores, pode ser uma das causas para explicar o desaparecimento de animais tão fascinantes.

O bebê-maquiné dorme, seguro, no aconchego escuro de uma gaveta do Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Em breve, será motivo de admiração para seus visitantes. 

## Sugestões para leitura

- CARTELLE, C. 'Preguiças terrícolas, essas desconhecidas', em *Ciência Hoje*, v. 27, nº 161, p. 18, 2000.  
CARTELLE, C. 'Briga de gigantes', em *Ciência Hoje*, v. 48, nº 251, p. 63, 2011.  
CARTELLE, C. *Das grutas à luz. Os mamíferos pleistocênicos de Minas Gerais*. Belo Horizonte, Editora Bicho de Mato, 2012.  
CARTELLE, C. 'Revoluções na superfície do globo', em *Ciência Hoje*, v. 49, nº 291, p. 78, 2012.



# *Iguarias da floresta*

Conservar a biodiversidade da Amazônia é essencial  
para o futuro da gastronomia

Os frutos da pupunha ou pupunheira, uma palmeira importante na alimentação de população da Amazônia, ainda exibem tamanhos variados em diferentes partes da região



FOTO DE CHARLES CLEMENT



Antes do estabelecimento da agricultura como atividade econômica, muitas plantas das Américas já eram usadas e melhoradas aos poucos por povos antigos.

Alguns desses vegetais foram domesticados e são cultivados hoje, mas a maioria das espécies de plantas agrícolas veio de outros continentes. A imensa biodiversidade da Amazônia indica que muitas outras espécies da região poderiam ser aproveitadas na alimentação e na gastronomia, mas esse potencial vem se perdendo – e com ele iguarias e sabores desconhecidos – pelo processo contínuo de destruição da floresta.

---

**Carlos Alberto Dória**

*Instituto de Filosofia e Ciências Humanas,*

*Universidade Estadual de Campinas, e Centro de Cultura Culinária Camara Cascudo*

**Ima Célia Guimarães Vieira**

*Museu Paraense Emilio Goeldi, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação*

**Q**uando as motosserras ferem a madeira, muitos ecologistas gritam contra o fim da mata virgem. Mas a 'mata virgem' (floresta 'primitiva') não existe, e as evidências disso vêm de diversos estudos sobre atividades de antigas populações humanas antes do surgimento da agricultura, publicados justamente no momento em que *gourmands* do mundo inteiro dirigem olhos coibidos para produtos da floresta. Um deles, o *chef* espanhol Ferran Adrià, apontado como um dos melhores do mundo, já disse acreditar que o futuro da gastronomia está na China e na floresta amazônica.

Os dados já existiam, apurados por arqueólogos e antropólogos brasileiros, mas só mais recentemente o conceito de floresta 'primitiva' foi substituído por floresta 'cultural ou manejada', resultante do manejo humano milenar. Em outubro de 2009, foi lançado um número especial da revista científica *Current Anthropology*, intitulado 'Repensando as origens da agricultura', que descreve o mundo pré-agrícola, anterior à domesticação e ao cultivo de plantas em

larga escala, hábitos que – por volta de 10 mil anos antes do presente – impulsionaram a civilização.

Essa nova perspectiva é uma revolução intelectual, pois agora se admite que, antes da agricultura, existia algo que não era apenas caça, coleta e pesca, correspondentes à imagem idílica do paraíso em que era preciso apenas 'colher' o que a natureza oferecia.

**Sofisticação cultural** Estima-se que os humanos chegaram à Amazônia há mais de 13 mil anos. Como eles viviam? O antropólogo Carlos Fausto, do Museu Nacional, no livro *Os índios antes do Brasil*, já havia mostrado como eram falsas as ideias de que, além do império inca, não existia sofisticação cultural nas terras baixas da Amazônia. Aldeias cercadas, com até 5 mil pessoas, ligadas a outras por largas estradas; pomares onde se cultivava mandioca, pequi e outras plantas; lagos onde se criavam tartarugas: assim era a sociedade do alto rio Xingu há milênios, antes da existência dos atuais povos indígenas da região.

>>>



Sabe-se hoje, porém, que a domesticação das espécies vegetais nas Américas não teve apenas um centro de difusão. Tão cedo quanto no sudeste da Ásia, aqui também o homem já manipulava vegetais: o milho, várias abóboras, araruta, mandioca, inhame, amendoim, batata-doce, feijões. Isso entre 10 mil e 7 mil anos antes do presente, no planalto mexicano, no sudeste do Equador e em vários lugares da América do Sul.

Naturalistas renomados, contemporâneos do inglês Charles Darwin (1809-1882), achavam absurdo supor que povos primitivos praticassem a seleção artificial. Darwin, no entanto, concluiu que muitas espécies – como o arroz (na China), o milho (na América) e outras – só chegaram ao conhecimento moderno porque foram modificadas pela seleção artificial. Em geral, acredita-se que muitas populações das Américas Central e do Sul começaram a transformar e manter suas paisagens botânicas com fins alimentares há cerca de oito milênios.

A mandioca provavelmente foi domesticada no território entre Rondônia, Acre e Mato Grosso, há cerca de 5,5 mil anos. Apenas nessa região são encontrados vestígios da forma selvagem da planta. Outros estudos atribuem a difusão do milho pelo Brasil também a partir do Acre, levado pelos tupi-guaranis até o Sudeste e o Sul. Esse movimento deve ter se concluído entre os anos 1000 e 1500.

A produção de alimento, segundo a nova perspectiva arqueológica, não se restringe à capacidade de produzir e estocar excedentes. Ela considera o manejo dos ciclos reprodutivos das plantas em coevolução com os grupos humanos.

Talvez o achado mais importante, na Amazônia, seja a chamada terra preta arqueológica (TPA) ou ‘terra preta de índio’: um solo rico, criado pela ação de grupos humanos ancestrais que viveram na região amazônica (ver ‘Biocarvão: as terras pretas de índios e o sequestro de carbono’, em CH 281). Em processo não intencional, essas populações, ao redor de seus ajuntamentos, concentravam detritos, carcaças de animais e restos vegetais, o que tinha resultado semelhante ao de uma adubação. A Amazônia brasileira está repleta dessas manchas de ‘terra preta’, espalhadas pelo traçado de muitos rios. Sobre esses solos se desenvolveu uma forma peculiar de cultivo.

O arqueólogo Marcos Magalhães, do Museu Goeldi, confirma: “Além das evidências de que a área foi densamente povoada no passado, há evidências botânicas, como castanhais com espécimes alinhados, associados ao cacauí (*Theobroma speciosum*), nos quais as árvores mais antigas alcançam 500 anos de idade. O platô Aviso (na Floresta Nacional Saracá-Taquera, no Pará) tinha grande quantidade de árvores frutíferas (em especial pequiá, taperebá e abricó-de-macaco), que serviam de alimento para inúmeros animais de caça, principalmente na estação das chuvas, constituindo



O camu-camu, fruto amazônico rico em vitamina C que só recentemente se tornou mais conhecido fora da região, é um exemplo dos sabores ocultos da floresta que precisam ser conservados.

importante reserva de recursos vegetais e proteína animal, de fácil acesso e controle”.

**Início da domesticação** Desde a seleção de variedades de mandioca, apenas adaptadas à ‘terra preta’, até a clara ‘melhoria’ de frutos – como os da pupunha, que têm apenas 1 g em populações silvestres (no Acre) e chegam a 70 g em plantas domesticadas sobre ‘terra preta’ –, há evidências de que as populações indígenas muito cedo se deram conta de que estavam cercadas de espécies úteis, de características muito variáveis, e começaram a selecionar as melhores entre elas.

No princípio, porém, a domesticação (trazer plantas para perto dos sítios habitados) não era intencional. Os grupos humanos apenas identificavam vegetais mais saborosos ou úteis, e sua propagação se dava pelo descarte de sementes – mas esses hábitos simples eram suficientes para induzir as mudanças morfológicas e genéticas que acabaram por diferenciar as populações vegetais silvestres das domesticadas.

Assim, não apenas foram selecionadas as melhores plantas de cada espécie, mas também, gradualmente,





FOTO DE IIRIANO CARVALHO

ocorreu uma concentração em um número menor de espécies, sendo mantidas as que apresentavam maior potencial produtivo. Pode-se dizer que todas as plantas cultivadas atualmente foram domesticadas dessa maneira por povos antigos. Os humanos modernos, que vêm destruindo os habitats das espécies selvagens, acrescentaram bem poucas plantas à lista das domesticadas.

Na valoração da biodiversidade atual, da Amazônia e de outros biomas, é preciso considerar centenas de espécies úteis não domesticadas, pois muitas são endêmicas (exclusivas do Brasil), como algumas domesticadas (abacaxi, castanha-do-pará, mandioca, caju, carnaúba e outras). A tradição agrícola, porém, apesar da riqueza de espécies nativas úteis, gerou enorme dependência de poucas espécies, em especial exóticas, o que implica insegurança alimentar.

**O papel da gastronomia** A floresta amazônica é uma fonte importante de espécies de plantas úteis, como cacau, castanha-do-pará, guaraná, cupuaçu, pupunha etc. Cada produto conhecido hoje vem de determinada planta, mas na floresta existem outras espécies aproveitáveis. O cacau, por exemplo, é o fruto da espécie *Theobroma cacao*, e o

cupuaçu é o da espécie *Theobroma grandiflorum*, mas há outras plantas desse mesmo gênero (*Theobroma*) espalhadas na mata. E são conhecidas 150 espécies de *Paullinia*, o gênero do guaraná.

A existência, na Amazônia, de parentes silvestres de muitas plantas cultivadas, e de variedades crioulas (produtos de seleção feita pelos agricultores de modo contínuo, por várias gerações), torna a região um importante centro de origem e diversidade de grande quantidade de vegetais apreciados por razões gastronômicas, como apontou Ferran Adrià. Esse conjunto de plantas é estratégico para o desenvolvimento futuro da alimentação humana.

As espécies selvagens são essenciais, e elas não sobreviverão se a devastação de amplos trechos de floresta continuar acontecendo, porque muitas dessas plantas estão restritas a áreas bem pequenas ou não têm características (de resistência, por exemplo) que assegurem sua permanência em áreas alteradas pela presença humana. Por isso, muitas precisam do socorro da gastronomia para sobreviver, pois sua utilidade não é conhecida – ao menos no momento – nesse âmbito.

Um exemplo é o pau-cravo (*Dicypellium caryophyllaceum*), intensamente explorado como ‘droga do sertão’ desde o século 16. Sua casca e suas inflorescências eram usadas como substitutos da canela e do cravo-da-índia. A derrubada das árvores para a extração da casca quase levou a espécie à extinção. Recentemente, o engenheiro florestal Rafael Salomão e o botânico Nelson Rosa, do Museu Goeldi, encontraram duas populações dessa espécie na região em que está sendo implantada a hidrelétrica de Belo Monte, em locais vulneráveis a ações humanas, indicando a necessidade de proteção imediata (ver ‘Pau-cravo: droga do sertão em risco de extinção’, em CH 289).

É preciso ter consciência de que a biodiversidade é um patrimônio universal, compartilhado por todos os humanos e relevante para variadas atividades. As áreas de proteção ambiental, as áreas indígenas, a agricultura (de pequena, média e grande escalas), as populações ribeirinhas, as cidades e outras áreas urbanas dividem espaço e utilizam recursos da biodiversidade. O convívio entre a produção baseada nos recursos genéticos que compõem a biodiversidade e a proteção de recursos da fauna, da flora, da água e do solo é essencial para o futuro de todos.

Como os estudos vêm confirmando e os cientistas alertam – em artigos, debates, simpósios e iniciativas variadas sobre o tema, como, recentemente, no Festival Ver-o-Peso da Culinária Paraense –, o risco de perda dos benefícios potenciais dessa riqueza natural são cada vez mais altos. A exploração excessiva e não sustentável desses recursos pode reduzir o número de espécies, limitando sua utilização na gastronomia, e em outras atividades, em futuro próximo, o que torna os cozinheiros solidários com outros segmentos profissionais, em especial os cientistas, interessados na preservação. ■

## CULINÁRIA E ECOLOGIA

Carlos A. Dória dedica-se à pesquisa histórico-sociológica sobre a culinária brasileira, focando em especial a biodiversidade do país e sua incidência sobre os hábitos alimentares regionais. Ima Célia G. Vieira atua na área de ecologia aplicada, com foco no estudo dos impactos da agricultura na biodiversidade da Amazônia e na ecologia e no manejo de florestas secundárias.

## Sugestões para leitura

BALÉE, W. ‘Indigenous history and Amazonian biodiversity’, em STEEN, H. K. e TUCKER, R. P. (Eds.), *Changing tropical forest: historical perspectives on today's challenges in Central and South America*. Durham, Forest History Society, 1992.

MAGALHÃES, M. P. 2007. ‘Evolução e seleção cultural na Amazônia neotropical’, em *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, v. 3, nº 5, 2007.



# Metais orgânicos

Sem a presença dos metais, a civilização seria impensável. Essa classe de materiais tem estado com os humanos desde a Antiguidade, na caça, agricultura, defesa... Hoje, desempenham papel fundamental em nosso cotidiano – principalmente, na condução de eletricidade.

Talvez, no futuro, metais ‘tradicionais’ como o ferro, o cobre, o alumínio, a prata e o ouro venham a ser substituídos, em várias de suas funções atuais, por uma nova classe de materiais – descoberta há 40 anos – com propriedades físicas exóticas: os metais orgânicos.

Laboratórios de pesquisa no mundo já estão preparando a entrada em cena desses novos condutores de eletricidade.

**Paulo Menegasso**

**Mariano de Souza**

*Departamento de Física,*

*Instituto de Geociências e Ciências Exatas,*

*Universidade Estadual Paulista, Rio Claro (SP)*



# Novos condutores de eletricidade estão chegando

**O**s metais nos cercam. Basta olhar à sua volta. Estão nas panelas (ferro ou alumínio); nos fios elétricos (cobre); nas joias (ouro, prata, platina etc.). A lista é longa.

Da Antiguidade até hoje, uma característica comum a todos os metais – que pode ser estendida à matéria como um todo – é o fato de eles serem formados por átomos. No entanto, em meados de 1970, a comunidade científica foi tomada por uma surpresa: havia uma classe distinta de metais cuja ‘unidade básica’ não era mais o átomo e, sim, a molécula.

Esses novos metais ganharam a denominação de metais (ou condutores) moleculares. Nesses materiais, o elemento químico carbono – o elemento da vida – está sempre presente – daí, também serem chamados metais (ou condutores) orgânicos. De lá para cá, o estudo das propriedades físicas desses materiais ganhou o interesse de vários grupos no mundo. No Brasil, o grupo de Física do Estado Sólido da Universidade Estadual Paulista (Unesp), em Rio Claro, vem desenvolvendo intensivas atividades nessa área de pesquisa.

**Parentes próximos** Todos os metais têm a capacidade de conduzir energia elétrica e térmica. A alta condutividade térmica do alumínio, por exemplo, é o que o torna apropriado para a produção de panelas, enquanto a alta condutividade elétrica do cobre faz esse metal

excelente para a produção de fios e cabos para o transporte de energia elétrica.

A energia elétrica está associada ao movimento dos elétrons. Assim, podemos dizer que os elétrons se movem com muita facilidade nos metais (ver ‘Matéria malcomportada’, em *CH* 299). Já a condutividade térmica está relacionada ao transporte de calor no material.

