

# CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

NÚMERO 297 | VOLUME 50 | OUTUBRO 2012 | R\$ 10,95

## ARTE RUPESTRE

Patrimônio arqueológico  
pouco conhecido no  
Mato Grosso do Sul

## FOTOACÚSTICA

Nova técnica  
permite identificar  
de tumores a  
placas de gordura

## DESDE MUITO CEDO

Prêmio Nobel  
propõe ensinar  
ciência já na  
pré-escola



## COMO CAMINHA A HUMANIDADE?

FATORES CULTURAIS  
INFLUENCIAM EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

SB  
PC



00297

Ch  
CIÊNCIA HOJE

CIÊNCIA HOJE  
2012





**CRIDA PELO CONSELHO UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ EM 1977, A FUNDAÇÃO NASCEU COM O OBJETIVO DE GERENCIAR OS PROJETOS DA UFC, CONFERINDO MAIOR FLEXIBILIDADE E RAPIDEZ ÀS ATIVIDADES ACADÊMICAS.**



**A FCPC TEM COMO OBJETIVOS: PRESTAR APOIO A PROJETOS DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO E DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL, CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO, MEDIANTE A CELEBRAÇÃO DE CONTRATOS OU CONVÊNIOS POR PRAZO DETERMINADO; INCENTIVAR O DESENVOLVIMENTO DO ENSINO, PESQUISA, EXTENSÃO E DA CULTURA; E COLABORAR COM AÇÕES PÚBLICAS E PRIVADAS DE INTERESSE DA SOCIEDADE, BEM COMO ATUAR CONJUNTAMENTE COM OUTRAS INSTITUIÇÕES CONGÊNERES.**

**AV. DA UNIVERSIDADE, 2995 - BENFICA • CEP:60020-181 • FORTALEZA-CE • TEL.: (85) 3243.1620  
HTTP://WWW.FCPC.UFC.BR HTTP://ESTANTE.FCPC.UFC.BR**

**+ de 5 milhões**

de apoiadores  
no mundo

**+ de 11.000**

projetos  
financiados  
no mundo

**+ de 5.000**

colaboradores  
no mundo



**+ de 140**

países em  
6 continentes

**+ de 15 anos**

no Brasil

**1 pedido:  
sua ajuda.**

Faça parte e ajude a salvar a natureza.

Saiba como colaborar e se afiliar em  
[wwf.org.br](http://wwf.org.br)



## PROJETO “OLHAR EDUCADOR”

O Projeto tem por objetivo subsidiar a elaboração do Plano Curricular considerando a premência da formação continuada no processo de construção do conhecimento em educação no contexto das transformações do século XXI, repensando a organização do currículo nas escolas, ao mesmo tempo em que se buscam formas coletivas de organização e participação democrática dos diferentes segmentos que constituem a comunidade escolar. O projeto compreende três etapas básicas: Formação de gestores; Encontro de Formação Continuada; elaboração do Plano Curricular.



Mesinha Debate 24/07/2012. Prof. Adriano (EF)

**A Formação de Gestores** realizada entre 22/06 a 07/07, contou com a participação de renomados pesquisadores como o prof. José Eustáquio Romão (Instituto Paulo Freire) e Hélio Braga (Instituto Vera Cruz). O **4º encontro de Formação Continuada** (23/7 a 26/07) com o tema “Gestão do conhecimento com consciência”, buscou ressignificar práticas pedagógicas e sociais, inovar tempos e espaços de aprendizagem, recriando e significando saberes. Com a

participação de palestrantes como a profª Elvira Sousa Lima, Kátia Cristina S. Smole (Mathema), Claudia Siqueira (Instituto Sidarta) e profissionais de diferentes áreas do conhecimento, professores debateram temas como “Ganhar consciên-



Palestra 26/07/2012. Vista geral

cia é ganhar humanidade. Qual é a contribuição das áreas do conhecimento?” possibilitando as reflexões sobre as concepções que fundamentam as práticas pedagógicas e repensar quais conhecimentos são fundamentais em Carapicuíba para o pleno exercício da cidadania. A elaboração do **Plano Curricular** prosseguirá no 2º sem/12, com a EJA (Educação de Jovens e Adultos); 2013 – grupos de estudos nas diferentes áreas do conhecimento do Ensino Fundamental e Educação Infantil; sistematização dos dados e publicação da versão preliminar no Portal da Educação e, finalmente, em 2014, a Rede Municipal de Ensino poderá colocar em prática a proposta elaborada pelos seus profissionais.



Prefeitura de Carapicuíba



**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** | Renato Lessa (UFF)

**Diretores Adjuntos** | Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF) • Caio Lewenkopf (Instituto de Física/UFF) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRRJ) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRRJ)

**Superintendente Executiva** | Elisabete Pinto Guedes

**Superintendente Financeira** | Lindalva Gurfild

**Superintendente de Projetos Estratégicos** | Fernando Szklo

#### CIÊNCIA HOJE | SBPC

**Editores Científicos** | Ciências Humanas e Sociais – Maria Alice Rezende de Carvalho (Departamento de Sociologia e Política/PUC-Rio) e Ricardo Benzaquen de Araújo (Departamento de História/PUC-Rio) | Ciências Ambientais – Jean Remy Guimarães (Instituto de Biofísica/UFRRJ) | Ciências Exatas – Ivan S. Oliveira (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) | Ciências Biológicas – Andrea T. Da Poian (Instituto de Bioquímica Médica/UFRRJ)

#### REDAÇÃO

**Editora Executiva** | Alicia Ivanisovich; **Editora Assistente** | Sheila Kaplan; **Editor de Forma e Linguagem** | Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** | Ricardo Menandro;

**Sector Internacional** | Cássio Leite Vieira; **Repórteres** | Fred Furtado, Henrique Kugler, Sofia Moutinho e Lucas

Conrado Silva; **Colaborou neste número** | Mariana

Cocon; **Revisoras** | Elisa Sankuevitz e Maria Zilma

Barbosa; **Secretária** | Theresa Coelho

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

**Diretora de Arte** | Claudia Fleury; **Programação Visual** | Carlos Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira; **Computação**

**Gráfica** | Luiz Baltar, (ampersand@ampersanddesign.com.br);

**Diagramação** | João Gabriel Magalhães | **Capa e diagramação**

**de artigo de capa** | Ana Soter

#### SUCURSAIS

**NORTE** | Manaus | Coordenador científico | Ennio Candotti |

Correspondente | Mariana Ferraz (mariana@museudaamazonia.org.br). End.: Museu da Amazônia – MUSA – Av. Cons-

telação, 16, Conjunto Morada do Sol, Aleixo. CEP 69060-081

Manaus, AM. Tel.: (0xx92) 3236-5326

**SUL** | Curitiba | Correspondente | Roberto Barros de Carvalho

(chsul@ufpr.br) e Celio Yano. End.: Universidade Federal do

Paraná, Departamento de Comunicação Social, Rua Bom

Jesus, 650. Juvevê. CEP 80035-010, Curitiba, PR. Tel.: (0xx41)

3313-2038. Apoio: Universidade Federal do Paraná

**SÃO PAULO** | Correspondente | Vera Rita Costa (verarita@

cienciahoje.org.br). Tel.: (0xx13) 9756-0848

**PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL** | Superintendente | Ricardo Madeira; | **Publicidade** | Sandra Soares

(gerente). End.: Rua Dr. Fabricio Vampre, 59, Vila Mariana,

CEP 04014-020, São Paulo, SP. Telefax: (0xx11) 3539-2000

(cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura**

**I Gerente** | Fernanda L. Fabres.

Telefax: (0xx21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br)

**REPRESENTANTES COMERCIAIS**

**BRASILIA** | Joaquim Barroncas – Tels.: (0xx61) 3328-8046/

9972-0741.

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

**RECURSOS HUMANOS** | Luiz Tito de Santana

**EXPEDIÇÃO** | Gerente | Adalgisa Bahri

**IMPRESSÃO** | 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.: (0xx21) 2109-

8999 – Fax.: (0xx21) 2541-5342 | Redação (cienciahoje@

cienciahoje.org.br)



A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, fundada em 1948, é uma entidade civil sem fins lucrativos, voltada para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país. **Sede nacional:** Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP. Tel.: (0xx11) 3355-2130.

APOIO:



# COMO EVOLUÍMOS?

A teoria darwiniana afirma que a evolução resulta da seleção natural, e que os humanos são apenas mais uma espécie animal. O que nos diferenciaria das outras espécies seria, sobretudo, a cultura. A capacidade de adquirir e transmitir cultura parece exclusiva de nossa espécie – embora existam opiniões divergentes. Por muito tempo, os cientistas acreditaram que essa capacidade era influenciada por fatores biológicos. Mas seria viável pensarmos na direção contrária? Até que ponto a cultura poderia interferir na biologia?

O artigo de capa desta edição mostra que existe, de fato, uma interação entre elas, com influências mútuas, embora as mudanças – biológicas e culturais – ocorram em ritmos muito diferentes.

A cultura, segundo estudos recentes, contribui para a seleção de modificações em características biológicas da espécie humana – o artigo traz exemplos de como isso aconteceu em diferentes povos.

Toda previsão envolve algum risco, mas o autor sugere que, diante da crescente internacionalização proporcionada pelos meios de transporte e comunicação no mundo atual, a diversidade morfológica dos humanos tende a diminuir, levando a uma maior uniformidade da população mundial.