Em alguns metais, os elétrons se movem ainda mais facilmente do que em outros. A grandeza física que caracteriza essa facilidade de locomoção é chamada resistividade elétrica – menos resistividade elétrica significa elétrons se movendo com mais facilidade. A resistividade elétrica está relacionada com o choque entre os elétrons e as imperfeições do material. Essas imperfeições – denominadas ‘defeitos’, na literatura especializada – aparecem indesejadamente no processo de síntese (fabricação) do material.

Além de ter resistividade elétrica baixa, um metal apresenta outra característica: a resistividade elétrica deve baixar quando esfriamos o material – ou seja, a resistividade depende da temperatura.

Supercondutores, por sua vez, são ‘parentes próximos’ dos metais. Contudo, eles não oferecem resistência à passagem de corrente elétrica abaixo de certa temperatura. Ou seja, diferentemente do fio de cobre comum em nossas casas, um supercondutor conduz corrente elétrica sem dissipar energia na forma de calor.

>>>



**Primos distantes** Os metais orgânicos são aqueles que têm átomos de carbono em sua estrutura. Há, porém, outras diferenças entre eles e os condutores elétricos convencionais. Por exemplo, os metais orgânicos não apresentam a mesma resistividade elétrica ao longo das três direções espaciais. Para entender essa propriedade, pense em uma caixa de sapato como sendo um metal orgânico. Se ligarmos fios em dois lados opostos dessa caixa e medirmos a resistividade elétrica, obteremos um valor específico para essa grandeza. Medindo-a ao longo de outras duas superfícies opostas, encontraremos outro valor. Esse efeito é chamado anisotropia na resistividade elétrica – em física, o termo ‘anisotropia’ significa que o efeito não é igual em todas as direções.

No caso dos metais orgânicos, a origem da anisotropia na resistividade elétrica está associada à disposição das moléculas no material. Exemplo: em uma parede de ti-

jolos, cada tijolo é idêntico a seu vizinho, e o ‘empacotamento’ deles forma a parede. De modo similar, em um metal orgânico, é o ‘empacotamento’ das moléculas que forma o material (figura 1A).

Em uma classe especial de metais orgânicos, denominada sais de transferência de carga, há um segundo tipo de molécula, que faz com que a resistividade elétrica na direção dela seja maior – ela funciona como uma barreira que os elétrons têm que transpor para haver condução elétrica (figura 1B).

**De metal a isolante** Uma propriedade física interessante dos metais orgânicos é que eles não se comportam como bons condutores elétricos em todas as faixas de temperaturas. Abaixo de uma temperatura específica, alguns desses materiais passam a se comportar como isolantes elétricos – ou seja, não permitem a passagem de elétrons pelo seu interior.

Esse fenômeno é observado no laboratório quando a resistividade do material começa a aumentar à medida que se diminui a temperatura. Isso significa que, abaixo de certa temperatura, o material deixa de se comportar como um metal e passa a se comportar como um isolante. Nesses casos, dizemos, então, que houve uma transição de fase metal-isolante.

Algumas propriedades dessa transição de fase metal-isolante ainda não são conhecidas. Entendê-las do ponto de vista da física básica e inserir esses materiais no cotidiano das pessoas é uma justificativa e motivação para o estudo dessa classe de materiais.

**Impacto planetário** Devido a características intrínsecas dos condutores orgânicos – como o alto grau de pureza das amostras –, estes são excelentes materiais para a investigação de propriedades físicas de interesse. Uma delas é a supercondutividade, que, embora tenha sido descoberta há mais de 100 anos, ainda não é completamente compreendida pelos físicos. E os metais orgânicos são bons modelos para se tentar entender a supercondutividade, pois alguns deles são dotados de uma fase supercondutora em baixas temperaturas.

Por causa do alto grau de ordenamento e pureza dos metais orgâ-

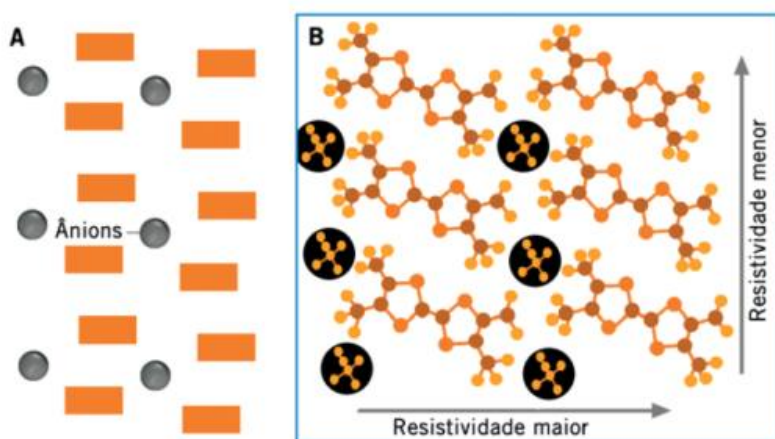


Figura 1. Em A, as moléculas de um metal orgânico assumem posições bem definidas, parecidas com as de tijolos em uma parede, o que facilita o deslocamento dos elétrons em uma direção e dificulta esse movimento em outra. Em B, a presença de um segundo tipo de molécula, em metais orgânicos de uma classe especial, cria obstáculos à passagem de elétrons

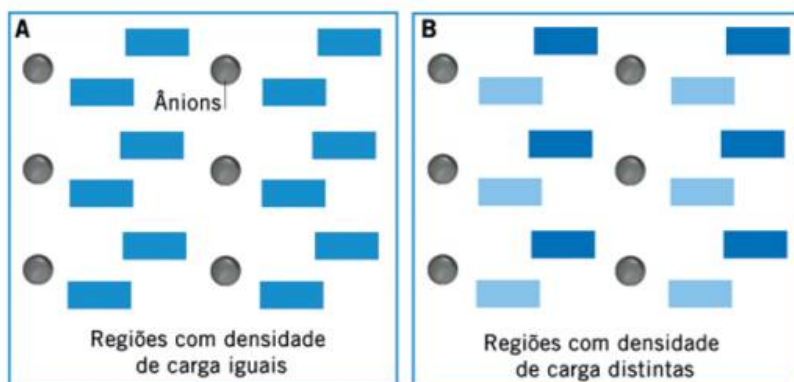


Figura 2. Em A, sólido fora da fase de carga ordenada. A densidade de cargas é a mesma em todas as moléculas do material. Em B, sólido na fase de ordenamento de carga, em que ocorre desbalanceamento da densidade de carga elétrica. Regiões mais escuras indicam maior quantidade de carga



Figura 3. Esquema de uma célula eletroquímica para a produção de metal orgânico

nicos, o estudo da fase supercondutora nesses materiais pode ajudar a compreender melhor aspectos relevantes da supercondutividade: por exemplo, por que esse fenômeno não se manifesta em temperaturas próximas à temperatura ambiente. É importante ressaltar que a descoberta de materiais que apresentem supercondutividade em temperaturas próximas da temperatura ambiente mudaria substancialmente nosso cotidiano, pois eles revolucionariam o transporte de energia elétrica, que ocorreria sem dissipação, o que reduziria drasticamente o preço da energia elétrica. E o impacto econômico seria planetário. Convém mencionar que, além da supercondutividade, outras propriedades físicas podem ser exploradas por meio desses materiais. Um exemplo é a fase de ordenamento de carga.

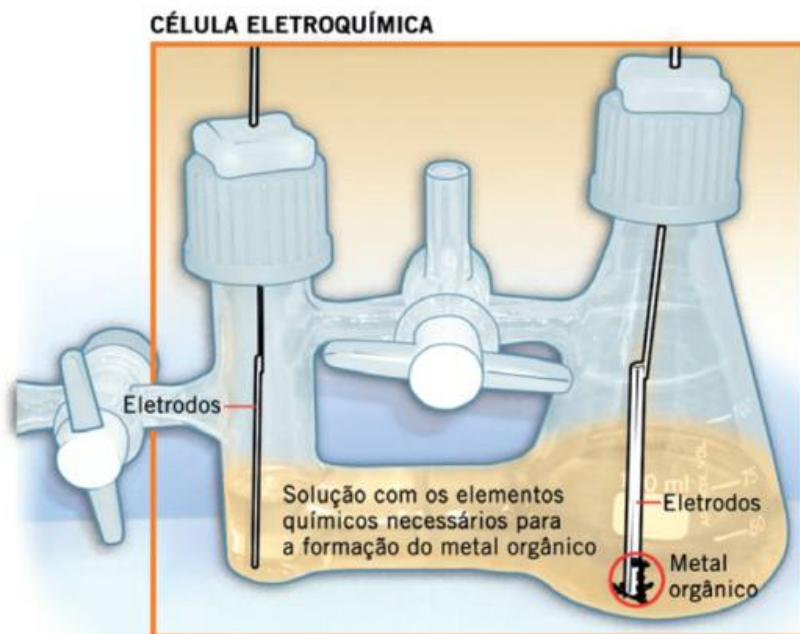
**Pressão e desbalanceamento** Outro aspecto que favorece o estudo dos metais orgânicos é a possibilidade de regular a transição condutor-isolante mediante a aplicação de pressão. Nesses casos, as propriedades físicas do cristal podem mudar radicalmente. Exemplo: aplicando-se pressão da ordem de alguns kilobar (milhares de bar ou kbar), é possível induzir uma transição de uma fase isolante para uma fase supercondutora – a pressão interna de um pneu de uma bicicleta de corrida é da ordem de 5 bar.

Os metais orgânicos também apresentam a chamada fase de carga ordenada (CO), propriedade que se manifesta quando o metal orgânico se torna um isolante. Na fase CO, a distribuição dos elétrons no cristal não é uniforme. Essas partículas subatômicas passam a se agrupar em regiões específicas do sólido.

O resultado dessa aglomeração é a criação de regiões com maior densidade de carga elétrica e outras com menor densidade. Isso leva a um desbalanceamento de carga elétrica na amostra (figura 2).

Os metais orgânicos são materiais usados como exemplos canônicos para o estudo dessa propriedade, que também não é conhecida com detalhes pela física.

**Fabricação e aplicações** O processo de obtenção dos metais orgânicos é conhecido. Em uma solução contendo os solventes apropriados, é aplicada uma corrente elétrica da ordem de alguns microampéres entre os eletrodos de platina em uma célula eletroquímica (fi-



gura 3). O sólido, então, é formado na superfície de um dos eletrodos da célula.

As amostras produzidas crescem em formato de agulha. Isso significa que as amostras são muito finas, com espessura da ordem de décimos de milímetros e retangulares, tipicamente com comprimento de 1 a 3 mm e largura de aproximadamente 0,5 mm.

Esse formato característico dos metais orgânicos favorece o uso deles na fabricação dos chamados supercapacitores – capacitores têm como função acumular energia elétrica. No caso, os metais moleculares, por conta da fase de carga ordenada – a qual é isolante –, ajudariam a aumentar a quantidade de carga que esses dispositivos eletrônicos podem armazenar.

No momento, esses materiais têm sido usados apenas para explorar aspectos fundamentais na física do estado sólido. Entretanto, os passos para torná-los populares em nosso cotidiano já estão sendo dados em vários laboratórios no mundo. Assim, é possível que, em alguns anos, tocadores portáteis de música, telefones celulares, computadores, carros, entre outros objetos e equipamentos de nosso cotidiano, contenham em suas estruturas metais orgânicos. 

### Sugestões para leitura

DE SOUZA, M.; PAUPITZ, R. 'Matéria mal-comportada'.

*Ciência Hoje* nº. 299 (2012).

DE SOUZA, M. 'Elétrons em baixas dimensões'. *Ciência Hoje* nº. 234 (2007).



# *Rastreando os buracos*



Pode soar estranho, mas a linguagem humana e os buracos negros têm suas semelhanças. A primeira é dotada de elementos invisíveis, cuja existência pode ser investigada indiretamente, por meio do movimento dos olhos e das ondas cerebrais, por exemplo.

Buracos negros são igualmente invisíveis, e a localização desses sugadores cósmicos de luz e matéria só pode ser obtida com a observação de fenômenos que ocorrem em sua vizinhança, fora de seu interior.

Em laboratórios de linguística do mundo (inclusive, no Brasil), os pesquisadores caçam, com equipamentos sofisticados, os 'buracos negros' da linguagem.

**Marcus Maia**  
**Aniela Improta França**  
*Faculdade de Letras,  
Universidade Federal  
do Rio de Janeiro*



# negros da linguagem

**B**uracos negros são regiões do espaço dotadas de intensa gravidade, que atraem para o interior desses corpos celestes luz e matéria que passam em suas redondezas. Pelo fato de nem mesmo a luz escapar de seu interior, buracos negros não podem ser observados diretamente. Portanto, o interior deles é invisível aos telescópios e a quaisquer outros detectores. Assim, o que ocorre no interior desses sugadores cósmicos – alguns, por sinal, dotados de rotação – deve ser inferido apenas indiretamente.

Há cerca de 60 anos, o linguista norte-americano Noam Chomsky propôs a existência da gramática universal, uma dotação biológica para a linguagem comum a todos os seres humanos. Nessa teoria, analisam-se as categorias vazias, elementos invisíveis na estrutura das frases, mas cuja existência, como a dos buracos negros, pode ser inferida apenas indiretamente.

Na Antiguidade, os gregos já tinham conhecimento de elementos invisíveis na linguagem: a elipse e o zeugma, ambas figuras de linguagem que consistem na omissão de palavras que se subentendem na frase. Em ‘Corremos para casa’, há a elipse de ‘Nós’; em ‘Ele é disciplinado, e a irmã também é’, há um zeugma, pois o termo omissivo (‘disciplinada’) sofreu flexão (no caso, de gênero).

Assim como os buracos negros, esses elementos invisíveis têm propriedades que variam caso eles sejam estáticos ou dotados de movimento. Exemplificando: ‘O que sabemos?’ Examinando-se essa simples oração interrogativa à luz da teoria de Chomsky, podemos identificar a presença de duas categorias vazias: i) uma mais estática; ii) outra produzida pela movimentação de um constituinte na frase. No exemplo, o verbo saber precisa de um sujeito e de um objeto, como em ‘O menino sabe inglês’, onde ‘menino’ é o sujeito, e ‘inglês’, o objeto.

Que o sujeito em ‘O que sabemos?’ é ‘nós’, infere-se pelo sufixo ‘mos’, que indica a primeira pessoa do plural. Mas não se encontra o pronome ‘nós’ na posição típica de sujeito, imediatamente anterior ao verbo. Nem todas as línguas permitem deixar essa

lacuna (categoria vazia, na linguística), exigindo que o sujeito esteja sempre presente na estrutura, por meio de um pronome ou de um nome. No português, espanhol e chinês, temos essa opção de sujeito nulo, que não é possível no francês ou inglês, por exemplo.

Poderíamos reescrever nossa frase como ‘Sabemos o quê?’ – forma usada comumente quando não ouvimos bem o objeto de uma frase. Na nova forma, ‘o quê’ é objeto direto – ‘quem sabe, sabe alguma coisa’. Mas, ao deslocarmos o constituinte interrogativo para a esquerda da frase, podemos nos perguntar onde está o objeto direto. Resposta: ele agora também é uma categoria vazia. Mas essa categoria vazia é diferente daquela que foi produzida por apagamento do pronome. Nesse caso, a lacuna que passou a existir na posição do objeto foi produzida por deslocamento.