A redação



CAPA: ILUSTRAÇÃO  
LUCIANA ARAUJO LUMYX



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)



- 4 **o leitor pergunta** | Como funcionam os painéis de LED usados em TVs e telões de estádios? | Ainda existem tribos indígenas isoladas na Amazônia? | A argila (popularmente barro) é mais pobre em nutrientes que outros tipos de solo? | Por que os detritos de Saturno e de outros planetas estão dispostos em forma de anéis em uma faixa relativamente estreita, e não distribuídos de maneira uniforme sobre todo o planeta?
- 7 **ch on-line**
- 8 **entrevista** | DANIEL SHECHTMAN | CIÊNCIA NA MAIS TENRA IDADE | Cientista israelense defende mudança nos métodos atuais de educação
- 12 **mundo de ciência**
- 19 **a propósito** | CORRO, LOGO, PENSO | Sedentarismo contraria evolução e pode ser considerado epidemia mundial
- 43 **exatamente** | BATMAN, TECNOLOGIA E FUSÃO NUCLEAR | Novo filme do famoso personagem apresenta graves incorreções científicas
- em dia**
- 44 **HIDRELÉTRICAS: O MITO DA ENERGIA LIMPA** | Ao contrário do que se imagina, geração hidrelétrica tem imenso impacto ambiental
- 47 **GUARDIÃ CORROMPIDA** | Mutação de proteína que previne tumores abre caminho para desenvolvimento do câncer
- 48 **ESQUADRINHANDO NOSSOS CAMPOS** | Safras agrícolas podem ter previsões mais corretas com a ajuda de imagens de satélite
- 50 **DE OLHO NA INOVAÇÃO** | Conquistas e desafios da pesquisa no Brasil são debatidas na reunião anual da Fesbe
- 52 **PÍLULAS CEREBRAIS** | Droga usada contra mal de Alzheimer melhora cognição de portadores da síndrome de Down

## ESTAMOS MUDANDO? BIOLOGIA, CULTURA E EVOLUÇÃO

20

Acredita-se hoje que a cultura seja influenciada pela biologia e que o contrário também seja verdadeiro. Mas como a cultura levaria à evolução de aspectos biológicos? Três exemplos, em populações brasileiras e latino-americanas, mostram de que maneira isso acontece.

POR FRANCISCO M. SALZANO



## COIVARA: CULTIVO ITINERANTE NA FLORESTA TROPICAL

26

Sistema agrícola usado há milênios por populações tradicionais, a coivara está restrita hoje a poucas áreas. Uma análise de estudos feitos sobre esse método e pesquisas de campo no Brasil permitem defender a sustentabilidade desse tipo de cultivo.

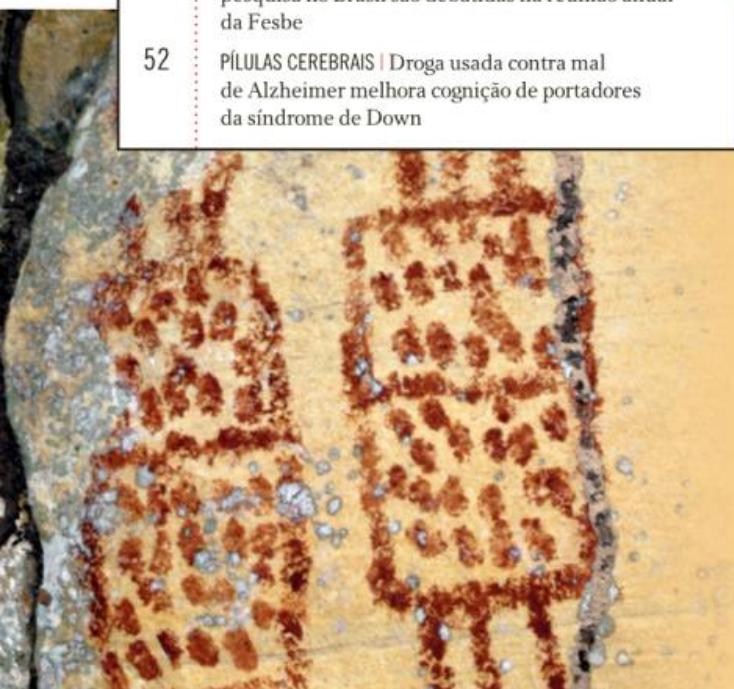
POR WALTER A. NEVES, CRISTINA ADAMS, RUI S. SERENI MURRIETA, ALEXANDRE A. RIBEIRO FILHO E NELSON N. PEDROSO JÚNIOR

## ARTE NA PEDRA: O SURPREENDENTE E POUCO CONHECIDO PATRIMÔNIO PRÉ-HISTÓRICO DE MATO GROSSO DO SUL

32

Antigos habitantes do território de Mato Grosso do Sul deixaram registros em pinturas e gravuras em abrigos e cavernas. O estudo dessa arte primitiva ajuda a elucidar questões a respeito do modo de vida dessas populações.

POR RODRIGO L. SIMAS DE AGUIAR





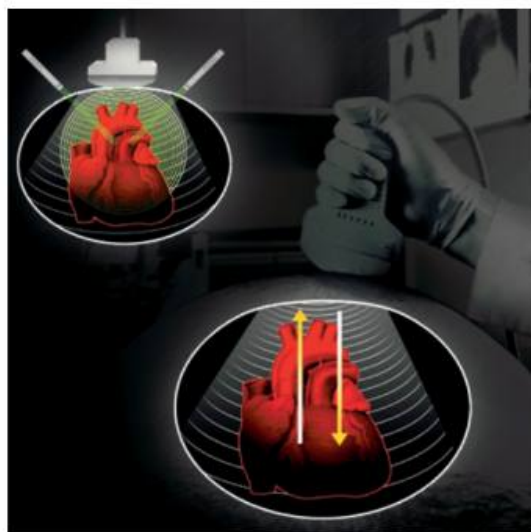


## FOTOACÚSTICA: IMAGENS DA INTERAÇÃO DE LUZ E SOM NO CORPO HUMANO

38

Gerado quando a luz é absorvida por um material, o efeito fotoacústico permite, aliado a outras técnicas, imagens médicas com características únicas. O novo método pode ter várias aplicações na medicina, inclusive para identificar cânceres e outras doenças.

**POR THÉO ZEFERINO PAVAN, ANTONIO A. OLIVEIRA CARNEIRO E STANISLAV Y. EMELIANOV**



- 54 **opinião** | MATERIAIS NANOPARTICULADOS: POTENCIAIS RISCOS À SAÚDE | Efeitos da exposição dos seres vivos a nanomateriais ainda são pouco conhecidos
- 56 **linha do tempo** | OURO CONTRA AÇÚCAR | Proibição de livro no século 18 revela disputa de poder no Brasil colonial
- 57 **ensaio**  
MISTÉRIOS DO MAR PROFUNDO | Brasil ingressa em programa internacional de pesquisa sobre sedimentos do fundo oceânico  
OS ESPAÇOS PÚBLICOS NA PALMA DA MÃO | Acesso a internet e redes sociais foram importantes em rebeliões em países árabes
- 63 **futuro cientista**
- 64 **perfil** | IVÁN IZQUIERDO | MEMÓRIAS DE UM BRASILEIRO DE BUENOS AIRES | O longo trajeto para se tornar uma autoridade mundial em memória
- 72 **memória** | A DESCOBERTA DOS RAIOS CÔSMICOS | Radiação vinda do espaço exterior foi confirmada há 100 anos
- 75 **cidade inteira** | À MARGEM DA AGENDA | Transporte urbano e moradia são questões ausentes do debate político
- 76 **resenha** | TRABALHO AMPLO E PROSPECTIVO | Resenha do livro *Mudança do clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios*, de Ronaldo S. da Motta, Jorge Hargrave, Gustavo Luedemann e Maria Bernadete G. P. S. Gutierrez (eds.).
- 78 **cartas**
- 79 **qual o problema** | SEM PALAVRAS | Figuras simples podem ajudar a explicar conceitos matemáticos complexos
- 80 **sobre humanos** | DEMOCRACIA E CRISE | Experiência democrática vive novo momento de instabilidade



JOSÉ PAULO OLIVEIRA, POR CORREIO ELETRÔNICO

## Como funcionam os painéis de LED usados em TVs e telões de estádios?

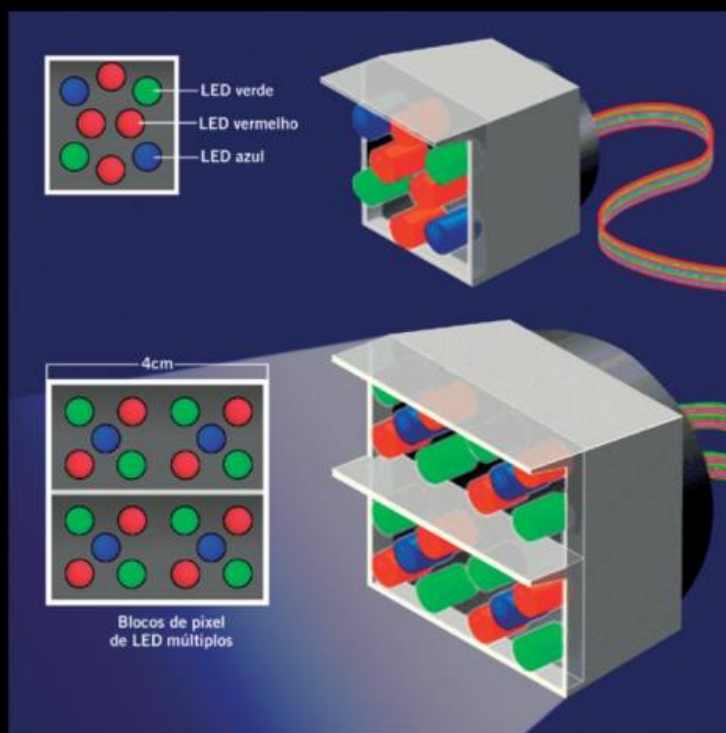
O PAINEL DE LED é composto de dezenas ou centenas de milhares de diodos emissores de luz (LED, na sigla em inglês): cristais semicondutores que acendem quando atravessados por uma corrente elétrica. São usados LEDs que produzem luz verde, vermelha e azul. Por meio da combinação dessas três cores básicas, obtêm-se praticamente todas as tonalidades que a visão humana pode distinguir. A operação do painel depende de um processador central, que recebe um sinal de vídeo proveniente de um DVD, câmera ou computador. O processador separa a informação para cada uma das três cores básicas e redimensiona a imagem conforme a quantidade e posição dos LEDs. Dentro do painel, cada LED está ligado a um circuito que controla o acendimento conforme a informação recebida do processador.

Esse é um dos poucos sistemas que podem ser utilizados ao ar livre, em pleno dia, seja devido à sua robustez, seja pelo seu elevado brilho. Agora estão começando a surgir televisores que utilizam LEDs orgânicos (que não são cristalinos) como elementos emissores de luz. Mas os televisores ditos 'de LED' que estão no mercado são, na maioria das vezes, telas de cristal líquido (LCD), retroiluminadas por LEDs brancos. A vantagem é que a luz do LED permite uma melhor reprodução de cores pelo LCD, além de maior uniformidade e menor espessura da tela.