**Deslocamento e apagamento** A teoria da gramática universal postula que categorias vazias são universais na linguagem, ou seja, estão presentes em todas as línguas, podendo, no entanto, variar entre elas. A teoria afirma também que há vários tipos de categorias vazias. Vimos aqui dois deles: por apagamento e por movimentação.

Na categoria por movimentação, ao se deslocar, um elemento não destrói sua posição inicial, que fica vazia, invisível, sem som, mas presente e atuante na estrutura, guardando o lugar do elemento movido. Assim, ao lermos uma frase como a de nosso exemplo, iniciada por uma palavra interrogativa, disparamos automaticamente um processo de busca do lugar original desse constituinte movido – no caso, a lacuna após o verbo, onde a expressão interrogativa deslocada pode ser corretamente interpretada como seu objeto, garantindo a compreensão da frase.

No Brasil, esses buracos negros da linguagem têm sido investigados por meio de metodologia experimental, pioneiramente, pelo Laboratório de Psicolinguística Experimental (Lapex) e pelo Laboratório de Acesso Sintático (Acesin), na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que agora, juntos, estão implantando o novo Laboratório de Eletroencefalografia e Rastreamento Ocular da Linguagem (LER).

>>>



**Sacadas e fixações** Para essas pesquisas, usam-se um rastreador ocular e um equipamento de eletroencefalografia. O primeiro monitora o olhar em sua movimentação em milésimos de segundo na leitura de frases ou visualização de imagens, enquanto o outro captura, simultaneamente, potenciais elétricos (ondas cerebrais) associados a expressões linguísticas no neocórtex cerebral, permitindo capturar a modelagem das curvas de variabilidade desses potenciais.

De modo geral, tanto na leitura quanto na observação do mundo, o olho procede por meio de sacadas (saltos) e fixações muito rápidas, com cerca de um a dois graus de amplitude. Esse padrão é determinado pelas propriedades da retina, na qual cerca de 30 mil células especializadas (cones) responsáveis pela visualização das formas e cores estão concentradas na fóvea, uma área de apenas 4 mm. Assim, o olho só vê em detalhes a imagem projetada na fóvea.

As fixações duram, em média, de 150 a 400 milissegundos (ms); as sacadas, de 20 a 40 ms. O monitoramento ocular em milésimos de segundo permite uma análise microscópica dos processos da atenção associados à chamada computação da linguagem, fornecendo aos psicolinguistas um instrumento de alta precisão para desvendar, por exemplo, os processos de leitura.

**Com e sem buraco** A figura 1 mostra o rastreamento ocular comparativo da leitura de duas frases: i) Que livro o professor escreveu sem ler a tese antes? ii) Que livro o professor escreveu a tese sem ler antes? – ambas se iniciam por um constituinte interrogativo ('Que livro'), que, como vimos, precisa ser analisado

em referência ao verbo. O(a) leitor(a) precisa encontrar, portanto, um lugar na estrutura verbal para poder entender a frase, descobrindo qual o papel que o constituinte 'que livro' desempenha no evento verbal representado pelo verbo 'escrever'.

Na primeira frase, para chegar ao verbo, passa-se antes pelo termo 'o professor', que está na posição pré-verbal, ou seja, típica do sujeito em português. Passado o verbo, vem a posição típica do objeto, que está vazia. Então, é aí que o constituinte interrogativo 'que livro' pode ser interpretado: "O professor escreveu que livro?". Feita essa análise, o leitor segue adiante, concluindo a frase, sem problema.

Dada a semelhança das duas frases até o verbo, a lógica da leitura da segunda delas deve, portanto, ser a mesma da primeira: a primeira posição possível para interpretar o constituinte deslocado 'que livro' é a posição pós-verbal, de objeto. Entretanto, surpresa! A lacuna está preenchida por outra palavra! E agora?

Passado o espanto inicial, só resta prosseguir na busca do lugar no qual 'que livro' pode ser interpretado. Ele aparece mais adiante, após o segundo verbo da frase (ler). A interpretação dessa frase é 'O professor escreveu a tese sem ler que livro antes?'. Enfim, tarefa concluída, mas houve um custo extra aí: diferentemente da primeira frase, em que havia a lacuna como primeiro recurso – ou seja, um 'buraco negro' logo disponível para encaixar o constituinte deslocado –, na segunda, essa lacuna estava preenchida – não havia ali 'buraco negro'.

**Fotografia linguística** A comparação dos processos de leitura das duas frases é confirmada pelo estudo de rastreamento ocular. É assim que os psicolinguistas descobrem os 'buracos negros' da linguagem: observando o processamento, pelos leitores, dos demais 'corpos linguísticos' que formam a frase – processo que guarda semelhança com o modo como os astrofísicos descobrem os buracos negros: por meio da observação do comportamento de corpos celestes – no caso, na vizinhança dos buracos negros.

Em nossas duas frases, a presença da lacuna ('buraco negro') pode ser inferida ao compararmos, nas sentenças, a leitura do termo 'a tese'. Os resultados do rastreamento ocular nos dois casos nos mostram praticamente uma 'fotografia' dos processos descritos acima. A figura 1 indica o tempo médio de fixação no termo 'a tese' (330 ms), significativamente menor na primeira frase do que na segunda (926 ms).



Figura 1. Mapas de calor de leitura das duas frases por 10 sujeitos, obtidos por equipamento de rastreamento ocular



Por que o mesmo termo apresenta tal variação nas duas frases? A resposta dos psicolinguistas: na segunda frase, a palavra 'tese' ocupa o lugar da primeira lacuna, na qual o constituinte interrogativo ('que livro') poderia ser interpretado – ou seja, não havia ali um 'buraco negro' disponível, o que causou a surpresa responsável pela maior duração das fixações. Na figura 1, as cores relativas à posição da palavra 'tese' (vermelho, indicando maior duração das fixações na frase 2; verde, indicando menor duração, na frase 1, fornece-nos, praticamente, um flagrante do buraco negro linguístico.

**Eletrodos no escalpo** Com base nas ondas cerebrais, a neurociência da linguagem vem revelando aspectos linguísticos sutis. Para isso, emprega a chamada técnica dos potenciais relacionados a evento – mais conhecida pela sigla, em inglês, ERPs. Essa técnica, que aplica cálculos matemáticos complexos aos sinais captados por um equipamento de eletroencefalografia, permite, por exemplo, estudar a onda cerebral relacionada a determinado estímulo linguístico.

Os psicolinguistas e neurocientistas podem, assim, comparar sentenças que fazem sentido com aquelas que não fazem, verificando como a percepção de cada palavra afeta a altura do pico (amplitude) do potencial (ou onda cerebral) e o tempo que a onda demora a se formar (latência).

No mundo, a primeira pesquisa linguística feita nessa área aconteceu nos Estados Unidos na década de 1980. Ela revelou um potencial elétrico que ficou famoso: o chamado N400 – 'N' de negativo e 400 por ter latência por volta dos 400 ms após o estímulo. Testou-se uma sentença que tinha um sintagma nominal (substantivo) que não encaixava bem no significado (semântica) da frase.

No Brasil, esse tipo de experimento começou a ser feito pioneiramente, em 1996, na Faculdade de Letras, em conjunto com o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação em Engenharia (Coppe), ambos na UFRJ. Comparamos sentenças congruentes e incongruentes (de significado incoerente). Por exemplo, i) Maria refogou a carne ontem; ii) Maria refogou a música ontem.

Colocamos os eletrodos do equipamento de eletroencefalografia em 20 pontos no escalpo dos voluntários – esse é o chamado Sistema 10-20 – e gravamos a atividade elétrica de cada ponto, enquanto as pessoas eram

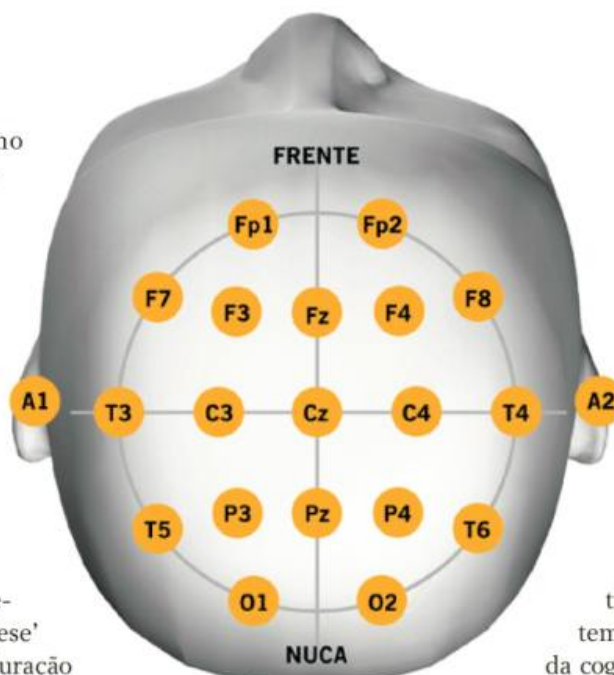


Figura 2. Voluntário com eletrodos afixados ao escalpo, seguindo o chamado Sistema 10-20 (esquema ao lado)

estimuladas pelas sentenças (figura 2). O resultado foi expressivo em quase todos os pontos de coleta, mas mais expressivos em eletrodos do lobo parietal – na figura, indicados por P3 e Pz – e nos centrais (Cz e C3), onde frequentemente vão parar as informações da cognição da linguagem.

Não queremos dizer com isso que a eletricidade que foi colhida nas regiões parietal e central no escalpo foi realmente gerada nas mesmas regiões dentro do cérebro. O ERP é uma técnica muito precisa quanto aos atributos da onda (amplitude e latência), mas não em termos de onde ela ocorreu no cérebro. A figura 3 traz resultado dos ERPs relativos às sentenças congruentes (linha azul) e incongruentes (linha vermelha).

**Comida, carne, legumes?** Quando os voluntários leram 'a carne', formou-se um N400 com amplitude baixa. Porém, a sentença que estimulou os voluntários com 'a música', depois de 'refogou' foi marcada por um N400 de amplitude maior, devido ao custo extra de se tentar integrar um constituinte que não pode ser integrado ao verbo.

O efeito só aconteceu porque os voluntários foram estimulados na velocidade típica de uma conversa. Se dermos muito tempo para o voluntário pensar sobre a sentença (se ela é congruente ou não), ele sempre vai achar uma forma de ajustar o significado por meio de metáforas.

Depois de alguns segundos pensando sobre 'refogar uma música', o voluntário pode interpretar que isso significa 'fazer alguma coisa para adicionar um balanço mais animado à música', por exemplo. Mas não é a criatividade do ouvinte que essa técnica se propõe a estudar. Ela mede exclusivamente a primeira tentativa, imediata e inconsciente, de se entender uma sentença. Uma incongruência que aparece na velocidade da conversa é inevitavelmente marcada por um N400 de alta amplitude.

Tudo isso em prol da eficiência necessária para vencer as pressões de tempo típicas da cognição de linguagem – afinal, alguém já viu a pessoa parar uma conversa para processar melhor o complemento do verbo? Quando os voluntários liam 'refogou', eles já pré-ativavam uma lista de bons complementos – a comida, a carne, o legume etc.

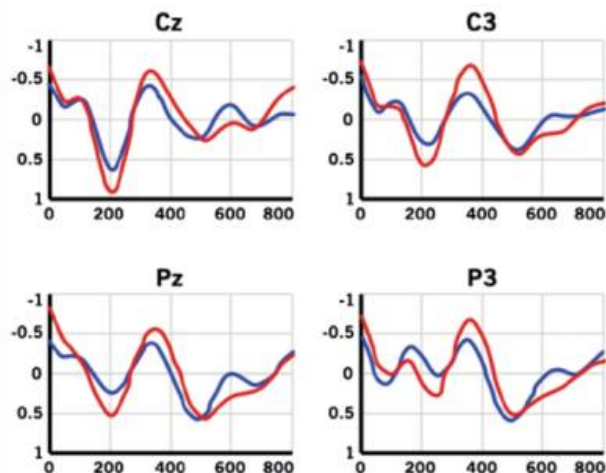
>>>



**EXPERIMENTO 1**

Maria refogou a música ontem

Maria refogou a carne ontem

**EXPERIMENTO 2**

Que música Maria refogou \_\_\_\_\_?

Que carne Maria refogou \_\_\_\_\_?

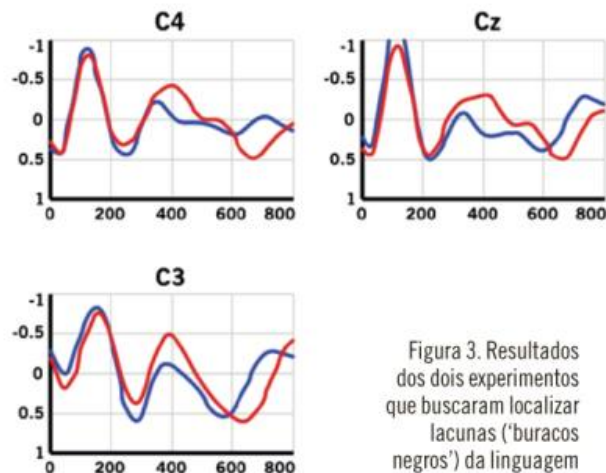


Figura 3. Resultados dos dois experimentos que buscaram localizar lacunas ('buracos negros') da linguagem

Em nossa pesquisa, às vezes, o complemento era o esperado, e, por isso, as ondas captadas se mantinham em seu curso normal, de vales e picos de média amplitude. Porém, a surpresa de uma palavra inesperada marcou o potencial relacionado a ela (N400) com uma amplitude maior, depois da leitura desse termo incongruente.

**Reação ao susto** Após esse experimento, pensamos logo que seria ainda mais interessante observar se havia algum efeito relativo à incongruência coincidindo com uma categoria vazia ('buraco negro') vinda de um movimento de constituinte que saiu da posição em que foi gerado e migrou para outra, onde é pronunciado. Então, testamos sentenças com categorias vazias (lacunas ao lado do verbo): i) Que carne Maria refogou ontem?; ii) Que música Maria refogou ontem?

Esse segundo experimento nos mostrou que os N400s foram ainda mais pronunciados do que aqueles obtidos pela leitura de sentenças como as do primeiro experimento. Razão: a reação elétrica aparece aqui em relação a uma categoria vazia, ou seja, levamos susto por termos que incorporar ao verbo um elemento incongruente que não está lá. O N400 nos entrega a posição exata da categoria vazia: a lacuna após o verbo – assim como certos fenômenos entregam aos astrofísicos o local de um buraco negro.

**Microcosmologia cognitiva** Nesse experimento, descobrimos outra característica importante das sentenças que têm um constituinte interrogativo. Os gráficos nos mostram que, antes do N400, há outro potencial elétrico, sobreposto nas condições congruentes e incongruentes (linhas azul e vermelha) por volta dos 100 ms. É um N100 de alta amplitude.

Vale ressaltar que esse potencial não está presente nos estímulos oferecidos por sentenças como as usadas no primeiro experimento. Interpretamos esse potencial como uma bandeira de atenção, já que o constituinte interrogativo exige logo uma resposta de conteúdo de quem o interpreta. O cérebro fica alerta a essa necessidade de engajamento e responde com esse N100, percebido mesmo antes de ser interpretado.

Já vimos que o conteúdo da pergunta só será interpretado aos 400 ms na lacuna pós-verbal ('buraco negro'), que com essa técnica pode ser visualizada diretamente pela amplitude do potencial. Vemos, então, que a pergunta do tipo 'Que música...?' e 'Que carne...?' dá origem a dois potenciais: i) um deles, aos 100 ms, requer um engajamento da atenção relacionado à presença física do constituinte interrogativo logo no início da frase; ii) o outro, ao 400 ms, requer a interpretação do elemento movido, que deixa uma lacuna ao lado do verbo ao qual deve ser integrado.

Com esses instrumentos de monitoração de linguagem, nós, linguistas, também podemos fazer nossa microcosmologia cognitiva. 

## Sugestões para leitura

- FRANÇA, A. I.; LEMLE, M.; CAGY, M.; CONSTANT, P.; INFANTOSI, A. F. C. 'Discriminating among different types of verb-complement merge in Brazilian Portuguese: an ERP study of morpho-syntactic sub-processes'. *Journal of Neurolinguistics*, v. 17, n. 6, p. 425-437 (2004).
- MAIA, M. A. R. 'Reading and listening to garden-path PP sentences in Brazilian Portuguese'. *International Journal of Mind, Brain & Cognition*, v. 2, p. 101-113 (2011).





FOTO: OCERO RODRIGUES

## BIOGRAFIAS: VIVOS E MORTOS

*O interesse pela  
'vida dos outros'  
tem implicações  
muito complexas,  
sendo necessário  
[em biografias]  
fugir do vulgar,  
do superficial, e  
ressaltar  
o que de fato  
interessa à  
compreensão*

Na década de 1920, um grupo de historiadores franceses – o Grupo dos *Annales* – escreveu manifestos, fundou uma revista e estabeleceu estratégias universitárias para fazer triunfar a ‘história-problema’. Um dos expoentes desse grupo, Lucien Febvre (1878-1956), esclareceu que eles não queriam escrever trabalhos de história como se fossem velhotas que tecem tapeçarias, ou seja, com pequenos pontos de lã. Era preciso deixar de lado datas, fatos, nomes, considerados miúçalha inútil, e se debruçar sobre processos, problemas, temporalidades amplas.

Vários adeptos dos *Annales* baniram personagens e acontecimentos de seus trabalhos, trazendo para o primeiro plano a análise de conjunturas de alta e baixa de preços, tendências seculares de revolta social, objetos como o mar, o clima, as estruturas familiares. Os críticos dessa história repaginada se perguntaram em que ela era, afinal, diferente de disciplinas mais jovens, como a economia, a sociologia, a antropologia, e temeram pelo desaparecimento da especificidade do conhecimento histórico. As questões trazidas pelo grupo dos *Annales* já eram um indício da crise dos paradigmas que, anos depois, abalaria várias formas de conhecimento. Daí em diante, poucos historiadores acreditariam ser possível, por meio da pesquisa sistemática, reconstituir o passado com exatidão. Não caberia mais à narrativa histórica recriar ou devolver o passado, mas aproximar-se dele e tentar compreendê-lo.

Em geral, o grande público não gosta dessa história-problema, que lhe parece descartada e insípida. A voga das biografias pode ser explicada, em grande parte, como expressão de certa nostalgia em relação a formas mais tradicionais de narrar a história, com certezas e detalhes, bem como da curiosidade natural por enredos e futricas – os tais pontinhos da tapeçaria.

Considerada um gênero menor por historiadores acadêmicos e mais profissionalizados, a biografia voltou com força total confor-

me a sociedade se pautou mais e mais pelo consumo, e o individualismo levou a melhor sobre formas coletivas de ação. Há biografias e biografias, e não é fácil fazer uma que seja boa, por vários motivos. Como diz o verso de Ferreira Gullar, musicado por Paulinho da Viola, a vida não é uma equação, não pode ser resolvida: “A vida, portanto, meu caro, não tem solução”.

O biógrafo se debruça sobre a vida do outro, dá-lhe um sentido que, com frequência, não teve, resalta nela uma lógica que lhe é alheia. Talvez por isso a boa biografia seja, muitas vezes, aquela que transcende o indivíduo e elucida a época. Como a escrita por Charles Boxer (1904-2000) sobre Salvador Correia de Sá (1602-1688), que é também uma história da importância do oceano Atlântico no império português do século 17. Escrevi uma pequena biografia do poeta Cláudio Manuel da Costa (1729-1789), sobre quem há pouquíssima documentação, e resolvi explicitar as lacunas: a biografia não é ficção; tenta ser precisa, mas não pode deixar de lado a dúvida; lança mão da criatividade, mas, quando não tem certeza, cogita em vez de inventar.

Há hoje no Brasil uma polêmica sobre o direito de se escrever biografias, mesmo as não autorizadas. Defendo esse direito, em nome da coerência profissional e da liberdade de expressão. Mas reconheço que o cuidado há de ser redobrado quando o biografado está vivo. Primeiro, porque o interesse pela ‘vida dos outros’ tem implicações muito complexas – quem não se lembra do maravilhoso filme alemão com esse nome? –, sendo necessário fugir do vulgar, do superficial, e ressaltar o que de fato interessa à compreensão. Depois, porque posso imaginar a perplexidade dos biografados vivos ao se deparar com as soluções que seus biógrafos deram aos impasses e dilemas que lhes pontuaram a vida. Os mortos, ao menos, estão protegidos porque ignoram, até prova em contrário, qual o seu destino póstumo cá na Terra. **GR**

**LAURA DE MELLO E SOUZA**

Departamento de História,  
Universidade de São Paulo  
Membro da Academia  
Brasileira de Ciências



# GOSTINHO DE FUTURO

LÍNGUA ELETRÔNICA PODE FUNCIONAR COMO SENSOR DE APLICAÇÃO GERAL, DA GASTRONOMIA À MEDICINA

É possível que o leitor já tenha cogitado em ser *sommelier* de vinhos ou outras bebidas. Mas já pensou em emprestar a sensibilidade de suas papilas gustativas para avaliar água contaminada ou identificar infecções em amostras de sangue? Provavelmente não – mas se a língua em questão for um aparato elétrico supersensível? Essa é a base de uma língua eletrônica em desenvolvimento no Brasil, que poderá ser utilizada em áreas que vão da gastronomia à medicina e à preservação ambiental.

Composta por um conjunto de eletrodos envoltos em filmes nanoestruturados (até 100 vezes mais finos que um fio de cabelo), a língua eletrônica faz jus à alcunha. “Assim como nosso órgão, ela trabalha com o conceito de seletividade global”, afirma o físico Osvaldo Novais de Oliveira, do Departamento de Física e Ciência dos Materiais da Universidade de São Paulo (USP), em São Carlos. “O dis-

positivo não identifica detalhes da composição do líquido, mas o conjunto de sinais captados pelas ‘papilas’ – os sistemas eletrodo-filme –, gera uma ‘impressão digital’ única dele.”

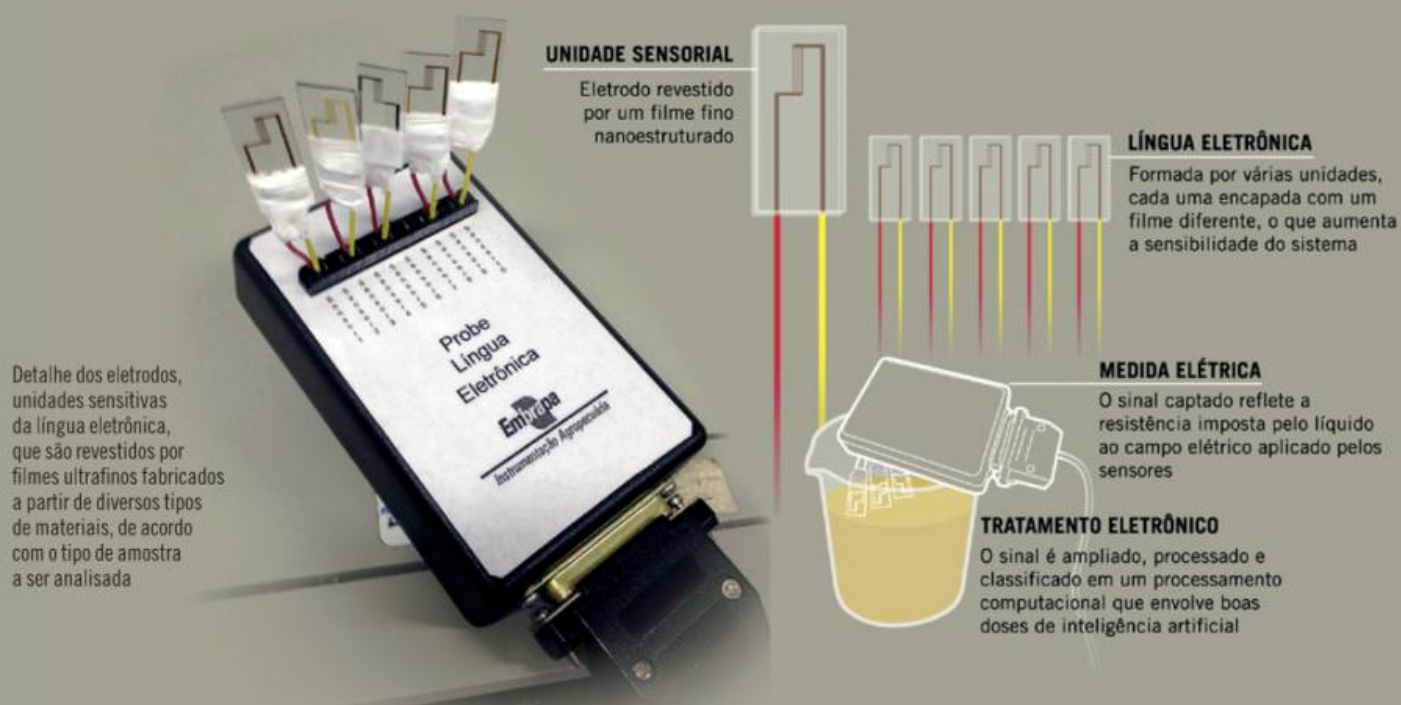
O funcionamento é simples: os pesquisadores aplicam um campo elétrico no eletrodo recoberto pelo filme, imerso no líquido, e analisam a impedância do meio – a resistência que o líquido impõe à passagem da corrente. “Cada líquido impõe certa resistência, muito pequena, que conseguimos registrar”, explica o físico Antonio Riul Jr., do Instituto de Física Gleb Wataghin da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). “Qualquer alteração mínima no meio altera a resposta elétrica, daí a grande sensibilidade do equipamento.”

As películas, que servem para ampliar esses sinais, podem conter polímeros condutores, moléculas orgânicas, nanopartículas metálicas, entre outros elementos, de forma a ge-

rar respostas diferentes do líquido. “Seria possível usar apenas eletrodos para identificar as amostras, mas os filmes ultrafinos aumentam a sensibilidade na medição, o que é benéfico”, avalia Riul.

A análise dos dados é sempre comparativa – é possível observar, por exemplo, a diferença de sinal da água limpa e de água com algum contaminante. “O sensor sozinho, não é capaz de analisar isoladamente os materiais ou discernir o que mudou no líquido”, destaca o físico. Para isso, além de uma tabela comparativa de respostas elétricas, é necessário um processamento computacional sofisticado. “Imagine diversas amostras de vinho, por exemplo. A quantidade de dados produzidos já é enorme, as amostras são muito próximas e ainda têm certa variabilidade inerente ao produto”, aponta Oliveira, especialista na área. “É impossível distingui-las sem processamento.”

**APLICAÇÕES VARIADAS** Os degustadores não devem ter medo de que o equipamento tome seu lugar: o sistema também não é capaz de fazer julgamentos de gosto, ou seja, dizer se algo é bom ou ruim, *a priori* – precisa ser calibrado a partir da experiência humana. “Quem nunca bebeu vinho





não sabe diferenciar cada tipo, precisa ser treinado para isso”, explica o engenheiro de materiais Daniel Souza Corrêa, da unidade Instrumentação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em São Carlos. Riul completa: “É preciso usar métodos de inteligência artificial para ensinar ao equipamento o que é bom. A partir daí, é possível pensar em muitas aplicações, como a gastronomia ou mesmo o aprimoramento de medicamentos de gosto desagradável ao paladar humano.”

As possibilidades são muitas: a língua poderá até analisar amostras sólidas – bastando liquefazer pequena parte do material. “Em uma parceria entre a USP e a Embrapa, já foi testado, por exemplo, seu uso como método complementar de avaliação de sementes de soja, para selecionar aquelas com gosto mais agradável para processos de aprimoramento genético”, conta Corrêa. O sensor permitirá ainda testes rápidos para evitar a ingestão de produtos perigosos por pacientes com alguma intolerância alimentar mais aguda.

A clínica médica também pode se beneficiar: a língua já se mostrou capaz de diferenciar, com precisão, infecções de doença de Chagas e de leishmaniose – como ambas são cau-

sadas por protozoários, os casos de falso positivo são comuns. Para isso, foi utilizado um conceito estendido da língua eletrônica, com o emprego de unidades sensoriais que identificam uma substância específica. “Adicionamos um antígeno ao filme e avaliamos a presença e a quantidade de anticorpos nas amostras de sangue a partir da resposta elétrica”, recorda Oliveira. “Nesse caso, a inserção de eletrodos seletivos no conjunto de unidades não seletivas aumentou a correlação de dados”, completa Riul.

Outra variação do projeto original foi desenvolvida pelo próprio Riul: o equipamento derivado tem um compartimento para receber pequenas amostras de líquido, em vez de ser mergulhado nele. Essa variação, microfluídica, pode ser útil, por exemplo, na medicina (já que precisaria de apenas uma gota de sangue do paciente) e em ocasiões em que a amostra é muito limitada ou o material utilizado nos sensores, muito caro.

**DESAFIOS DE MERCADO** Os estudos com a língua eletrônica começaram a ser divulgados há mais de 10 anos. Na época, o projeto era liderado por pesquisadores da Embrapa e da USP, como os próprios Riul e Oliveira. Hoje, diversos grupos trabalham de for-

ma isolada, mas colaborativa, com o equipamento – que ainda não chegou ao mercado. Uma das barreiras para isso é justamente sua própria sensibilidade. “O sistema é muito sensível e acaba respondendo a qualquer alteração no material analisado”, pondera Riul. “O mercado deseja uma margem de erro que ainda não detemos.”

Também serão necessários mais esforços em engenharia de dispositivos para aprimorar a parte eletrônica do equipamento. “Ainda não realizamos testes comerciais por serem muito caros e terem pouca relevância científica”, avalia Oliveira. “Esses procedimentos só se justificam se tivermos uma empresa disposta a investir no produto.”

Para Riul, as questões técnicas ainda sem resolução têm afastado o interesse privado no projeto. “Infelizmente não temos uma cultura de inovação no setor privado, as empresas querem algo pronto para lucro imediato, sem visão de médio e longo prazo”, acredita. Corrêa, no entanto, destaca a necessidade dessa aproximação. “A tecnologia em si está validada”, afirma. “A fase de melhorias para o uso comercial leva tempo, mas essa é a única tecnologia nacional do tipo e poderá ser produzida com um custo mais baixo no país.”

A língua eletrônica brasileira não é única. Algumas concorrentes têm, inclusive, versões comerciais, como a japonesa Insent e a europeia Alpha-mos, cujos modelos chegam a custar alguns milhares de reais – mas com projetos diferentes do nacional. “Eles operam em função de carga líquida em solução, trabalham bem com eletrólitos fortes, mas não com materiais que não formam íons, como a água com sacarose [o açúcar comum]”, diz Riul. “Se por um lado sua configuração permite mais controle sobre alguns parâmetros, por outro tem problemas com processos de miniaturização.”