*Guido Stolfi*

LABORATÓRIO DE COMUNICAÇÕES E SINAIS,  
ESCOLA POLITÉCNICA, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Os telões usados em estádios, que podem ser vistos mesmo sob luz solar, utilizam grande quantidade de módulos de diodos emissores de luz (LEDs) para gerar diretamente as imagens





GILBERTO MOREIRA, POR CORREIO ELETRÔNICO

## Ainda existem tribos indígenas isoladas na Amazônia?

**SIM, EXISTEM HOJE CERCA DE 70 REFERÊNCIAS** sobre a presença de índios isolados na Amazônia brasileira — grande parte delas na região de fronteira entre Brasil e Peru. No lado brasileiro, acredita-se que haja uma população variável de 600 a 1 mil índios ainda não contatados só no estado do Acre, segundo estimativas dos sertanistas da Fundação Nacional do Índio (Funai). Já no lado peruano da fronteira, foram localizados 15 diferentes grupos isolados, com uma população estimada entre 5 mil e 10 mil índios.

Esses grupos vêm, ao longo das últimas décadas, sofrendo muitas pressões — principalmente em função da atividade madeireira e de grandes empresas petrolíferas que realizam estudos de prospecção de gás e petróleo em ambos os lados da fronteira. Tais dinâmicas estão perturbando significativamente os grupos isolados e, exatamente por conta dessas frentes de exploração, estamos observando deslocamentos populacionais na região.

Para proteger essas populações, em primeiro lugar, é preciso garantir a integridade de seus territórios. Para isso, é importante proteger também as etnias já contatadas, assim como as populações não indígenas tradicionais da Amazônia — afinal, são grupos que muitas vezes compartilham terras com as tribos isoladas. O Estado brasileiro, sozinho, não conseguirá dar conta da proteção aos indígenas em situação de isolamento voluntário, e os melhores aliados nessa luta são os próprios índios que já fizeram contato com nossa civilização.

O que podemos aprender com eles? Que há, sim, uma forma diferente de se viver. Uma forma não capitalista de se relacionar entre si e com a natureza. A Terra é rica por sua diversidade e, quando se extermina uma cultura, toda a humanidade perde. A diversidade é muito saudável para o planeta e, felizmente, a Terra é um planeta diverso.

*Terri Aquino*

COORDENAÇÃO GERAL DE ÍNDIOS ISOLADOS E DE RECENTE CONTATO, FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO



© Glenn Feldman/INIA

EMANUEL ARTIAGA DE SANTIAGO DA SILVA, POR CORREIO ELETRÔNICO

## A argila (popularmente barro) é mais pobre em nutrientes que outros tipos de solo?

**SIM. A ARGILA É UM MATERIAL** formado por partículas minerais ou argilominerais, menores que 0,004 mm, depositadas por decantação em ambientes de baixa energia.

Esses sítios de deposição podem ter pouco oxigênio dissolvido na água (ambiente anóxico) preservando partículas orgânicas e de outros nutrientes, o que confere uma coloração cinza ou preta, como a observada nos sedimentos dos manguezais. Com a exposição desses depósitos às intempéries

(ação do ar, da chuva e da radiação solar), a matéria orgânica e os nutrientes são facilmente eliminados pela oxidação, e as cores escuras dão lugar aos tons de amarelo, laranja, vermelho e branco, típicos do solo pobre (sem matéria orgânica e outros nutrientes) popularmente chamado de “barro”.

*Afonso Nogueira*

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA,  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ



JOÃO DA CRUZ, DIVINÓPOLIS/MG

Por que os detritos de Saturno e de outros planetas estão dispostos em forma de anéis em uma faixa relativamente estreita, e não distribuídos de maneira uniforme sobre todo o planeta?

OS SATÉLITES tendem a orbitar os planetas num plano próximo ao equador desses corpos celestes. Com os anéis não é diferente. Os detritos que compõem a matéria que gira ao redor de um astro — os chamados anéis — podem ser vistos como pequenos satélites.

Os astrônomos têm duas explicações para que a circulação dos anéis se dê no plano equatorial.

A primeira diz respeito à formação do sistema solar. Quando uma estrela se forma pela contração de uma nuvem de matéria, essa nuvem entra em rotação. Quanto mais a matéria se contrai, mais rápida a nuvem gira. E quanto mais alta a velocidade de rotação da nuvem, mais matéria é distribuída sobre o plano equatorial. Assim, cria-se um disco de matéria sobre o plano equatorial da estrela, a partir do qual formam-se planetas, satélites e demais objetos.

A outra explicação diz respeito à rotação do planeta. Esse movimento é responsável pelo achatamento do astro, concentrando mais matéria no plano equatorial. Logo, a força gravitacional nesse plano é maior.

*Enos Picazzio*

INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS,  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

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)



## NOTÍCIAS

GALERIA

INSTITUTO CH

VIDEO



FOTO NASA

**ROBÓTICA > ADMIRÁVEL MUNDO DAS MÁQUINAS**

Pode parecer ficção, mas os robôs estão cada vez mais integrados ao nosso dia a dia – e vieram para ficar. No Brasil, a área ainda sofre com falta de incentivos, embora as equipes universitárias nacionais façam sucesso nas arenas de competição pelo mundo.

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

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

**EDUCAÇÃO > Uma visita à Fisicalândia**

A experiência de um professor piauiense do ensino médio no curso de física do Cern ou como a experimentação e a discussão de temas relevantes e atuais podem estimular o aprendizado e o interesse pela ciência.

**COLUMNAS** > <http://cienciahoje.uol.com.br/columnas>

**SENTIDOS DO MUNDO > Antropologia e psicanálise**

Em sua coluna de setembro, Luiz Fernando Dias Duarte traça um paralelo entre os dois campos. O antropólogo parte de suas origens e anseios comuns, retoma o inevitável rompimento e fala sobre as tendências atuais de confluência.

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

**WEB 2.0 > Internet: ferramenta da ciência**

Cientistas usam cada vez mais vídeos e imagens da rede no lugar de pesquisas de campo e experiências controladas no laboratório.



FOTO CERN/ILLO PROFESSOR



FOTO NICK PING CHEN CC BY 3.0



> **PODCAST:** <http://cienciahoje.uol.com.br/podcasts>

**BARREIRA À SILICOSE** > Nova terapia contra doença pulmonar grave acaba de passar pela primeira fase de testes em humanos. O médico e coordenador da pesquisa Marcelo Morales, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, comenta os resultados no *Estúdio CH*.

**MITOLOGIA: MECANISMO DE MEMÓRIA** > As narrativas épicas – incluindo as histórias de deuses – e as crenças de um povo constituem sua mitologia. Em entrevista no *Estúdio CH*, a historiadora Maria Regina Cândido, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, fala sobre os mitos e sua relação com a religião.

e muito mais >>>

Acompanhe a *CH On-line* também no

facebook

twitter

YouTube

tumblr

del.icio.us



# CIÊNCIA NA MAIS TENRA IDADE

DANIEL SHECHTMAN

Joãozinho está no jardim de infância. Muito novo para aprender ciência? “Ora, é claro que não”, garante o israelense Daniel Shechtman, vencedor do prêmio Nobel de Química de 2011. Para ele, a tenra idade pode ser o melhor momento para lançar nos pequenos as primeiras sementes de curiosidade científica. Conceitos matemáticos elementares, raciocínio lógico e até as leis de Newton são as apostas de Shechtman para a formação inicial dos cientistas e cidadãos do amanhã.

A ideia está prestes a ser colocada em prática. O projeto piloto coordenado por Shechtman deve começar ainda neste semestre — sua terra natal, a pequena cidade de Haifa, em Israel, foi o lugar escolhido para experimentar a inovadora proposta do laureado.

Hoje, ele dedica-se a projetos de educação. Mas sua carreira científica foi coroada pela descoberta dos quasicristais — estruturas cristalinas baseadas em simetrias que, até a década de 1980, não eram validadas pela ciência. O trabalho foi uma afronta à cristalografia de então, e, da rejeição ao sucesso, a trajetória de Shechtman não foi fácil. Além de colocar sua reputação em xeque, sua insistência o fez elencar um rol expressivo de desafetos. Mas o tempo passou. Sucessivas observações empíricas mostraram que, sim, ele tinha razão, e o prêmio Nobel foi natural consequência [ver ‘Demolidor de paradigmas’, em *CH* 296, e ‘Simetria (im)possível’ em *CH* 288].

Em visita ao Brasil, para participar da 64ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, em São Luís (MA), o cientista deixou suas impressões acerca das vitórias e dificuldades que enfrentou nas últimas décadas. Em entrevista exclusiva à *Ciência Hoje*, fala sobre as expectativas e desafios que estão por vir em seu novo projeto de educação científica para crianças.

HENRIQUE KUGLER | CIÊNCIA HOJE | RJ



FOTO: DIVULGAÇÃO



## NOSSA PROPOSTA NÃO É ENTRAR EM DETALHES MATEMÁTICOS; AS CRIANÇAS ENTENDERÃO APENAS OS CONCEITOS ELEMENTARES ENVOLVIDOS NO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

**Ciência na pré-escola? Conte-nos sobre essa ideia.** Tudo começou quando fui convidado a participar de um programa de televisão, em Israel. Foi em outubro do ano passado. O entrevistador me perguntou: “qual é o momento certo para ensinar ciência às crianças?”. Ora, “é no jardim de infância”, respondi. O prefeito de Haifa assistiu a essa entrevista, e alguns dias depois me ligou empolgado sugerindo que iniciássemos imediatamente um projeto para colocar isso em prática. Perguntei a ele se a prefeitura bancaria todos os custos, a resposta foi um sonoro “sim, é claro”. Montamos uma equipe; estabelecemos um comitê; e elaboramos um projeto que deverá ser implementado ainda este semestre. Haifa tem 250 jardins de infância municipais, e em nosso projeto piloto trabalharemos com 60 deles.

**E como está essa fase inicial de implementação?** Estamos instruindo os professores. Entregaremos a eles um material especialmente desenvolvido para o ensino de ciências na pré-escola. Mas a ideia ainda envolve outro aspecto de vital importância: precisamos também envolver os pais das crianças. Como faremos isso? Toda semana, eles receberão do professor uma carta – explicando o que foi trabalhado em sala ao longo daqueles dias e solicitando que conversem com seus filhos a respeito dos assuntos científicos ensinados.