MARCELO GARCIA | CIÊNCIA HOJE | RJ

## APLICAÇÕES POTENCIAIS





# VIOLEIRO DOS TEMPOS ANTIGOS

TESTAMENTO DO *LUTHIER* PORTUGUÊS REVELA NOVAS INFORMAÇÕES SOBRE A MÚSICA BRASILEIRA DO PERÍODO COLONIAL

Seu nome era Domingos Ferreira (1709-1771). Ofício: construtor de instrumentos musicais. Ele seria apenas mais um *luthier* esquecido no tempo e no espaço – não fosse uma inesperada descoberta que revelaria informações até então desconhecidas da musicologia histórica no Brasil. Pesquisadores encontraram, nos arquivos do Museu da Inconfidência, em Minas Gerais, um documento com informações minuciosas sobre o trabalho desse artesão. Português residente em Ouro Preto (MG), então Vila Rica, ele é considerado o mais antigo *luthier* – atuante em terras brasileiras – de quem temos notícia.

O documento foi encontrado há uma década. Mas só agora as informações nele contidas estão sendo elucidadas. A responsável pela descoberta foi a historiadora Maria José Ferro de Souza, pesquisadora residente em Ouro Preto [à época vinculada à Universidade Federal de Ouro Preto (Ufop)]. “Trata-se de um inventário de partilha de bens. Registra os instrumentos que Domingos Ferreira fabricava à época, suas ferramentas, transações comerciais, recibos e detalhes diversos sobre seu ofício”, diz o musicólogo Paulo Castagna, da Universidade Estadual Paulista (Unesp), que se dedica ao estudo desse testamento.

Para Castagna, o achado é *sui generis*. “Jamais foi encontrado um documento similar a esse, nem no Brasil, nem em Portugal”, surpreende-se o pesquisador. “Nunca tivemos informações tão substanciais sobre uso e construção de violas no século 18.”

**INSTRUMENTOS COLONIAIS** Domingos Ferreira produzia violas e outros cordofones dedilhados – sugerindo que, naquela época, instrumentos da música dita profana circulavam em proporção bem maior do que a imaginada pelos pesquisadores. A especialidade do *luthier* era construir violas de mão (instrumentos antecessores da atual viola caipira). Domingos Ferreira também construía descantes (um tipo menor de viola) e machetes (análogos coloniais do que hoje entendemos por cavaquinho). Eram todos instrumentos típicos da música popular de outrora.

“Ele produziu e vendeu centenas desses instrumentos durante sua vida”, contabiliza Castagna. “E certamente não era o único *luthier* da região.” Para o musicólogo da Unesp, portanto, a sonoridade da música popular era viva e onipresente nas ruas mineiras daquele século. Imaginava-se que, naquele período, a música popular era bem menos difundida que a música sacra – manifestação musical da igreja cristã, poder hegemônico à época.

“Agora percebemos que isso não corresponde necessariamente à realidade”, pondera Castagna.

“A propósito, a música profana chegou a ser proibida pela Igreja em vários momentos da história do Brasil”, diz a historiadora Maria Teresa Gonçalves Pereira, do Arquivo Geral da Prefeitura de Mariana (MG). “O testamento parece deixar bem claro que, ainda assim, ela era intensamente tocada e ouvida na época de Domingos Ferreira.”



Ilustração de um violeiro em um painel residencial mineiro do século 18, exposto no Museu Histórico Regional de São João del-Rei (MG)





## Viola e violeira

Curiosidade musical: quando falamos viola, hoje, logo pensamos na viola de arco, isto é, naquele instrumento usado em orquestras – que se assemelha a um violino, porém ligeiramente maior. Mas, no Brasil colonial, esse instrumento erudito era conhecido como violeira. A propósito, essa é a denominação ainda usada em Portugal.

Nos tempos de Domingos Ferreira, viola era o termo correto para designar o instrumento dedilhado semelhante ao que hoje conhecemos como viola caipira. Esse instrumento surgiu em meio à nobreza espanhola do século 16. “No século 18, chegou a transitar por todas as camadas sociais, mas, a partir do século 19, foi expulso da elite e por isso passou a ser chamado de viola ‘caipira’”, conta Castagna. Outra curiosidade lexical: em português antigo, ‘violeiro’ é o termo que designa o que hoje chamamos de *luthier*. E quem tocava viola era chamado de ‘tangedor de viola’.

DIVULGAÇÃO/INSP PAULO CASTAGNA

Duas das mais antigas violas brasileiras conhecidas. São do final do século 19 ou do início do século 20, acreditam pesquisadores. A da esquerda pertence à coleção particular de Anna Maria Kieffer, em São Paulo (SP); a da direita é uma viola paulista do Museu Histórico Sorocabano (SP)

## A música popular de outrora

Singela armadilha conceitual pode confundir os desavisados. É o termo ‘música popular’. “No contexto do século 18, esse conceito era radicalmente diferente da maneira como o entendemos hoje”, alerta Paulo Castagna. Nos dias atuais, associamos música popular a um fenômeno de massa de natureza comercial. É a massificação e homogeneização das sonoridades protagonizadas por uma indústria – indústria essa, aliás, demonizada nas críticas demolidoras do filósofo alemão Theodor Adorno (1903-1969). Em séculos anteriores, entretanto, música popular era simplesmente aquela não exercida sob os auspícios da Igreja, da nobreza ou do Estado – o que não significava que era acessível a camadas, digamos, mais populares. “No século 18, ‘música popular’ era aquela executada em ambientes de convivência social, familiar, mesmo entre amigos”, ensina Castagna. Era um circuito deveras restrito.

Vejamos o caso da música popular brasileira. Ela tinha cerca de 15 diferentes estilos de dança. A mais comum era a arromba – de onde deriva a expressão ‘festa de arromba’, isto é, festa onde se dança o ritmo da arromba. “Não sabemos como é essa coreografia, mas a arromba é muito citada na documentação histórica tanto no Brasil quanto em Portugal.” Além das danças, integravam o universo da música popular brasileira as chamadas modinhas e também os lundus. Muitas dessas manifestações musicais não resistiram ao tempo. Perduraram somente aquelas que, eventualmente, foram transcritas em sistemas de notação musical – partituras – por músicos letrados e representantes da cultura erudita. Da música popular dos tempos pretéritos, portanto, os traços que resistiram aos séculos foram provavelmente releituras da elite intelectual de outrora.

DIVULGAÇÃO/INSP PAULO CASTAGNA

**SENHOR E ESCRAVO** “Tivemos outra surpresa”, conta o musicólogo. O inventário revela uma relação entre senhor e escravo muito diferente daquela usualmente imaginada – a clássica imagem do tilintar das correntes, do negro cativo submisso aos caprichos de seu senhor. Nada disso. Domingos Ferreira, ele próprio, tinha alguns escravos. E um deles se destacava: Antônio Angola. Não só auxiliava seu senhor em serviços artesanais na oficina – como também era designado a percorrer, sozinho, parte do território mineiro e comercializar os instrumentos por conta própria. Homem de confiança. “Isso ilustra como a ideia de escravidão pode ser bem mais diversa e complexa do que normalmente pensamos”, afirma Castagna. O pesquisador publicou, em parceria com Pereira e Sousa, um artigo intitulado ‘Domingos Ferreira: um violeiro português em Vila Rica’, detalhando esse interessante contexto. O trabalho está disponível gratuitamente no sítio *Archive.org* (<http://bit.ly/1iiUjUh>).

HENRIQUE KUGLER | CIÊNCIA HOJE | RJ



# VALIOSO ANTIBIÓTICO

SOLUÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA PODE COMBATER BACTÉRIAS E PRESERVAR FRUTAS



O uso da prata para combater bactérias parece estranho, mas não é novidade. Essa aplicação do metal precioso, na forma de nanopartículas, tem sido pesquisada há algum tempo, e vem mostrando efeitos muito promissores. Uma prova disso está na utilização de uma solução de prata metálica tanto para adiar o apodrecimento de frutas quanto para evitar a disseminação de doenças em hospitais.

A preparação da solução antibiótica envolve um fungo comum do solo, *Fusarium oxysporum*. A reação de enzimas produzidas pelo fungo com íons de prata forma as nanopartículas – com menos de 50 nanômetros (1 nm equivale a 1 milionésimo de milímetro) – de prata. “A formação das nanopartículas aumenta a área superficial da prata, potencializando as reações e os efeitos antibióticos do metal”, diz o químico Nelson Durán, do Laboratório de Síntese de Nanoestruturas e Interação com Biosistemas (NanoBioss) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), e um dos coordenadores do projeto.

Para preservar frutas, a solução contendo a prata é misturada a uma substância gelatinosa. Esse material adere à superfície das frutas mergulhadas nele e, ao secar, forma uma película fina, invisível a olho nu e inodora. Essa camada protetora impede a perda de água e a ação de bactérias, fatores envolvidos no apodrecimento. Testes constataram que frutas protegidas por esse filme não apresentaram mudanças significativas por até 15 dias – quando foram lavadas. “Mas acreditamos que esse

período pode ser ainda maior, chegando, talvez, a um mês”, aponta Durán.

Os autores do estudo apontam que a aplicação dessa película logo após a colheita permitiria maior preservação das frutas durante o transporte e nos pontos de venda. Caberia à empresa de transporte eliminar a solução antibiótica, que não é comestível, antes da entrega ao distribuidor local e da chegada ao consumidor. O processo de remoção é simples: basta lavar os frutos.

Segundo dados do Ministério da Agricultura, de 2009, mais de 30% de frutos e vegetais são perdidos após a colheita. Os pesquisadores acreditam que o emprego da solução de nanopartículas de prata poderia reduzir esse percentual e aumentar os lucros. “O processo usa pouquíssima prata, e não teria grande impacto nos custos de comerciantes e indústrias”, afirma Durán, “Também não afetaria o preço dos alimentos para o consumidor”. Além de diminuir perdas no transporte, essa película protetora permitiria comercializar as frutas por mais tempo.

Os testes feitos durante a pesquisa envolveram frutas como maçã e laranja, no Brasil, e goiaba e sapoti, na Índia (onde essas duas frutas, nativas das Américas, têm grande produção e consumo). Isso porque essa aplicação da solução foi estudada pelo NanoBioss, da Unicamp, e pela Universidade Amravati, da Índia.

**EVITANDO DOENÇAS** Na área da saúde, a mesma solução com prata obteve resultados estimulantes. Associada a tecidos, como roupas de cama e

À esquerda, maçã ainda conservada, 15 dias após ser mergulhada na solução de nanopartículas de prata. À direita, maçã da mesma colheita que não passou por esse tratamento, já apodrecida

aventais de médicos e pacientes, ela ajuda a prevenir a disseminação de doenças em hospitais. “Também pode ser adicionada à tinta usada nas paredes, tornando o ambiente mais inóspito para as colônias de bactérias”, disse o químico Oswaldo L. Alves, coordenador do NanoBioss.

A fixação das nanopartículas em tecidos é feita com a mesma técnica que fixa os corantes, e resiste a até 50 lavagens. Em contato com as colônias de bactérias, a solução reage com substâncias orgânicas produzidas por estas, o que ioniza as nanopartículas de prata. A maneira exata como a prata ionizada destrói as bactérias ainda não está claramente determinada, mas uma hipótese é a da interação entre os íons da prata e o DNA das bactérias, ou as proteínas de sua membrana, que alteraria seu metabolismo, levando-as à morte.

O uso da prata metálica contra bactérias vem tendo sucesso inclusive com espécies que apresentam alta resistência aos antibióticos conhecidos hoje, entre elas certas linhagens de *Staphylococcus aureus*, responsáveis por cerca de 60% das infecções hospitalares. As várias aplicações testadas em laboratório aguardam o registro das patentes e poderão, em breve, ser disponibilizadas para as indústrias.

ISADORA VILARDO | CIÊNCIA HOJE | RJ

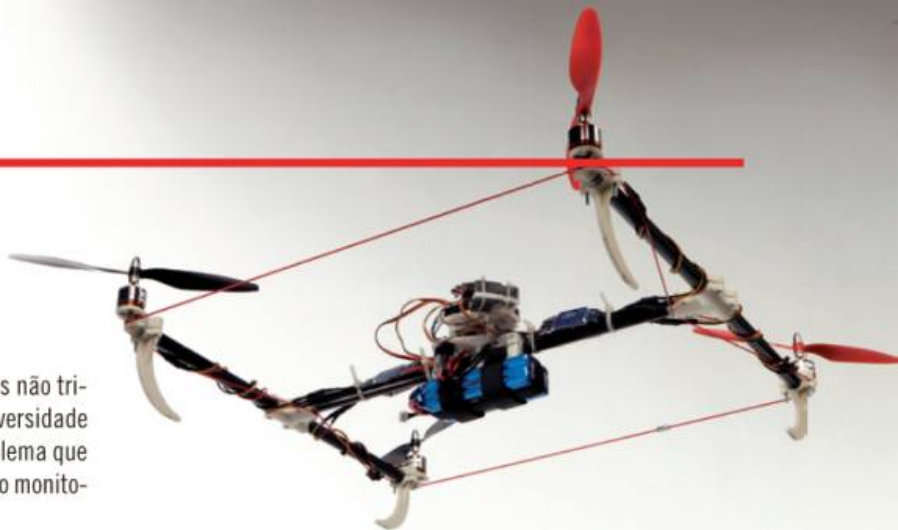


## ENGENHARIA

## Robótica inteligente

A tecnologia dos Vants — apelido dos veículos autônomos não tripulados — vem sendo utilizada por pesquisadores da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) para resolver um sério problema que acomete o setor de geração de energia elétrica no Brasil: o monitoramento de linhas de transmissão em áreas remotas.

De tempos em tempos, essas linhas precisam ser inspecionadas. Para isso, empresas contratam pilotos de helicóptero, que levam um profissional equipado com câmeras especiais para avaliar se as instalações estão em condições adequadas de operação. “É um procedimento bastante caro, e deve ser feito duas vezes ao ano”, diz o engenheiro Leonardo Honório, da UFJF. Por isso, ele e sua equipe desenvolveram um Vant capaz de dar conta dessa empreitada sem a necessidade de tripulação — o aviãozinho, acoplado a um pequeno balão que lembra um dirigível, pode acessar áreas de difícil acesso e coletar informações para avaliar se há superaquecimento nas conexões ou avarias no sistema. “Isso evita acidentes e pode ser decisivo para garantir a continuidade das transmissões”, explica Honório. As fotografias geradas também podem identificar dinâmicas não adequadas de ocupação do solo no entorno das estruturas de transmissão elétrica.



Não é raro, afinal, que essas áreas sejam ocupadas irregularmente por populações menos favorecidas.

A aeronave tem ‘habilidades’ notáveis: é capaz de decolar, realizar a missão e aterrissar automaticamente. Enquanto define os ajustes finais, o engenheiro da UFJF também está projetando outro tipo de geringonça — desta vez, um submarino autônomo para monitorar barragens em reservatórios hidrelétricos. “Essa vistoria, de alta periculosidade, é atualmente feita por mergulhadores”, diz Honório. O novo equipamento poderá, por exemplo, aferir a qualidade da água e coletar informações referentes ao nível de assoreamento dos locais de interesse, de modo a permitir maior precisão nos cálculos de volume de água do reservatório. Segundo as previsões de Honório, ambos os veículos deverão operar já no início de 2014.

FOTO MARCIO BRAGATO

## BIOLOGIA

## Colônia de formigas com até 12 rainhas

A regra manda que, em cada formigueiro, haja uma única rainha para pôr os ovos. Mas pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) descobriram que essa função também pode ser compartilhada: as colônias da espécie carnívora *Odontomachus hastatus* têm até 12 rainhas. Para decidir qual delas colocará mais ovos, elas brigam entre si de forma ritualizada. As perdedoras têm o desenvolvimento ovariano inibido e acabam atuando também como operárias.

O estudo foi realizado no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, no litoral de São Paulo, e mostra que um dos motivos para isso acontecer pode vir da necessidade de adaptação às condições do ambiente. “Os ninhos são construídos nas raízes de bromélias que vivem no tronco de árvores. É provável que as rainhas façam uma aliança quando há poucas moradias disponíveis”, afirma o biólogo Paulo Sérgio Oliveira, do Departamento de Biologia Animal da Unicamp.

Outra explicação é que, unindo-se, elas juntam também seus exércitos: quanto mais rainhas, mais rápido o número de 600 operárias é alcançado, quando os cientistas acreditam que a colônia pode ser considerada madura. Por fim, há outra hipótese: as formigas que saíram para o voo nupcial, em vez de formar um novo formigueiro, voltam para a colônia onde nasceram. Para comprovar essa ideia, os pesquisadores estão analisando agora possíveis graus de parentesco entre mães e filhas.



*O. hastatus*: dieta carnívora e mandíbulas poderosas

Em bromélias presas às árvores, as formigas *Odontomachus hastatus* costumam montar seus ninhos

FOTOS PEDRO RODRIGUES



FOTO TULLO VIDAL



DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

## Premiação em dose dupla

Um conjunto de matérias sobre a garimpagem do ouro no Brasil, e a consequente contaminação ambiental provocada pelo uso do mercúrio nessa atividade, recebeu dois importantes prêmios de jornalismo. Veiculado na *CH On-line* entre 17 e 20 de junho e assinado por Henrique Kugler, o especial 'Rastros do mercúrio' ganhou o 7º Prêmio Allianz Seguros de Jornalismo, na categoria linguagem escrita *on-line* do tema 'sustentabilidade – mudanças ambientais' e a 4ª edição do Prêmio Jornalistas & Cia/HSBC de Imprensa e Sustentabilidade, na categoria mídia regional Sul.

No Prêmio Allianz Seguros, a série foi a primeira colocada entre 230 trabalhos inscritos e o jornalista recebeu por ela R\$ 15 mil, além de troféu e certificado. Na premiação do HSBC, foram destacados 13 vencedores entre 732 trabalhos apresentados; Kugler ganhou neste caso R\$ 5 mil, troféu e certificado.

O especial premiado trata da polêmica gerada por uma resolução do estado do Amazonas que, na contramão da história, regulamenta o uso de mercúrio no garimpo artesanal. Além disso, traça um panorama histórico e atual da contaminação por mercúrio, apontando origens do problema e seus impactos ambientais e para a saúde.

Para ler a série premiada, basta visitar o endereço: <http://cienciahoje.uol.com.br/especiais/rastros-do-mercuro>. A primeira reportagem, 'Em nome do ouro', também foi publicada na *Ciência Hoje* nº 304.



## Pesquisa clínica conectada

Quantos centros de estudo em esquizofrenia há no Japão? Quais são os institutos, na Índia, que estudam epilepsia? Que entidade nos Estados Unidos conta com o melhor banco de dados sobre Alzheimer? Quantos casos de diabetes existem num bairro específico de São Paulo? E quantos portadores de HIV vivem em Shanghai? Respostas para perguntas assim existem, mas estão espalhadas pelo mundo todo – e ter todas essas informações num sistema de dados unificado seria de grande valia para pesquisadores da área biomédica. É exatamente o que fazem a plataforma VIS e o projeto ACRES. Eles formam uma espécie de rede digital, gratuita, desenvolvida na Universidade Harvard (EUA) com a participação de médicos brasileiros. O sistema oferece um panorama global da infraestrutura em pesquisa clínica – milhares de centros já integram a plataforma, criada em 2010. Detalhes em [www.visresearch.org](http://www.visresearch.org).

## Herbário virtual de plantas brasileiras

Lançado em setembro, o Herbário Virtual-Refflora reúne 420 mil imagens entre plantas brasileiras extraídas pelos primeiros cientistas a estudar nossa flora, nos séculos 18 e 19, e espécimes do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, responsável por executar o projeto. A iniciativa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em parceria com o britânico Jardim Botânico Real Kew e com o Museu de História Natural de Paris, pretende 'repatriar' outros acervos com plantas brasileiras, de Bruxelas a Nova York, além de incorporar catálogos de outras instituições nacionais. O internauta pode visitar o herbário em: <http://www.herbariovirtualreflora.jbrj.gov.br>.





FOTO: CÍCERO RODRIGUES

*A historiografia brasileira confere a José Bonifácio a ideia de transferência da capital do Rio de Janeiro para o interior do país (...) mas há omissão quanto ao papel exercido pela estratégia inglesa no âmbito da guerra contra Napoleão*

## SÉRGIO MAGALHÃES

Programa de Pós-graduação em Urbanismo (Proub), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro  
srmagalhaes@hotmail.com,  
www.cidadeinteira.blogspot.com

## CAPITAL E HEGEMONIA

Importantes sociólogos, como o espanhol Manuel Castells e a holandesa Saskia Sassen, conferem especial relevo ao papel das cidades globais para a economia e a geopolítica mundiais. Lugar privilegiado para os negócios, a cultura, a vida social, tais cidades seriam os nós vitais das trocas, da inovação e do conhecimento. Embora tal compreensão não seja inédita – já que as cidades têm sido historicamente os centros da política, da religião, da economia e da cultura –, nos tempos modernos os Estados nacionais estiveram à frente no protagonismo internacional.

No caso brasileiro, porém, há quase 200 anos atribui-se à condição de capital a responsabilidade de motor propulsor do desenvolvimento. A sua interiorização foi tratada como necessária para o melhor aproveitamento das riquezas nacionais, associando-se essa estratégia ao estadista José Bonifácio (1763-1823). O urbanista Lucio Costa (1902-1998) registrou, em sua *Memória justificativa do plano piloto da capital*, que Brasília seria “o sonho do Patriarca”.

De fato, a historiografia brasileira confere a Bonifácio a ideia de transferência da capital do Rio de Janeiro para o interior do país, consignada na primeira Constituição do Império, de 1824. Alguns citam Hipólito da Costa (1774-1823) como o pioneiro, por meio de seu *Correio Braziliense*, editado em Londres a partir de 1808. Mas há omissão quanto ao papel exercido pela estratégia inglesa no âmbito da guerra contra Napoleão Bonaparte (1769-1821), descrita em 1805 pelo então primeiro-ministro inglês William Pitt (1759-1806), em discurso no Parlamento britânico.

Pitt, ‘o novo’, defendia um acordo entre Portugal e a Inglaterra para o domínio do comércio internacional e a guerra contra a França, no qual era crucial garantir a posse da “península” sul-americana, do istmo do Panamá ao estreito de Magalhães. Para tanto, disse, “convém à Grã-Bretanha fazer

assentar [no Brasil] o trono do imperador português” (a Imprensa Régia de Portugal publicou em 1809 a tradução do discurso).

Nessa fala, de 14 páginas, mais de oito são dedicadas à detração da França napoleônica, apontada como a causadora da destruição dos reinos europeus, da religião e da paz internacional. Para se contrapor a Napoleão, porém, não lhe bastava a aliança com Portugal. Para garantir a hegemonia do comércio do hemisfério Sul, exigia a mudança da corte lusitana para o Brasil, sob ameaça velada de invasão das terras brasileiras pela Inglaterra.

O que nos traz o interesse para seu discurso é que ele associa o sucesso dessa estratégia à fundação de uma nova capital do império dos Braganças no coração do Brasil: “No País das Amazonas (...) ou nas vizinhanças do lago do Xarife, que é a origem do rio da Prata, ou seja, no centro do país, se edificará e fundará uma cidade denominada Nova Lisboa, para corte e assento do imperador”.

Essa descrição corresponde ao planalto Central, onde, justamente 150 anos após esse discurso de Pitt, não mais um Bragança, mas a República, fará erguer a capital do Brasil. E com que característica geopolítica? “De Nova Lisboa se abrirão estradas reais, que, a maneira de raios que correm do centro para a periferia, conduzirão de Nova Lisboa para Caiena, Santiago, Pará, Rio de Janeiro, Olinda, Lima etc (...)”. Nessa concepção, de irradiação continental, estará descrita uma verdadeira protacidade global de Castells e Sassen?

De certo é que, com a construção da capital, no século 20, tratou-se também de implantar um sistema rodoviário radial que cruzou o país em todas as direções. Não chegou a alcançar as cidades da América espanhola, como desejava o primeiro-ministro inglês. Nisso Dom João não lhe obedeceu. Afinal, William Pitt já havia partido desse mundo quando o príncipe partiu de Portugal para a ‘Península’. **CM**



# O sonho de Martin Luther King

Discurso proferido na Marcha de Washington é um marco na luta contra a segregação racista nos Estados Unidos

**CELIA MARIA  
MARINHO DE AZEVEDO**

Historiadora, professora aposentada da  
Universidade Estadual de Campinas

Há 50 anos um simples broche de propaganda, distribuído pelos organizadores da então planejada Marcha de Washington, causou profunda apreensão no governo e na mídia dos Estados Unidos. Nele se via um caloroso aperto de mãos — uma negra, outra branca —, em clara manifestação de que norte-americanos descendentes de europeus e de africanos poderiam conviver amigavelmente em vez de continuar divididos pelos muros da segregação racista legalmente instituída.

O evento pretendia dar apoio a um projeto de lei de direitos civis que baniu a discriminação em locais públicos, na educação e no emprego, encaminhado ao Congresso pelo próprio presidente John F. Kennedy. Mas o sonho de convivência integrada entre cidadãos negros e brancos projetava-se antes como pesadelo para o governo. O temor da presidência, então em mãos do Partido Democrata, era que a escalada da violência atingisse um ponto incontrolável, prejudicial para o futuro político de seus governantes e da tão aclamada democracia norte-americana em plena tensão da Guerra Fria contra o totalitarismo soviético.

O ano de 1963, que mal chegava à sua primeira metade, havia sido especialmente quente, com cerca de 900 manifestações antirracistas em mais de 100 cidades, mais de 20 mil prisões e ao menos 10 mortes. A princípio restritas aos estados sulistas, onde se implantara desde o final do século 19 um sistema formal de segregação racista nas escolas, nos transportes, nos hospitais, nos locais públicos em geral, as manifesta-

ções começavam a ganhar as cidades do norte, onde um racismo informal e encoberto agia nas mais diversas instituições e práticas sociais. Diante disso, Kennedy chegou a se reunir em junho com 30 líderes do movimento dos direitos civis para pedir o cancelamento da marcha, programada para daí a dois meses.

Mas Martin Luther King, Jr., ministro de uma igreja batista de Atlanta, Georgia, e doutor em teologia, então com 34 anos, já havia obtido reconhecimento entre bases e lideranças de que já não era mais possível esperar. Afinal, desde 1954, quando a Suprema Corte dos Estados Unidos julgara inconstitucional a segregação racista nas escolas, o movimento dos direitos civis lutava para assegurar o cumprimento da medida, além de pressionar no sentido da desmontagem de todo o sistema segregacionista. Entre as muitas batalhas, destaca-se aquela voltada para a dessegregação dos ônibus de Montgomery, Alabama. O estopim foi a prisão da costureira e militante do movimento Rosa Parks, que se recusou a ceder seu assento a um homem branco no fundo do ônibus, reservado às pessoas negras.

Broche de  
propaganda da  
Marcha de  
Washington: o sonho  
estava lançado





O boicote aos ônibus teve início em dezembro de 1955. A população negra preferia andar quilômetros a pé, todos os dias, a sofrer as humilhações de um transporte segregado. No início de 1956, já reconhecido como líder do movimento, o reverendo King foi preso, acusado de conspirar contra a normalidade “sem causa justa ou legal”. Quase um ano depois, a Suprema Corte considerou inconstitucionais as leis segregacionistas do transporte coletivo do Alabama.

Outra luta importante foi o movimento de ocupação pacífica das lanchonetes reservadas aos brancos. Iniciado por estudantes negros em Greensboro, Carolina do Norte, em fevereiro de 1960, logo se alastrou para outras localidades. Em 1963, o movimento atingiu o auge em Birmingham, Alabama, em meio a episódios de violência policial contra manifestantes, seguidos de nova prisão de King e de inúmeros militantes.

As fotos que circularam na mídia nacional e internacional contribuíram para firmar uma imagem vergonhosa da democracia norte-americana: policiais com cassetetes instigavam cães contra manifestantes negros, enquanto a Ku Klux Klan lançava bombas nas casas de líderes do movimento e cometia outras atrocidades contra pessoas negras. Muitas imagens apontavam a participação ativa de sulistas brancos na repressão, até de mulheres raivosas a xingar crianças negras na chegada a uma escola integrada. Algumas fotos mostravam jovens brancos divertindo-se em jogar sal e açúcar sobre a cabeça de jovens negros sentados em uma lanchonete cujos assentos eram “só para brancos”.

**UM MAR DE ROSTOS** Não é difícil, portanto, imaginar por que o discurso de Martin Luther King – “Eu tenho um sonho” –, proferido ao final da Marcha de Washington, em 28 de agosto de 1963, causou especial impacto nos cerca de 250 mil manifestantes e no público televisivo. Do alto do Memorial de Lincoln, no ano

do centenário da Proclamação de Emancipação dos escravos, assinada por aquele presidente em meio à Guerra Civil (1861-1865), King revelou o sonho que se projetava por trás do longo e sofrido percurso da luta pelos direitos civis. Nada mais que a concretização das aspirações históricas mais profundas da democracia norte-americana e de sua Declaração de Independência (4 de julho de 1776): o reconhecimento de que todos são iguais, com direito inalienável à liberdade e a uma justiça igualitária.

Inspirado por uma luta antirracista de que já participavam pessoas brancas e tendo diante de si um mar de rostos negros salpicado de rostos brancos, King desfiou seu sonho de liberdade, igualdade e fraternidade: “Tenho um sonho de que um dia... os filhos de ex-escravos e os filhos de ex-senhores sejam capazes de se sentar juntos à mesa da fraternidade. ...Tenho um sonho de que meus quatro filhos viverão um dia numa nação onde eles não serão julgados pela cor de sua pele, mas pelo con-

teúdo de seu caráter. ...Tenho um sonho de que meninos negros e meninas negras poderão dar as mãos a meninos brancos e meninas brancas tal como irmãs e irmãos. Hoje eu tenho um sonho!”

Cabe notar a não referência à ideia de raças humanas, embora desde cedo ela tenha permeado a história dos Estados Unidos, a começar pela separação entre igreja negra e branca e pela proibição legal de casamentos ‘inter-raciais’. Nesse sentido, King começava a remar contra a corrente da história dos Estados Unidos, cuja obsessão em nomear a ‘raça negra’ estava presente até na linguagem de militantes antirracistas.