**Mas o que devemos entender por ‘ciência’ no contexto do pré-escola?** Pensamento racional, pensamento lógico. Significa, por exemplo, ensinar quantidades, medidas e formas elementares de mensuração. Quanto mede, em comprimento, altura ou largura, essa mesa ou esta revista? Mostre à criança como se usa uma régua e ela poderá te dizer “20 centímetros, 60 centímetros”, e por aí vai. Simples assim. Aí temos, por exemplo, água quente e fria. O que significa isso? Como medir? Ora, é muito fácil – temos termômetros. A criança medirá, digamos, 70° (é quente) ou 20° (é fria). Certo, mas e quanto à massa, ou peso? Temos balanças. “Isto é leve, aquilo é pesado”, entenderão com facilidade. Eventualmente, ensinaremos o que é um sólido, um líquido,

um gás. A propósito, pretendemos também ensinar as leis de Newton.

**Leis de Newton na pré-escola?! Exato** – por que a surpresa? Digamos que a criança dê um golpe na mesa ou na parede com determinada quantidade de força. Ação, reação [é a terceira lei de Newton, que, de maneira simplificada, postula que a toda ação corresponde uma reação oposta e de igual intensidade]. É tão simples, e as crianças – estamos falando de pequenos entre cinco e seis anos – tendem a compreender isso com certa facilidade. Obviamente nossa proposta não é entrar em detalhes matemáticos; as crianças entenderão apenas os conceitos elementares envolvidos no conhecimento científico. Várias outras prefeituras de Israel já me contataram, interessadas no projeto. Minha recomendação foi esperarmos um ano, até que possamos ganhar alguma experiência. Queremos cometer todos os erros possíveis em Haifa; então estaremos prontos para viabilizar a ideia em outros lugares.

**O senhor tem viajado bastante. Conhece alguma iniciativa similar ao redor do mundo?** Não. Até onde sei, trata-se de um projeto original. É evidente que há, aqui ou ali, iniciativas direcionadas ao ensino de ciências para crianças, mas nesses moldes e nessa escala, com tamanho engajamento de acadêmicos e poder municipal, desconheço. Estamos otimistas, e achamos que irá funcionar muito bem.

**Destacaria alguma dificuldade ou desafio específico?** Começar é fácil. O difícil é manter um projeto como esse funcionando ano após ano.

**Incentivar diálogos sobre ciência em casa requer algum grau de preparo e educação por parte dos pais, certo?** Certo. Mas em Haifa isso não é problema – os pais são muitíssimo bem educados. A maioria é composta por engenheiros, cientistas, professores. Será bem fácil. Em outros locais, menos privilegiados do ponto de vista educacional, as dificuldades podem ser mais expressivas.

>>>



## PRECISAMOS DE MAIS CIENTISTAS BRASILEIROS ENVOLVIDOS EM TAL PROCESSO – DESENVOLVENDO PRODUTOS BASEADOS NA RIQUEZA QUÍMICA E BIOLÓGICA PRESENTE NA AMAZÔNIA

**Especulando sobre a aplicabilidade de uma ideia como essa no Brasil, é desafiador imaginar como conduzir uma educação científica com tamanho engajamento dos pais – quando ainda enfrentamos, por exemplo, estatísticas preocupantes de analfabetismo funcional... É complicado. Mas, por outro lado, podemos pensar que, em certos casos, os filhos podem acabar ensinando seus pais. Caso houvesse interesse, talvez fosse possível iniciar em estados como São Paulo, ou na região Sul, onde, pelo que sei, os índices de educação são mais interessantes. Mas sem dúvida: a educação dos pais é um fator decisivo. Não propus um projeto como este para o contexto das favelas; mas sim para a realidade de Haifa.**

**De maneira geral, como avalia a educação em Israel?** Temos boas universidades; o ensino superior, de modo geral, é bastante satisfatório. Israel é um país pequeno, tanto em área quanto em população (somos apenas 8 milhões de pessoas), e isso facilita as coisas. Felizmente não temos, por exemplo, problemas de analfabetismo. Diria que temos ótima educação por lá, sim, mas há sempre demandas para melhorar.

**Impressões acerca da educação no Brasil?** Não vi o bastante, não tenho muito a dizer. Estou aqui há três dias. Há alguns anos estive no Rio de Janeiro, para participar de um encontro internacional. Foi antes de ter sido laureado com o prêmio Nobel.

**Após a premiação, quais têm sido suas prioridades? Ainda pesquisa quasicristais?** Atualmente não trabalho com quasicristais. O Nobel, de certa forma, me deu mais oportunidades para conversar com tomadores de decisão – tanto em Israel quanto em outros países. Tenho me esforçado bastante para tentar influenciar a esfera política a dar mais atenção à ciência e à educação. Este tem sido meu foco. Não apenas educação e ciência, mas, principalmente, empreendedorismo tecnológico.

**Empreendedorismo tecnológico?** Israel tem sido um exemplo interessante. Há 26 anos, venho ministrando, em minha universidade, uma disciplina focada em empreendedorismo tecnológico. Algo em torno de 10 mil engenheiros, que hoje atuam no país, já frequentaram minhas aulas – e sempre insisti para que eles abrissem os olhos e transformassem suas ideias em negócios, pequenas empresas. E assim tem acontecido. Muitos engenheiros, em Israel, hoje abrem seus pequenos empreendimentos. São pessoas que sabem o que é possível e necessário. E, mais importante, que sabem o que já está sendo feito na China ou em Taiwan (risos).


**Acha que essa cultura de empreendedorismo científico também vingaria no Brasil?** Seu país é riquíssimo em minerais. Não deveria vendê-los como simples matérias-primas, com tão pouco valor agregado. O mais racional seria, a partir dessa riqueza bruta, desenvolver produtos e processos mais sofisticados – e aí entra o empreendedorismo. Você pode viver bem por vários anos como fornecedor de *commodities*; mas se quiser um futuro para o país, deve ir muito além disso – o que ocorre, necessariamente, por meio de investimentos massivos em educação, ciência e tecnologia de ponta.

**A ideia não é nada original. É exatamente nessa tecla que a comunidade científica insiste há tempos.** Pois é. O que é preciso enfatizar é a importância do empreendedorismo por parte de cientistas, pesquisadores e engenheiros. Vejamos: no Brasil, a maioria das indústrias vem ‘de cima’. Por exemplo, o governo decide que quer desenvolver a indústria automobilística no país, e traz para cá empresas como Fiat, Toyota e suas concorrentes – são iniciativas exógenas, que vêm ‘de fora’. O que eu procuro incentivar é exatamente o contrário: indústrias que venham ‘de dentro’, por iniciativa da população. Em Israel isso tem funcionado muito bem. Projetam-se novos produtos e processos e iniciam-se novas empresas.



Um dos argumentos usados para justificar o incentivo a grandes indústrias estrangeiras é a geração de emprego. Mas o que temos, geralmente, são empregos que requerem pouco mais do que a capacidade de apertar um botão, e repetir, repetir, repetir... Isso não é emprego de verdade. Bem mais interessante é quando alguém desenvolve e produz algo de valor intelectual agregado – isso rende ganhos reais para o país. Quando uma grande empresa cresce, estima-se que ela gere somente 5% a mais de novos postos de trabalho. Quando uma nova pequena empresa surge, ela dobra seu número de funcionários a cada ano. Verdadeiros empregos vêm de pequenas iniciativas. São pequenas, mas muitas. Insisto, mais uma vez, que só boa educação pode levar a isso. Não se pode iniciar um negócio eficiente sem boa educação científica e sem empreendedorismo tecnológico.

**Em suas áreas de conhecimento, química e física, quais seriam as boas apostas para o Brasil?** Pensando em química, associada à biologia, vejo aqui imenso potencial de estudo e trabalho – muito especialmente ao considerar a imensidão da Amazônia. Nenhum país no mundo desfruta de tanta riqueza em potencial. Há recursos de todos os gêneros, com destaque para fármacos, químicos em geral e uma grande quantidade de produtos ainda não estudados. Lembre-se: a floresta amazônica guarda riquezas que ainda são totalmente desconhecidas. Pesquisadores do mundo todo sabem disso, e já estão trabalhando no assunto. Precisamos de mais cientistas brasileiros envolvidos em tal processo – desenvolvendo produtos baseados na riqueza química e biológica presente na Amazônia.

**Mas, aparentemente, derrubar floresta e desenvolver monoculturas gera resultados mais imediatos...** Bem, isso é entre vocês e seu governo. Basta propor e cumprir uma política pública eficiente. É simples. 

# POR QUE DIVULGAR CIÊNCIA PARA A SOCIEDADE?

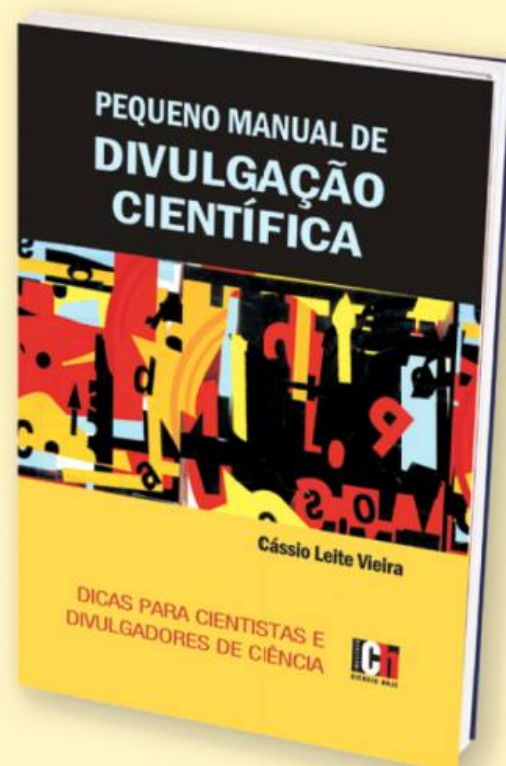
## COMO TRANSMITIR CONCEITOS DIFÍCEIS DE FORMA SIMPLES?

Neste Pequeno Manual,  
você encontra dicas  
de como escrever e falar  
sobre ciência com rigor  
e simplicidade.

**Peça já seu exemplar.**

LIGUE 0800 727 8999 OU VISITE

[WWW.CIENCIAHOJE.ORG.BR](http://WWW.CIENCIAHOJE.ORG.BR)





DESTAQUE > GENÉTICA > CONSÓRCIO REVELA QUE 80% DO MATERIAL GENÉTICO HUMANO SÃO FUNCIONAIS

# Genoma humano: ainda mais complexo



FOTO: TOM WINTER/SIPA/REX

**Q**uando os primeiros resultados do genoma humano foram revelados, há 12 anos, acreditava-se que apenas 5% dos 3 bilhões de letrinhas fossem funcionais. O restante recebeu nome que dá bem a ideia do que se pensava sobre aqueles 95%: DNA-lixo. Agora, um consórcio causa reviravolta no cenário: 80% do material genético são, de alguma forma, ativos. Ou seja, aquela porção inicialmente desprezada tem papel importante.

Se pudéssemos fazer a síntese da síntese dos resultados do consórcio Encode, liderado pelo Evan Birney, do Instituto Europeu de Bioinformática (Reino Unido),

ela seria algo assim: o que era complicado ficou mais ainda. Isto é, se entender aqueles 5% de genes já era tarefa complicada, o que pensar do vasto montante que desempenha algum papel.

A imagem do material genético (DNA) era, até agora, a de colar, em que diminutas extensões eram pérolas (genes), e o restante, bolinhas sem valor algum. Com os resultados do Encode (sigla, em inglês, para Enciclopédia dos Elementos de DNA), estas últimas ganham, no mínimo, brilho.

Dá para imaginar, entre especialistas, o misto de alegria — afinal, os resultados representam avanço inestimável

Ewan Birney, Tim Hubbard e Roderic Guigo e as bailarinas que interpretaram a 'dança do DNA' para marcar o lançamento dos dados do Encode

para o conhecimento sobre os humanos — e de surpresa — o que era complicado complicou-se.

Por que ficou mais complicado?

**RETROALIMENTAÇÃO?** Resposta é mais ou menos essa: sabe-se agora que as regiões entre um gene e outro — tidas como lixo — têm papel semelhante a uma chave liga-desliga. Como o nome diz, acio-



nam ou param o funcionamento dos genes. Mas a complicação vai além: essas regiões se autorregulam. Explicando: um desses trechos age sobre um ou mais trechos, que, por sua vez, agem simultaneamente sobre um gene e sobre outros trechos, que se influenciam mutuamente...

Percebeu?

A imagem agora é de uma malha intrincada na qual há um mecanismo de retroalimentação do qual só se conhecem detalhes.

Para piorar, o papel do ex-DNA-lixo não fica só no 'liga-desliga'. Trechos dele também modulam, tudo indica, a quantidade de proteínas que um gene produz e podem ainda aumentar ou diminuir a ação de outros trechos. A melhor imagem, então, seria a daqueles botões conhecidos como *dimers*, que aumentam ou diminuem a intensidade da luz.

**POR QUE SOMOS HUMANOS?** Quando os primeiros resultados do genoma humano vieram a público, em 2000, vislumbrou-se que seria possível descobrir que genes — afinal, eram só 5% — seriam a marca registrada dos humanos, aqueles que nos fazem 'humanos'. Basta lembrar que a semelhança com outros primatas é impressionantemente alta — arredondando, coisa de 98%.

Portanto, onde estaria essa diferença mínima que nos faz diferentes?

Não se sabia. E agora essa empreitada — se isso for factível — vai levar mais tempo. Os resultados do Encode são volumosos. Foram resumidos na edição da revista em seis artigos. Mais 24 deles estão em duas outras publicações.

Outro aspecto dos resultados: parecer ficado (bem) mais difícil entender o mecanismo de surgimento de doenças, com essas chaves liga-desliga, *dimers* e mecanismos de retroalimentação etc.

Para organizar a enxurrada de dados do consórcio, a revista *Nature* criou uma página (em inglês): <http://www.nature.com/encode>.



O pulgão *A. pisum* é o primeiro caso conhecido de inseto que se alimenta de luz, por meio de um processo semelhante à fotossíntese

## ZOOLOGIA

# Luz como alimento

Afirmção ouvida por este signatário, na década de 1970, quando a atmosfera *hippie*, com sua contracultura e seu esoterismo, banhava a mente de muitos jovens: "Existem pessoas que vivem só de luz. Elas não comem nada. Apenas meditam e se alimentam de luz". Passadas cerca de quatro décadas, esse tipo de humano (?) ainda não foi descoberto. Mas já há um similar no mundo animal: um pulgão — para, talvez, a decepção da interlocutora acima. O *Acyrtosiphon pisum* ainda não chegou ao estágio do misterioso ser descrito acima. Mas ele exerce sua impressionante habilidade — alimentar-se de energia luminosa — em, digamos, meio expediente. Apela para esse mecanismo, que se assemelha à fotossíntese, só em tempos de carestia. Na fartura, ele gosta mesmo é de seiva.

O segredo do pulgão foi revelado no seguinte experimento: alguns ficaram no escuro, enquanto outros, expostos à luz. Estes últimos, ao final, tinham duas vezes mais ATPs (moléculas que armazenam energia). Descontados todos os 'poréns', a conclusão foi: o inseto laranjinha transformava energia luminosa em química.

Por sinal, a cor do *A. pisum* — que pertence à família dos afídídeos, insetos cujos corpos variam de 1 a 10 mm de comprimento — tem a ver com possível explicação para o estranhíssimo fenômeno: carotenoide. Sabe-se que esse grupo de substâncias (relacionadas ao caroteno, pigmento que dá cor à cenoura, por exemplo) está presente em plantas, algas, bactérias e fungos. Os autores — pesquisadores da França e Israel, liderados por Alain Robishon — desconfiam que os genes para a produção dos carotenoides tenham sido transferidos de um fungo para o pulgão.

Na fotossíntese, os carotenoides têm papel conhecido e importante. No *A. pisum* — espécie que existe há 250 milhões de anos — ainda é questão em aberto. No entanto, há pistas que permitem concluir que o carotenoide é peça-chave, pois pulgões brancos (ou seja, sem o pigmento) não transformam energia luminosa em química — ou seja, não se alimentam de luz.

Já os pulgões verdes também produzem carotenoide. E em quantidade ainda maior que seu 'primo' alaranjado. Então, para apelar para o cardápio luminoso, os verdes precisam ficar em jejum por tempo prolongado.

A repórter Mariana Rocha informa, em reportagem que assina para o *CH on-line*, em 03/09 (<http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2012/09/sobrevivendo-de-luz>), que uma lesma andou se gabando, no noticiário, de se alimentar de luz. Bem, meia verdade. A 'farsa' foi desmascarada: ela come algas que fazem (a verdadeira) fotossíntese. Ou seja, depende da clorofila ingerida para tal processo. Portanto, não é páreo para o pulgão em tela.

O mecanismo da 'fotossíntese' animal permanece por enquanto misterioso. Em tempo: o *A. pisum* não medita.



LÍNGUA

# A origem das indo-europeias

A conclusão de um novo estudo sobre a origem de uma família de línguas – à qual pertence o português – tirou o cavalo de cena e pôs a agricultura. E deslocou o local de nascimento da Ucrânia para a Turquia. As mudanças propostas causaram polêmica.

A nova hipótese – e, por enquanto, apesar de elogiada, ela é só isso – defende que a família das línguas indo-europeias, que reúne centenas de idiomas e dialetos tão díspares quanto o russo e o português, nasceu no contexto da expansão das técnicas de agricultura, a partir da Anatólia (hoje, Turquia), para a Europa e a Ásia. E isso se deu entre 8 mil e 9,5 mil anos atrás.

**A Turquia, destacada no mapa, teria sido o local de origem da família de línguas que inclui o português, segundo nova hipótese**

Para chegar a essa conclusão, os autores – liderados por Russel Gray e Quentin Atkinson, ambos da Universidade de Auckland (Nova Zelândia) – usaram modelos computacionais semelhantes aos empregados no estudo sobre epidemias. E a estratégia pressupunha que palavras sofrem ‘mutações’, como os genes, sendo possível, portanto, com base nessa ‘evolução’, avaliar a idade e origem delas, como as de uma espécie.

Dá para notar como o vocabulário biológico permeia a linguística histórica: família (para alguns, filo), gene, mutação, evolução...

Essa linha de pesquisa, que ganhou força na última década, é polêmica entre linguistas. Os defensores dessa abordagem alegam que sua força reside justamente na interdisciplinaridade. Na equipe de Gray e Atkinson, há pesquisadores da área de informática, microbiologia, psico-

linguística, neurociência, psicologia, ecologia, filosofia, estatística, genética, antropologia, entre outras especialidades.

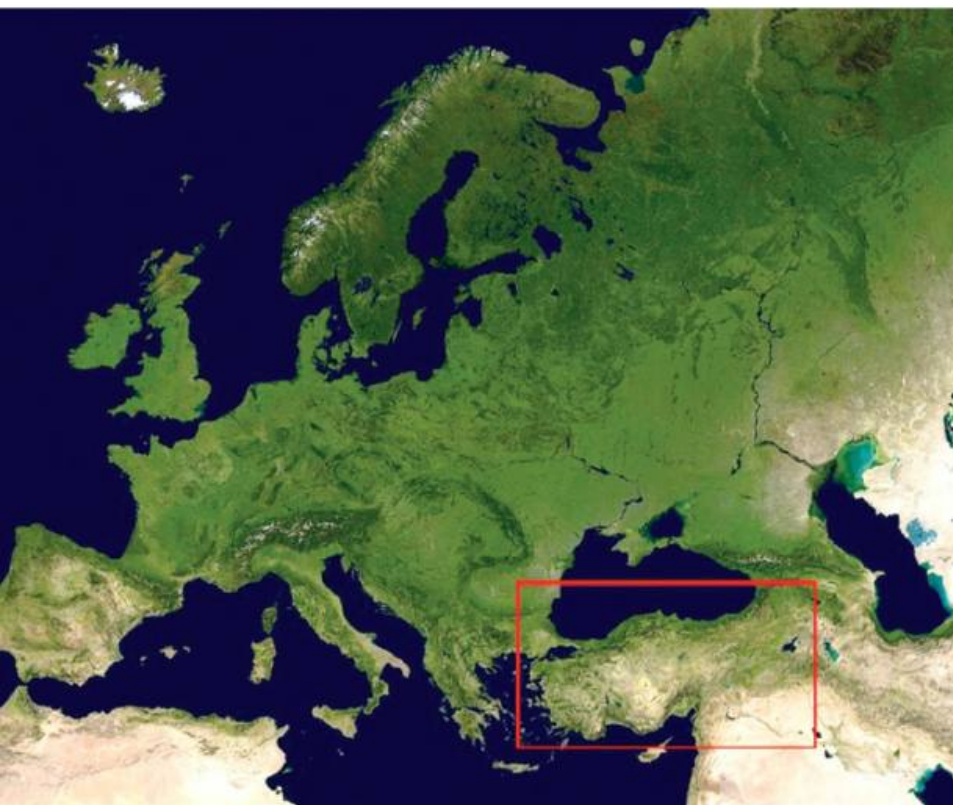
A equipe internacional diz ter objetivo simples: mostrar que o método empregado – que responde pelo pomposo e impenetrável nome de abordagem bayesiana filogeográfica – pode resolver debates sobre a pré-história dos humanos, incluindo, obviamente, a origem da linguagem.

Há cerca de 10 anos, Gray e Atkinson causaram polêmica ainda maior: usaram modelos computacionais próprios da ecologia para mostrar que as línguas indo-europeias haviam surgido entre 7,8 mil e 9,8 mil anos atrás. Na época, revelaram o ‘quando’ (*Nature*, v. 426, n. 435, 2003). Faltava – o que foi feito agora – indicar o ‘onde’.

Ressalte-se que a hipótese da Anatólia/agricultura é minoritária entre especialistas. A mais aceita é a dos chamados *kurgans*, guerreiros nômades que habitaram as estepes Pontic (hoje, Ucrânia). Nesse cenário, a disseminação da família de línguas indo-europeias teria se iniciado há cerca de 6 mil anos. E essa dispersão teria muito a ver com a mobilidade fornecida pelo uso de cavalos.

As principais evidências a favor da hipótese dos *kurgans* vêm da paleontologia linguística e da arqueologia. A primeira indica a origem temporal dos veículos com rodas em torno de 6 mil anos atrás; a segunda mostra que há palavras, em todas as línguas indo-europeias, relacionadas a esse tipo de transporte.

Nas palavras de um especialista, a aceitação da nova hipótese – se isso ocorrer – será demorada. E polêmica.





# SINTONIA FINA

## Vacinar meninos. Já!

Margaret Stanley, do Departamento de Patologia da Universidade de Cambridge (Reino Unido), faz um apelo, em texto de uma página, na revista *Nature* (30/08/12, p. S10): “Não é ético, justo ou responsável do ponto de vista social” ter uma política de saúde pública que força os homens a contar com a imunidade em massa das mulheres, a qual demorará ainda décadas para se manifestar.

A frase é um apelo a favor da vacinação de garotos contra o vírus HPV (vírus do papiloma humano). A peça opinativa ressalta que os casos de câncer associados a esse vírus já são comparáveis entre homens e mulheres nos países desenvolvidos. Mas só há programas de rastreamento do HPV relacionados ao câncer cervical (colo de útero). E muitos países só praticam a imunização em mulheres.

Segundo a pesquisadora, o HPV tem sido pensado só como problema feminino. Não é, enfatiza a cientista.

Os números citados por Stanley dão peso a seus argumentos. Para a Europa, os casos anuais estimados são: câncer de pênis (1.090); câncer de vulva e vaginal (3.850); cervical (23.250); anal (1.700 homens; 2.930 mulheres). Verrugas genitais, outro quadro causado pelo HPV: 325.700 homens; 289.000 mulheres.

As cifras preocupam, sem dúvida. Mas é em outra consequência do HPV que o argumento de Stanley ganha força: câncer de pescoço e cabeça (12.700 homens; 2.539 mulheres). E de amígdala, língua, laringe. Principal fator de risco: sexo oral, como disse Stanley à *CH*.

Os números preocupantes seguem: i) os casos de carcinoma anal (tipo raro de câncer) estão aumentando nos EUA entre homens de 20 a 49 anos; ii) os casos de câncer de pescoço e cabeça têm crescido dramaticamente entre homens e mulheres e, sem a prevenção adequada, irão ultrapassar os de câncer cervical em cerca de 10 anos.

Stanley cutuca a lógica contábil da coisa: modelos mais antigos defendem que, quando a cobertura por vacina atinge 50% ou mais da população feminina, a vacinação dos homens não se justifica do ponto de vista do custo-benefício. Nesses casos, homens heterossexuais estariam protegidos. Mas os homossexuais não se beneficiariam. Ela diz que essa ideia de ‘custo-benefício’ deve ser abandonada, como no caso



da vacinação contra meningite em crianças, cujos gastos são plenamente aceitos pela sociedade.

Uma saída seria vacinar apenas homossexuais. Mas a complicação é imensa: i) heterossexuais ficariam desprotegidos; ii) garotos teriam que ser vacinados antes de começar a vida sexual; iii) vaciná-los depois de iniciada a vida sexual diminuiria a eficácia da vacina.

O item i é problemático. O ii é para lá de problemático: na idade em que a vacina teria que ser aplicada, muitos garotos nem têm sexualidade definida; haveria preconceito por parte deles; seria fator de constrangimento para eles; perguntar isso aos filhos deixaria os pais furiosos; exigir opção sexual para uma campanha de vacinação é para lá de atético...

Dá para ver que a lista é longa; a iniciativa, praticamente irre realizável.

O artigo informa que apenas os EUA, o Canadá e a Austrália recomendam a vacinação de meninos – neste último país, ano que vem, garotos de 12 a 13 anos serão vacinados em massa.

No Brasil, há vacina aprovada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, que recomenda que homens dos nove ao 26 anos sejam vacinados. Mas a rede pública ainda não a oferece (ver ‘Informações que protegem’ na p. 53 desta edição). E o custo das três doses fica em torno de R\$ 1 mil. O Senado aprovou mês passado o projeto que permite que mulheres de 9 aos 40 – com ênfase nas até 13 anos – sejam vacinadas pelo Sistema Único de Saúde.

A frase final de Stanley resume seu pleito e resolve de vez todos os problemas listados acima, tanto de saúde pública quanto éticos: “Vamos começar a vacinação de homens agora mesmo.” Será que esse apelo ecoará em Brasília?



SINTONIA FINA

# Envenenando o cérebro?

Reportagem sobre a relação entre diabetes e Alzheimer, do último 3 de setembro, na *New Scientist* (NS), reforça a crença desta seção de que a revista é a melhor do planeta em divulgação científica – muito disso se deve ao jornalismo britânico, bem-escrito, conciso, crítico, perspicaz. Se há uma crítica a ser feita, nesse caso, à NS é o fato de ela, tudo indica, ter demorado a descobrir o assunto: Alzheimer e diabetes. O leitor desta seção viu aqui várias vezes notas relacionadas a esse tema.

A reportagem assinada pelo jornalista Bijal Trivedi mostra que, nos últimos anos, crescem as evidências de que o quadro neurodegenerativo, marcado pela perda da memória, seja um tipo de diabetes – já classificado como diabetes do tipo 3, para diferenciá-lo do 1 (autoimune) e 2 (relacionado geralmente à obesidade).

A mensagem da reportagem é a seguinte: ao se entupir de comida-lixo (rica em gorduras ruins e açúcares), você não está apenas ganhando quilos extras. Está também envenenando seu cérebro. E vários experimentos já indicam que essa atitude pode estar criando a cama confortável e quente onde o Alzheimer vai deitar e se estabelecer. Infelizmente, para sempre.

A obesidade já é epidêmica em vários países. E a consequência nefasta disso é outra epidemia: a do diabetes do tipo 2. Resultados mostram que portadores desse quadro têm maior chance de desenvolver Alzheimer.

Junte uma coisa à outra, e o cenário é desolador: enorme sofrimento pessoal e custos sociais gigantescos. Só os EUA gastaram, ano passado, cerca de US\$ 130 bilhões (R\$ 260 bilhões) em cuidados médicos com pacientes de Alzheimer.

Assim como os casos de diabetes, os de Alzheimer estão na ascendente:

hoje, são cerca de 35 milhões no mundo; em 40 anos, estima-se, serão 115 milhões.

Mas por que diabetes estaria relacionado a essa forma de demência?

A sintonia fina dos mecanismos ainda não é compreendida na totalidade. Até porque nem mesmo se tem compreensão total das causas do Alzheimer. O vilão parece ser uma proteína denominada beta-amiloide, que forma placas e leva os neurônios à morte – daí a perda de memória e funções cognitivas do portador.

E o que isso tem ou teria a ver com a insulina, hormônio que ajuda o organismo a ‘queimar’ açúcar?

Antes da resposta, é preciso se estender na definição dada aqui à insulina. Por muito tempo, pensou-se nela como agente que ajuda músculos, fígado e células de gordura a extrair açúcar do sangue. Hoje, sabe-se que esse hormônio desempenha várias tarefas no cérebro: regular a ação de substâncias (neurotransmissores) que levam o sinal químico de um neurônio a outro; ajudar as células de certas regiões do cérebro (como o hipocampo) a obter energia; fazer crescer vasos sanguíneos no órgão etc.

Uma relação interessante discutida na reportagem da NS é o papel evolutivo da insulina no cérebro. Quando se retira esse hormônio do órgão, nota-se o comprometimento da memória espacial. Possível explicação: os ancestrais humanos se alimentavam de frutas que, ao serem comidas, elevavam o nível de insulina no sangue, o que reforçaria a memória em relação ao local onde eles encontraram o alimento.

Respondendo, então, à pergunta acima. Evidências indicam que a mesma enzima que ‘corta’ a beta-amiloide faria o mesmo com a molécula de insulina. Mas, quando há muito desta



última no cérebro – porque o pâncreas a fabricou em demasia, em resposta à má dieta –, é possível que a enzima privilegie a insulina em detrimento da beta-amiloide. Esta, então, acaba se acumulando na forma de placas e desencadeando o quadro neurodegenerativo.

Um relato que impressiona no texto de Bijal Trivedi é a descrição de um experimento com humanos. Parte deles comeu, por um só mês, comida-lixo (altamente rica em gorduras saturadas e açúcares) enquanto a outra fez uma alimentação saudável. Exames do fluido espinal dos dois grupos indicaram que, no primeiro, os níveis de insulina haviam se elevado. Pior: aumentaram mais ainda os níveis de beta-amiloide.

O lado positivo de o Alzheimer ser – ou ter semelhanças com – um dia-





ILUSTRAÇÃO: LUIZ RANTAN

betes é que a primeira poderia ser tratada como a segunda vem sendo. Exemplo disso. Cerca de 100 pacientes com Alzheimer que receberam, por quatro meses, insulina via nasal mostraram melhora nas funções cognitivas em testes padronizados de memória. Experimentos similares, usando diversas drogas contra diabetes, estão em curso agora ou já apresentaram seus resultados. Um deles, de um grupo internacional ao qual pertencem pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro, foi muito bem recebido por especialistas da área. O artigo (alerta: técnico e em inglês) pode ser baixado gratuitamente (<http://www.jci.org/articles/view/57256>).

Há uma montanha de artigos que mostram, sem sombra de dúvidas, que o diabetes e o Alzheimer seriam significativamente minimizados, caso as pessoas seguissem duas recomendações: i) alimentar-se saudavelmente; ii) fazer exercícios com frequência.

Mas sejamos sinceros. Isso é pedir muito. E a razão é, sem hipocrisia, simples: exercer a disciplina na hora de comer – o que inclui fazer dieta – é extremamente difícil, pois nosso cérebro está programado para nos fazer salivar diante da tentação da gordura e do açúcar. E pessoas comuns (profissionais da saúde incluídos) não estão dispostas a tanto – a menos que sofram aquele susto (infarto, derrame, câncer, perda de visão, falência de órgãos...).

Resultado: obesidade e diabetes vencem. E, talvez, a doença de Alzheimer também.

Então, na quase inviabilidade dos itens i e ii acima, o que sobra é esperar pelos resultados das pesquisas em curso e torcer para que um tratamento (preferivelmente, simples, barato e indolor) para o Alzheimer surja com base na relação desse quadro com o diabetes.

## CIÊNCIAS AMBIENTAIS

# Amazônia: elemento da chuva

Equipe internacional – com participação de físico brasileiro – descobriu um segredo que paira sobre o impressionante manto verde da floresta amazônica: a vegetação tem a capacidade de fabricar a própria chuva.

O mecanismo agora revelado tem um ator principal: potássio. Já se sabia que esse elemento químico era parte dos aerossóis (líquidos e sólidos em suspensão na atmosfera), mas não se conhecia a origem dele.

Os autores – entre eles, Paulo Artaxo, da Universidade de São Paulo – mostraram que a fonte do potássio são as árvores da floresta. Deve-se acrescentar que vários estudos já mostraram que fungos também podem lançar ao ar esse elemento, bem como cloro e carboidratos. O material analisado no experimento foi coletado a 150 km a nordeste de Manaus.

Análises sofisticadíssimas – envolvendo, por exemplo, microscópio que emprega raios X – conseguiram mostrar que, no ‘coração’ das amostras de ar coletadas a

cerca de 80 m do solo, estavam sais de potássio. Décadas atrás, seria impossível detectar com tanta minúcia e precisão quantidades tão diminutas.

Gotas de chuva – a menos que a temperatura seja baixíssima – não se formam sozinhas. É preciso uma ‘semente’, em torno da qual o vapor se condensa. Com esse propósito agregador, são conhecidas muitas substâncias lançadas na atmosfera pelo homem: fuligem de queimadas, poluentes industriais etc. E pela natureza: vulcões, mares e oceanos. Acrescente-se que até bactérias suspensas no ar podem gerar gotículas de chuva.

Resumindo: ao lançar potássio na atmosfera, a floresta cria suas próprias nuvens e, consequentemente, suas próprias chuvas, restando, assim, água sobre ela.

Esse mecanismo teria sido resultado da evolução? Os pesquisadores não sabem. Mas pretendem investigar a questão.


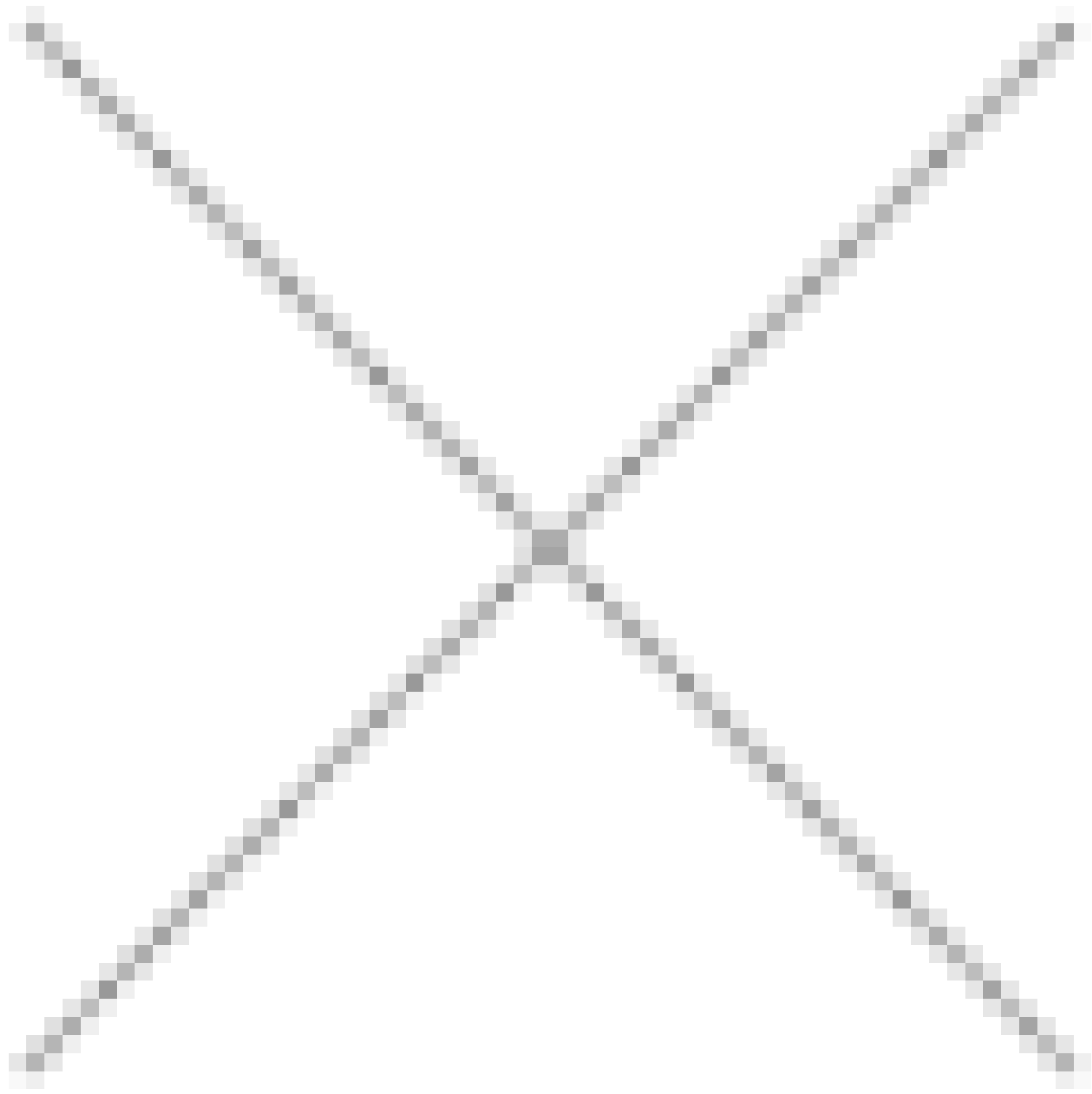
 **SCIENCE** 30/09/12 on-line

FOTO: PÖNKEZ, W. FOR CHEMISTRY



Floresta amazônica pouco depois da chuva







*A inatividade física ocupa o quarto lugar entre as principais causas indiretas de morte no mundo*



## FRANKLIN RUMJANEK

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

## CORRO, LOGO PENSO

O sedentarismo é apontado como um novo e grande vilão para os humanos. Artigo publicado em julho por I-Min Lee e colaboradores na revista *The Lancet* (v. 380, n° 9.838, p. 219) mostra que a inatividade física ocupa o quarto lugar entre as principais causas indiretas de morte no mundo. Estima-se que 31% da população mundial não pratiquem o mínimo de atividades físicas recomendado para manter uma vida saudável. O sedentarismo contribui para o estabelecimento de vários tipos de doenças, em especial as associadas a acidentes vasculares. Esse resultado chama a atenção para hábitos que estão se firmando nas sociedades modernas em função tanto do crescimento populacional quanto do progresso tecnológico.

A migração de populações do campo para o ambiente urbano, uma tendência global, impõe costumes como o uso do transporte motorizado e a adoção de formas de recreação que não envolvam atividade física. A televisão ou os jogos eletrônicos, por exemplo, induzem longos períodos de inatividade física, principalmente entre as crianças das cidades. Lee e colaboradores destacam que, embora seja considerada uma pandemia, a inatividade física e suas consequências são tão recentes que ainda não permitiram que as autoridades ligadas à saúde se organizem e recomendem ações saneadoras com base na ciência e na medicina.

Curiosamente, o sedentarismo reflete também a negação de importantes aspectos de nossa origem como espécie. A evolução humana parece ter dependido em grande parte de adaptações que envolveram não só melhorias no desempenho atlético, mas também o desenvolvimento do sistema nervoso que nos diferencia dos demais animais. Essas adaptações contribuíram significativamente para o sucesso (temporário, pelo menos) do *Homo sapiens* no planeta.

Em ensaio publicado na revista *Nature* (v. 487, p. 295), Timothy Noakes e Michael Spedding propõem que os humanos evoluíram para correr e pensar. Para os autores, os humanos, descendentes de ancestrais arbo-

rícolas, sofreram ao longo de milhões de anos modificações anatômicas e metabólicas que tiveram efeitos importantes em outros órgãos. Tudo isso teria ocorrido porque a sobrevivência de nossa espécie dependia em grande parte da caça. Antes de inventar armas mais sofisticadas, era preciso correr muito para obter o sustento.

A corrida, porém, só era possível porque existiam metabolismo e anatomia compatíveis. Os humanos conseguiam (e conseguem) usar oxigênio eficientemente, sem o risco de morte por superaquecimento devido à atividade muscular intensa, graças à propriedade de suar em toda a superfície do corpo. Essa forma de refrigeração é bem mais eficiente que a de muitos animais, que transpiram principalmente pela boca. Além disso, a capacidade humana de caminhar e correr por longas distâncias, que parece única entre os animais, também teria sido fundamental na ocupação de praticamente toda a Terra. Naturalmente, músculos e articulações diferenciados tiveram papel relevante nessa progressão.

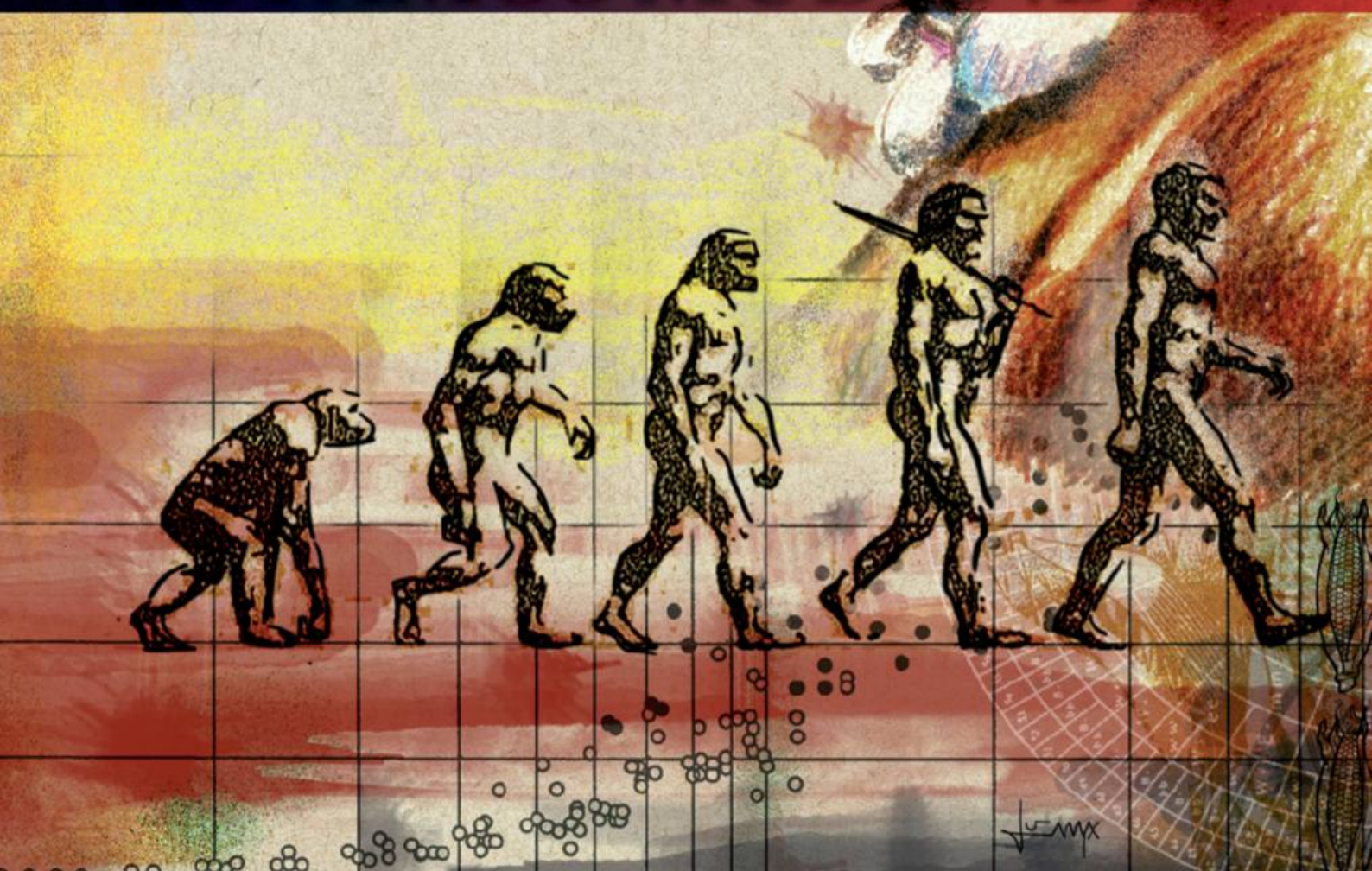
Talvez a hipótese mais interessante proposta por Noakes e Spedding seja a de que o notável desempenho atlético humano influenciou também o aumento e a complexidade do cérebro, nos conferindo os predados intelectuais atuais. Indo além, os autores afirmam que o catalisador dessa hipertrofia é o fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF), proteína cuja quantidade aumenta em resposta ao exercício.

Mesmo hoje, quando o exercício perdeu o papel vital que tinha na época dos caçadores e coletores, essa proteína não está aposentada. Noakes e Spedding acreditam que a produção do BDNF, estimulada pelo exercício, protege o sistema nervoso da degeneração típica da idade provecta. Há controvérsias, mas, levando em conta todos os benefícios conhecidos do exercício, por que não adotar práticas preventivas relativamente simples para combater doenças crônicas, cuja frequência aumenta de modo proporcional ao envelhecimento das sociedades? **64**





**ESTAMOS MUDANDO?**





A publicação de *A origem das espécies*, em que Charles Darwin propôs a teoria da evolução dos seres vivos, mudou a ideia de que o ser humano seria o ápice da evolução. Darwin mostrou que somos uma espécie como as outras, e que a diferença principal entre nossa espécie e as demais é a cultura. Supôs-se, por muito tempo, que a capacidade de adquirir e transmitir cultura era influenciada por fatores biológicos, mas hoje acredita-se que exista uma interação entre biologia e cultura. De que modo, porém, a cultura estaria associada à evolução de aspectos biológicos? Este artigo apresenta três exemplos, em populações brasileiras e latino-americanas, em que essa evolução conjunta teria acontecido.

**FRANCISCO M. SALZANO**

*Departamento de Genética, Universidade Federal do Rio Grande do Sul*

## BIOLOGIA, CULTURA E EVOLUÇÃO

Uma etapa decisiva para a nossa visão de mundo ocorreu em 1859. Nesse ano, o naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882) publicou *A origem das espécies*. Anteriormente, acreditava-se que o mundo teria sido criado por uma entidade divina em uma versão estática e, portanto, as condições atuais seriam iguais às existentes no início. Essa criação teria acontecido em apenas sete dias e em época relativamente recente. Opiniões divergentes eram consideradas heresia, e poderiam levar seu autor à prisão, ao julgamento pelos tribunais da Inquisição e, em muitos casos, à morte, queimado em uma fogueira diante de uma multidão de fiéis.

Isso mudou com a publicação de *A origem das espécies*. Desde então, as ideias de Darwin foram submetidas a cuidadoso exame e, com o surgimento de novas técnicas de análise do material genético, revistas e ampliadas. Apesar das revisões, o eixo principal da teoria darwiniana permanece intacto: o fator principal que determina a evolução orgânica é a seleção natural. Nesse processo, a variação natural dos indivíduos, devido a erros aleatórios na duplicação do material genético (o ácido desoxirribonucleico, ou DNA) durante a reprodução, está sujeita a uma seleção, porque as alterações influem na viabilidade ou na fertilidade de cada indivíduo e isso favorece (ou não) a transmissão de seus genes para a próxima geração. >>>



O casamento feliz entre a evolução e a genética (chamado de 'síntese moderna') ocorreu a partir da década de 1930, por meio do trabalho de cientistas de grande importância. Entre eles, pode-se destacar, por sua relação com o Brasil, onde viveu por muitos anos, o geneticista russo, naturalizado norte-americano, Theodosius Dobzhansky (1900-1975). A 'síntese moderna' e outros avanços mais recentes – entre eles a elucidação da estrutura do material genético, as técnicas de manipulação do DNA e os desenvolvimentos da bioinformática e da nanotecnologia – podem ser caracterizados como verdadeiras revoluções científicas.

**Apenas mais uma espécie?** A linhagem evolutiva que originou o *Homo sapiens* começou a se diferenciar, há 7 milhões de anos, de outra que agora é representada por chimpanzés e gorilas. O que nos diferencia de nosso parente mais próximo, o chimpanzé? Embora os genomas dessas duas espécies sejam cerca de 98% idênticos, ninguém confunde um humano com um chimpanzé, e talvez as diferenças mais marcantes sejam: (a) o tamanho e a estrutura do cérebro, com capacidades médias cranianas de 1.350 cm<sup>3</sup> e 450 cm<sup>3</sup>, respectivamente; (b) o bipedalismo, muito mais desenvolvido – e permanente – em humanos; (c) a linguagem, ou seja, a combinação de sons básicos (fonemas) para formar palavras e de palavras para formar sentenças, o que não ocorre em qualquer sistema de comunicação de chimpanzés; e (d) a cultura, ou seja, a elaboração de artefatos materiais e conceitos abstratos, quase exclusiva do *H. sapiens*.

Então, podemos ser distinguidos de outras espécies por meio da cultura. Mas o que é cultura? Dizem que há tantas definições de cultura quanto antropólogos, cada um salientando aspectos específicos do processo (ver 'Chimpanzés têm cultura?', em CH 290). Pode-se, em todo o caso, caracterizá-la como o complexo de crenças, valores, comportamentos e tradições associado a uma população – para tornar o conceito mais acessível a comparações, inclusive entre espécies, pode-se expressá-lo como a informação capaz de afetar o comportamento individual adquirido por meio do ensino, da imitação e de outras formas de aprendizagem social. O termo informação inclui conhecimento, crenças, valores e habilidades, que se expressam tanto no comportamento quanto em artefatos.

As interpretações sobre as relações entre biologia e cultura têm sofrido uma evolução curiosa ao longo dos tempos. De início, supunha-se que fatores biológicos determinariam de maneira estrita a capacidade de adquirir e transmitir traços culturais. Mais tarde, em especial devido aos trabalhos do antropólogo alemão, naturalizado norte-americano, Franz Boas (1858-1942), passou-se a questionar se a biologia teria qualquer influência nesse processo. Hoje, acredita-se em uma interação entre biologia e cultura, com influências mútuas.

O que ninguém questiona é que as taxas de mudança nos processos biológicos e nos culturais são marcadamen-