Nos poucos anos de vida que lhe restavam antes de ser assassinado em 4 de abril de 1968, King dedicou-se a causas sociais que abrangiam protestos contra a guerra do Vietnã e reivindicações de trabalhadores brancos e pobres. É que no seu sonho de paz e integração social só havia lugar para o mérito e talento de cada um – jamais para a cor da pele e aparência pessoal. ■



DOA (O) NUNCA / ARNOLD COHEN



# Gênese de uma nova disciplina

**1913. PUBLICADAS OBRAS QUE LANÇARAM AS BASES DA ECOLOGIA.** O estabelecimento da ecologia como ciência autônoma se deve em grande parte ao lançamento de dois livros nos Estados Unidos em 1913: *Comunidades animais na América de clima temperado*, de Victor Ernest Shelford (1877-1968), e *Guia para estudos de ecologia animal*, de Charles Christopher Adams (1873-1955). Em sua obra, Shelford enfatiza a importância da análise físico-química dos organismos nos estudos de ecologia. Adams vai além e destaca que os aspectos evolutivos, históricos dos organismos também devem ser levados em conta.

## RUI CERQUEIRA

Departamento de Ecologia,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

WIKIMÉDIA COMMONS/CHARITON



**VICTOR SHELFORD DOUTOROU-SE EM 1907** na Universidade de Chicago, orientado pelo fisiologista Charles Child (1869-1954), com tese que relacionava a história de vida e os hábitos larvais de besouros com o ambiente. Entre 1911 e 1912, influenciado pelo botânico Henry Cowles (1869-1939), pioneiro nos estudos sobre sucessão vegetal, publicou artigos defendendo o princípio de que uma comunidade se desenvolve ordenadamente. Shelford pesquisava sobre sucessão e também sobre o que se denominava 'geografia animal fisiológica'. Tornou-se professor da Universidade de Illinois em 1913, quando publicou *Comunidades animais*. Um aspecto importante dessa obra é considerar a ecologia como ciência distinta da zoologia e botânica e o estudo experimental como base sobre a qual a nova disciplina deveria se desenvolver.

Os estudos de Shelford sobre a associação de certos besouros encontrados em dunas o levaram a uma ideia fundamental da ecologia, a 'lei da tolerância', nascida de um princípio formulado pelo químico alemão Justus Liebig (1803-1873) no século 19. Ao observar o desenvolvimento de plantas, Liebig notou que o nutriente mais escasso era o que limitava o crescimento. A ideia é simples e fecunda: os fatores essenciais para manter a vida de uma espécie devem estar presentes no ambiente em uma quantidade mínima necessária. A não reprodução dependeria do excesso ou da falta de qualquer dos fatores.

Victor Shelford  
(acima) e  
Charles Adams  
lançaram, em  
1913, livros  
que deram à  
ecologia *status*  
de ciência  
autônoma





Esse é um princípio geral, pois o tamanho da população variaria, segundo interpretação atual, com a maior ou menor proximidade de um ponto ótimo para cada fator.

O próprio Shelford chamava a atenção para o complexo de fatores envolvidos. Além disso, sabe-se que os fatores limitantes podem determinar a presença em dado local da espécie que deles necessita. A partir dessa ideia, afirma que a existência, abundância e distribuição de dada espécie em uma comunidade dependem de fatores químicos e/ou físicos estarem dentro dos limites de tolerância da espécie. Assim, a necessidade mínima de um organismo em relação a um fator limitante será eventualmente influenciada pela presença e pelo valor de outros fatores.

Na lei está implícito que fatores externos regulam o funcionamento de um organismo. A ideia de meio interno e externo havia sido lançada no século 19 pelo fisiologista francês Claude Bernard (1813-1878). O primeiro tem uma constância, e seu funcionamento deve variar em resposta à variação do meio externo (o ambiente), mas mantendo a constância.

A capacidade de regular o funcionamento do meio interno é limitada em cada espécie. De acordo com o princípio de Shelford, existem limitações na tolerância, o que delimita a distribuição dos organismos. Outro princípio deriva da lei: há uma faixa ótima para a distribuição e, implicitamente, dentro dela o organismo exigirá menos energia para manter-se funcionando. Sobra então energia para o crescimento e a reprodução, e o tamanho da população será regulado pelo ambiente.

Na virada do século 19 para o 20, a biologia deixou de ser apenas descritiva, aproximando-se do experimentalismo. Com a ecologia não foi diferente. À época, Cowles e Frederic Clements (1874-1945) pensavam o que denominamos 'ecologia' como similar à fisiologia, em que o método experimental predominou desde Claude Bernard. Para este, a fisiologia estava preocupada com a função dos órgãos, não abrangendo a variação da função. Mas, no caso da ecologia, os métodos experimentais apresentavam tantos problemas que se imaginava que só no futuro ela seria uma ciência experimental.

**IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA** Charles C. Adams iniciou seus estudos sob influência de Alfred Wallace (1823-1913). O contato com Charles Davenport (1866-1944) e os estudos de evolução, porém, marcariam sua carreira. Na Universidade Harvard, trabalhou com distribuição de moluscos, em especial com estatística de variação geográfica, visando relacionar geomorfologia com variação. A geomorfologia passava por uma fase em que começavam a ser enfatizados processos genéticos, isto é, históricos, na formação da paisagem. Adams criticava

a história natural que apenas compilava listas de fauna. Para ele, os estudos não deviam ser comparativos, mas genéticos, históricos. A geografia dos animais devia ser um estudo histórico.

Em 1903, tornou-se curador do Museu de Zoologia da Universidade de Michigan, e seus estudos foram além da coleta de animais; procurava levar em conta os habitats em que eram coletados. Enfatizava o levantamento de dados que permitisse a compreensão de uma geografia zoológica – uma zoologia que usasse métodos históricos e dinâmicos para tentar compreender a distribuição geográfica. À época da fundação da Associação Americana de Geógrafos, defendeu a participação de naturalistas na entidade. A geografia era uma disciplina já formalizada que tratava do ambiente de um modo diferente daquele que a ecologia adotaria depois.

Adams foi trabalhar na Universidade de Chicago em 1907 e, em seguida, na de Illinois. Por essa época, Shelford, que estudava a influência do ambiente na reprodução dos organismos, fez muitas de suas formulações, entre elas a 'lei da tolerância'.

Daí em diante, a ecologia é marcada por duas ênfases: Shelford destaca que os fatores ambientais são suficientes para se entender a geografia animal, e Adams enfatiza a importância dos aspectos históricos. Shelford contenta-se com a análise físico-química dos organismos nos estudos de ecologia, acreditando que isso legitimaria a nova ciência. Já Adams achava que a nova disciplina – como dizia no *Guia para estudos de ecologia animal* – tinha seu caráter definido por questões evolutivas. O guia enfatizava métodos da história natural como fontes de estudo. Sem desconsiderar a fisiologia, a ecologia poderia unificar os diversos aspectos da biologia. Para ele, a ecologia era a nova história natural, sintética e ampla.

O termo 'ecologia', cunhado pelo alemão Ernst Haeckel (1834-1919), designava à época apenas a intenção de um estudo da relação organismo-ambiente. Em geral, considera-se que, como disciplina autônoma, capaz de estudar aquela relação, surge com o trabalho – no Brasil – do botânico dinamarquês Eugenius Warming (1841-1924) sobre a vegetação de Lagoa Santa (MG). Mas, à época, ecologia era um modo de se fazer botânica e zoologia, e com frequência chamadas de geografia botânica ou geografia zoológica.

Os livros de Shelford e Adams deram à ecologia caráter distinto como disciplina. E uma ciência autônoma deve ter entre outras metas o estabelecimento de sociedades profissionais. Em 1913, foi criada a Sociedade Ecológica Britânica e, em 1914, ano seguinte ao lançamento das obras aqui destacadas, nascia a Sociedade Americana de Ecologia, da qual Shelford foi eleito primeiro presidente. ■



# UM BONDE CHAMADO HISTÓRIA

## O conceito de história

Christian Meier, Horst Günther, Odilo Engels e Reinhart Koselleck

Belo Horizonte, Autêntica editora, 232 p., R\$ 49

### NÃO SE PODE PERDER O BONDE DA HISTÓRIA!

Essa imagem talvez não fizesse sentido antes do século 18. Para o historiador alemão Reinhart Koselleck (1923-2006), que coordenou o projeto de um grande dicionário histórico de conceitos, é apenas no contexto da Revolução Francesa (1789) que começamos a imaginar a história como um conjunto de acontecimentos interconectados. O livro agora disponível em português é o resultado do estudo de um desses conceitos, o conceito de história. O longo verbete está dividido em seis seções que abarcam as transformações do conceito desde a Antiguidade. As três últimas, do século 18 até o 20, formam uma grande síntese da teoria da modernidade que emerge do projeto coletivo do dicionário. Mesmo sendo um texto erudito e especializado, trata-se de referência obrigatória para todos que buscam compreender o mundo atual.

O verbete revela que até o século 18 o mais comum era os homens imaginarem o passado como um conjunto de experiências dispersas, do qual valeria a pena registrar alguns episódios exemplares, como estratégias em batalhas, discursos edificantes ou ações heroicas. Quando se falava em história, o que se imaginava era um relato de acontecimentos exemplares capazes de alargar a experiência das coisas práticas da vida. Quando o romano Cícero (106-43 a.C.) escreveu que a história era *magistra vitae* (mestra

da vida), tinha em mente esse conjunto de relatos, e não uma dimensão coerente da própria realidade.

Certamente não é para essa visão que aponta a expressão “pegar, ou perder, o bonde da história”. Nela, a história é entendida como um encadeamento de eventos, um movimento em direção ao futuro, um trilho que precisa ser conhecido para não ficarmos para trás ou correr-mos no sentido errado. Entre os séculos 18 e 19 os homens começaram a ver o passado como o momento de uma formação evolutiva. Surge então uma nova forma de conhecimento, base para a historiografia como uma ciência que investiga a realidade a partir do pressuposto de que ela se transforma temporalmente.

Nessa concepção moderna, aprender com a história significa entender nosso lugar em uma evolução vista como progresso formativo em direção ao futuro. Daí veio outra compreensão muito popular, tornada possível por essa experiência: a de que estudar história é compreender o passado para agir no presente e melhorar o futuro. Essa perspectiva otimista está na base dos grandes projetos utópicos dos séculos 19 e 20.

Ao apostar na constante transformação, a consciência moderna enfraqueceu o valor exemplar dos eventos e confiou cada vez mais na capacidade de antever e modelar o futuro. Desse modo, formava-se um abismo crescente entre experiên-

cia (passado) e expectativa (futuro). Essa concentração no futuro organizou a vida política moderna em torno de ideologias capazes de prescrever o melhor caminho para a realização desse futuro. Quando publicou esse estudo, em meados da década de 1970, Koselleck vivia ainda em um mundo fortemente organizado por duas grandes ideologias, o liberalismo e o socialismo. O argumento parecia então fortemente revelador, pois apontava o risco do conhecimento histórico ser usado e distorcido pelos projetos ideológicos. A historiografia, sustentada na experiência aberta pelo conceito moderno, deveria ter claro que “... o conceito de história não será capaz de resolver o assim chamado enigma da história”.

Nos últimos 30 anos, o mundo das ideologias e projetos utópicos ruiu. A aceleração tecnológica criou formas de apropriação do passado que ignoram a grande cadeia causal e evolutiva moderna, a própria historiografia distanciou-se desse campo de experiência, com a emergência de inúmeros questionamentos sobre a natureza e mesmo a existência de algo como um ‘processo histórico’ geral. Nosso conhecimento científico sobre o passado aumentou, mas não cresceu nossa capacidade de prever ou planejar o futuro. Tudo isso tem levado historiadores e humanistas a questionarem





se ainda vivemos nessa temporalidade moderna tão bem descrita por Koselleck.

Nas manifestações de junho deste ano no Brasil, por exemplo, os revoltosos não se mobilizaram a partir de interpretações unificadas da história, mas por conta de uma pluralidade de demandas e vozes que tornavam insuficientes as análises tradicionais em termos de projetos ideológicos ou de futuro. Nesse clima, o passado torna-se um patrimônio coletivo mais disponível a usos anacrônicos, como se o trem da his-

tória descarrilhasse e as experiências se acumulassem no presente.

Talvez por isso um dos ícones do movimento tenha sido um personagem de quadrinhos (*V for vendetta*, 1982) que lidera uma revolta em um mundo distópico e historicamente fluido e congelado. Embora saibamos as datas dos eventos, as imagens e referências resultam de afinidades que escapariam a uma caracterização em termos de identidade de época e formação histórica. Essa

nova sensibilidade evocada pelas revoltas, muito próxima dos fenômenos da moda, celebra a realidade como contingente e vê nos planos utópicos de planejamento do futuro representações da vontade de poder dos Estados e corporações.

**Valdei Lopes de Araujo**

*Núcleo de Estudos em História da Historiografia e Modernidade, Universidade Federal de Ouro Preto*

## Nanoarte

**Anna Barros**

*São Paulo, SESI-SP editora, 93 p., R\$ 27*

A turbulenta relação entre ciência e arte encontra uma conciliação estética na obra da artista e curadora Anna Barros, falecida recentemente aos 81 anos. Utilizando imagens científicas obtidas por um microscópio, Barros animou-as em um *software* 3D. Essa remodelagem do experimento científico propiciou a criação de um novo conteúdo, poético em si mesmo. A artista visitou por cinco anos diversos laboratórios de instituições de ensino brasileiras para realizar seu trabalho. Essa história, assim como peças da nanoarte – a arte construída em escala nanométrica, de dimensões do milionésimo do metro – da artista estão presentes no livro. Buscando o universo ainda inexplorado, Barros se valeu da estética como provocadora e meio de reflexão para ultrapassar o limite perceptivo humano.



## Egas Moniz – Uma biografia

**João Lobo Antunes**

*Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 320 p., R\$ 40*

Uma das mais fascinantes personalidades médicas do século 20, o português Egas Moniz se destacou em áreas como angiografia, técnica que permite a visualização dos vasos cerebrais, e psicocirurgia, que envolve o tratamento cirúrgico de doenças psicológicas. Foi o primeiro laureado com um prêmio Nobel na área médica em Portugal. Porém, os interesses de Moniz não se voltavam apenas para a medicina. Homem de muitos talentos, foi político, diplomata, literato, clínico de sucesso e um cientista improvável. Em seu livro, o neurocirurgião português João Lobo Antunes procura desvendar essa figura, ainda um tanto obscura para a maioria das pessoas. Sem seguir uma cronologia rígida, o autor apresenta, em narrativa objetiva e crítica, a vida e os feitos de Egas Moniz.



## A grande orquestra da natureza

**Bernie Krause**

*Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 248 p., R\$ 54,90 (E-book: R\$ 34,90)*

Sons, ruídos, barulhos... São manifestações onipresentes no mundo natural. Mas a elas nem sempre damos a devida atenção. Não é o caso de Bernie Krause – autoridade em bioacústica e provavelmente o maior apaixonado pelos sons da natureza. Em seu livro, apresenta a riqueza das paisagens sonoras selvagens. A obra é uma ode à música natural em sua forma mais pura. De cada capítulo emergem envolventes reflexões, que fazem despertar no leitor a percepção da sinfonia de sons – audíveis e inaudíveis – na qual está imersa a existência dos seres. Músico e naturalista, Krause tece um raciocínio apurado que nos faz pensar tanto na arte musical quanto na ciência da acústica. Bônus: boa parte dos sons comentados no livro está disponível gratuitamente em: [bit.ly/orquestranatureza](http://bit.ly/orquestranatureza).





## FUTURO TRANSUMANO I

O texto mostra, de certo modo, o que foi escrito por Gordon Rattray Taylor em A revolução biológica, nos anos de 1960. A grande revolução do início do século 21 será a da biologia-medicina-engenharia, que criará novos humanos. Nessa situação, fica a pergunta para os bacharéis em direito e os filósofos: o que é o ser humano? Como devem ser as leis para incluir (ou excluir) seres que podem ter a aparência humana, mas... Se as leis não se adaptarem rapidamente, teremos problemas – por exemplo, se um automóvel sem motorista se envolve em um acidente com outro com motorista, quem é o culpado?

Roberto Correia

Comentário na CH On-line

## FUTURO TRANSUMANO II

O ser humano, infelizmente, está muito longe de ter uma autocritica. E aqui ficam incluídos os colegas da ciência, das letras e da filosofia. A apologia das soluções por meio da tecnologia já está presente há mais de um século e sua autocritica, mesmo com o advento da bioética, está longe de ser eficiente e realmente entendida em sua seriedade. Não sabemos lidar com todos os aspectos e efeitos colaterais de nossas novas tecnologias. Vejamos o exemplo da telefonia celular, citado no artigo. É sem dúvida um aparente avanço nas comunicações, mas nunca se comunicou tão superficialmente e tão mal como ultimamente. A comunicação tornada fácil e instantânea não traz nenhum benefício ao dia a dia humano. Tive calafrios ao imaginar um desses aparelhos integrado ao corpo humano... Enfim, muito pode ser dito a favor e contra e também sobre o quanto são retrógrados os que criticam os avanços da ciência... Santo Agostinho de Hipona, no século 5, resumiu essa atitude humana desproporcionada, do tipo “tudo posso, tudo faço”, da seguinte maneira: “Bene curris, sed extra viam” (corres bem, mas fora do caminho).

Flávio Aprigliano Filho

Comentário na CH On-line



FOTO LEO NUNES/SHUTTERSTOCK.COM

## SEM RETIRANTES

Muito boa a matéria ‘Seca revisitada’ (CH 308). Gosto da CH exatamente porque nos oferece espaço para tratar temas importantes de maneira séria. E nem sempre a seca é tratada de maneira séria. Ou são dramalhões com fotos repetitivas (a terra rachada e uma caveira de bovino), ou são tendenciosas na condução, com a audição de apenas um lado. Foi o primeiro texto que li que falou sem rodeios que essa seca é diferente por não ter as levas de retirantes que caracterizavam o fenômeno de tempos atrás.

Celso Calheiros

Assessor de Comunicação,  
Ministério da Integração Nacional

## SALAMANDRAS I

Toda a Amazônia é um empório de riqueza biológica que ainda não conhecemos (CH 308, p. 56). Muitas pessoas no mundo sequer imaginam sua imensidade, sua riqueza, sua diversidade. É um tesouro do planeta Terra.

Alvaro Figueroa

Comentário na CH On-line

## SALAMANDRAS II

É engraçado pensar que animais tão pequenos quanto tímidos tenham sido ins-

piração para tantas lendas tão assustadoras de vários povos...

Binho Ferracini

Comentário na CH On-line

## LINGUAGEM DA CH

Concordo plenamente com a opinião do leitor Fernando Dias de Ávila Pires (CH 305) sobre a linguagem utilizada em certas seções da revista. Se o autor da seção citada [Mundo de ciência] está “esperando por mais críticas com esse mesmo espírito”, pode contabilizar mais uma. Também sou leitora antiga da revista, tendo recebido os primeiros números durante meu doutorado na França, e depois nunca deixei de assiná-la. Ultimamente, notei a mudança na linguagem usada, o que me desagradou, e pensei até em desistir da assinatura. Vejo, porém, que há boa vontade em melhorar esse ponto. É possível escrever sobre ciência sem cair em expressões jocosas que podem até desmerecer o tema. (...)

Regina Pinto de Carvalho

Belo Horizonte, MG

📧 Agradecemos as críticas e informamos que já estamos mudando o tom da seção ‘Mundo de ciência’.

Envie para nós, via internet, seu comentário sobre qualquer texto publicado na *Ciência Hoje*. Sua opinião é importante. As mensagens devem ser encaminhadas para a Seção Cartas, no endereço eletrônico abaixo.

cienciahoje@cienciahoje.org.br

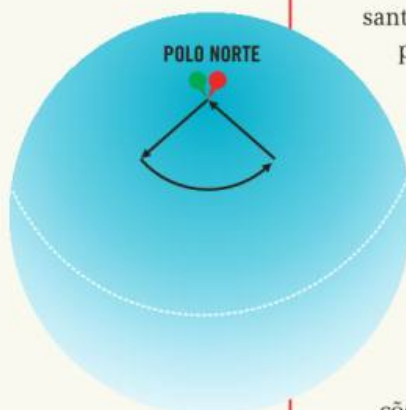
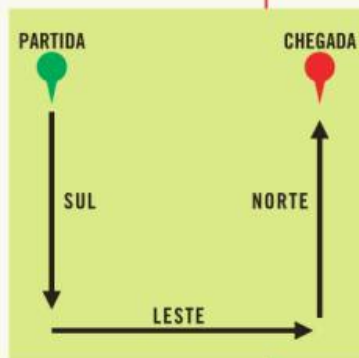




FOTO: CICERO RODRIGUES

**DESAFIO**

Será que há outro ponto na superfície da Terra onde aconteceria algo parecido?

**MARCO MORICONI**

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

# A VOLTA DE NOEL

Este ano, parti para o ataque. Decidi não esperar Noel entrar na minha casa para, mais uma vez, não me dar de presente o famoso Livro, com o qual o matemático húngaro Paul Erdős (1913-1996) tanto sonhara. O tal Livro (sim, com maiúscula, sempre) conteria as provas mais simples de todos os resultados matemáticos concebíveis. Decidi que, este ano, eu iria ao polo Norte, na véspera do Natal, para pegar o ‘bom’ velhinho de surpresa. Certamente, ele e sua equipe estariam assoberbados com os incontáveis pedidos de última hora. Aproveitando o momento de tensão, este ano, o Livro seria meu, sem dúvida.

No polo Norte, peguei o primeiro trenó que vi. “Preciso ir até...”. “Sim”, me interrompeu o piloto, “até a ‘Papai Noel Companhia Ilimitada’”. “Como o senhor sabe?”, perguntei. “É uma cidade pequena... Aqui todo mundo sabe de tudo”, respondeu o piloto, mal-humorado. Por um segundo achei que já o tinha visto antes. “Vamos! Não tenho tempo a perder!”, disse eu.

O destino final era bem desinteressante: uma caixa no meio da neve. O piloto partiu, e eu, na falta do que fazer, abri a caixa. Havia lá uma carta que começava com o previsível “Hô, hô, hô!”. E seguia assim: “Aqui está o mapa da mina, ou melhor, do Livro.” – confesso que a ansiedade me fez tremer mais que o frio. “Siga 1 km para o sul, depois 1 km para o leste. Finalmente, mais 1 km para o norte e... sua surpresa estará lá.”

Segui meticulosamente as instruções. Não me pareciam muito inteligentes, mas... Por que ir para o sul e depois voltar ao norte? Porém, não era hora para pensar demais; era hora de agir.

Cerca de uma hora depois, aproximei-me do destino final. O local me pareceu familiar. Olho para o chão e vejo... pegadas. “Não!”, pensei, “Não pode ser. Como, como?” Eu havia voltado ao ponto de partida!

“Brilhante, Noel; novamente, brilhante”, resmunguei para mim mesmo.

Quando me acalmei, percebi o que acontecera. O ponto do qual parti era, precisamente, o polo Norte da Terra. Em uma superfície plana, o caminho que eu havia feito corresponderia a uma parte do contorno de um quadrado, ou seja, se deslocar 1 km para leste.

O problema é que, na superfície da Terra, uma esfera, mover-se para leste ou oeste significa seguir um círculo ao redor do polo Norte – e não uma linha reta, como no plano. Esse efeito é ainda mais notável na proximidade dos polos. Assim, ao me mover 1 km para leste, eu me mantive à mesma distância do polo Norte. A instrução do ‘bom’ velhinho era simplesmente essa: volte ao ponto de partida.

Aquele piloto de trenó... Eu sabia que o conhecia de algum lugar. Não era outro, senão o próprio Noel. Senti um calafrio.

Essa brincadeira, porém, revela algo interessante. A Terra parece plana quando nos movemos em sua superfície, mas, na verdade, é uma superfície com curvatura. Isso foi extremamente importante na elaboração de mapas de navegação e na criação de novas geometrias – uma delas foi usada, de forma crucial, pelo físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955) para elaborar sua teoria da gravitação (mais conhecida como teoria da relatividade geral).

No final (e mais uma vez), o presente de Noel foi... simpático.

Boas festas a todos! E viva a Terra redonda!

**SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO** Para descobrirmos os fatores primos de 2013, só precisamos investigar a divisão por primos até  $\sqrt{2013}$ , ou seja, menores que 45. Testando, vemos que 2013 é divisível por 3, dando resultado 671, e que não é divisível nem por 5, nem por 7. Mas é divisível pelo próximo primo da lista (11), dando como resultado 61, que é primo. Portanto  $2013 = 3 \times 11 \times 61$ .





FOTO: CICERO RODRIGUES

*A exumação de Jango dá a ver, mais uma vez e com força considerável, o que significaram os anos da ditadura de 1964 e as implicações de viver sob estado de exceção*

## JANGO E A EXCEÇÃO

Passados quase quatro décadas da morte do ex-presidente da República João Goulart, ocorrida no exílio em 6 de dezembro de 1976, seus restos mortais foram exumados e depois devolvidos, com honras de chefe de Estado, ao cemitério da cidade de São Borja, no Rio Grande do Sul. Ao lado de Getúlio Vargas e Leonel Brizola, ali também sepultados, Jango forma a tríade central do trabalhismo brasileiro, um movimento que na curta história da República de 1946, encerrada com o golpe de 1964, procurou acrescentar à democracia política as bases de um moderno Estado de bem-estar social e o tema da reforma social.

A exumação dos restos mortais do presidente João Goulart ocorre em contexto no qual, a partir da criação, em 2012, da Comissão da Verdade, inicia-se no país, de modo organizado e sistemático, uma reflexão a respeito das violações aos direitos humanos praticadas pelo regime de 1964. A Comissão decidiu, em boa hora, por dar curso à investigação a respeito das circunstâncias nas quais o ex-presidente veio a morrer, em 1976. Desde então, nunca foram afastadas as suspeitas de assassinato, extensivas também às mortes do ex-governador do estado da Guanabara, Carlos Lacerda, e do ex-presidente Juscelino Kubitschek, todos falecidos em datas próximas.

O exame dos restos mortais poderá dissipar dúvidas quanto à causa imediata da morte, mas não afetará o principal: Jango morreu exilado – vale dizer, impedido de retornar a seu país –, como efeito de uma violência exercida sobre ele por parte de uma sucessão de governos ilegítimos impostos ao país, entre 1964 e 1985. O contexto do exílio está inapeavelmente associado à morte de João Goulart. A virada de página, ocorrida no Brasil a partir de 1985 e consagrada na Constituição de 1988, tem como um de seus grandes méritos o estabelecimento de garantias para que nenhum cidadão brasileiro venha a ser obrigado a viver as agruras do exílio político.

A exumação e o novo sepultamento de João Goulart podem ser apresentados como um drama político. Há uma importante tradição da antropologia social que procura operar com a ideia de ‘drama social’. Destaque nessa extensão metafórica do termo drama cabe ao antropólogo britânico Victor Turner (1920-1983), em obras seminais como *Ruptura e continuidade em uma sociedade africana* (de 1957) e *Dramas, campos e metáforas* (de 1974). Com ele aprendemos que a ideia de drama social pode ser aplicada a conjuntos de circunstâncias não usuais na vida social – como a exumação de um ex-presidente da República –, cuja emergência permite observar, em termos renovados, aspectos e práticas correntes nas sociedades nas quais eles ocorrem. Nesse sentido, dramas sociais podem ser elucidadores.

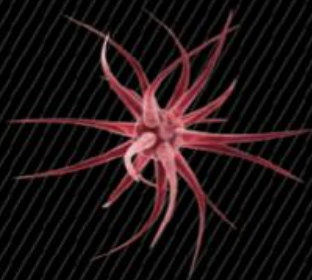
A exumação de Jango dá a ver, mais uma vez e com força considerável, o que significaram os anos da ditadura de 1964 e as implicações de viver sob estado de exceção. Moda filosófica recente, e politicamente irresponsável, quer fixar a ideia de que hoje vivemos no país sob um ‘estado de exceção permanente’. Além do raquitismo intelectual dessa crença, a desatenção à experiência histórica recente é alarmante.

O Brasil, de 1964 a 1985, não foi governado por ‘presidentes’, mas por usurpadores que aplicaram a si mesmos tal nome. A eles devemos a experiência da exceção. O cargo, com toda a força legal, foi exercido por João Goulart pela última vez na República de 1946, e só viria a ser legal e moralmente restaurado, por força de imensa pressão política e social, em 1985, com a eleição indireta de Tancredo Neves. Durante 21 anos, portanto, vivemos sob ditadores que criaram sua própria legalidade: são eles os responsáveis pelo ocorrido com João Goulart, qualquer que tenha sido a causa imediata de sua morte. 

### RENATO LESSA

Departamento de Ciência Política, Universidade Federal Fluminense, Instituto de Ciências Sociais, Universidade de Lisboa  
renato.lessa@bn.br



***Filo Sarcodina***

Parasita que sobrevive ao extrair meios de um outro organismo, conhecido como hospedeiro. Este processo, conhecido como parasitismo, costuma degradar bastante o hospedeiro e até levá-lo à morte. Normalmente, ao fim do processo, o parasita também morre.

***Homo Sapiens***

Parasita que sobrevive ao extrair meios de um outro organismo, conhecido como hospedeiro. Este processo, conhecido como parasitismo, costuma degradar bastante o hospedeiro e até levá-lo à morte. Normalmente, ao fim do processo, o parasita também morre.

ESTÁ NA  
HORA DE  
AGIR COMO  
A ESPÉCIE  
INTELIGENTE  
DO PLANETA.



AJUDE  
ONDAZUL.ORG.BR



**INOVE, INVISTA, EMPREENDA.  
PARA CRESCER E SE DESENVOLVER,  
O BRASIL PODE CONTAR COM O BNDES.**

nova/sb



Aprimorar processos, desenvolver tecnologias, fazer mais e melhor de uma maneira nova, tudo isso é inovação. E inovar é fundamental para a competitividade das empresas e o desenvolvimento do país. Por isso, o BNDES apoia a inovação nos mais diversos segmentos da economia. Não importa o tamanho da empresa: se o projeto é bom, gera emprego e melhora a vida dos brasileiros, ele pode ter o apoio do BNDES. Cresça, produza, exporte. Sua empresa pode contar com o BNDES. Conheça histórias que já foram possíveis. Acesse: [www.bndes.gov.br/contecombndes](http://www.bndes.gov.br/contecombndes)

 **BNDES** *O banco nacional  
do desenvolvimento*

Ministério do  
Desenvolvimento, Indústria  
e Comércio Exterior

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA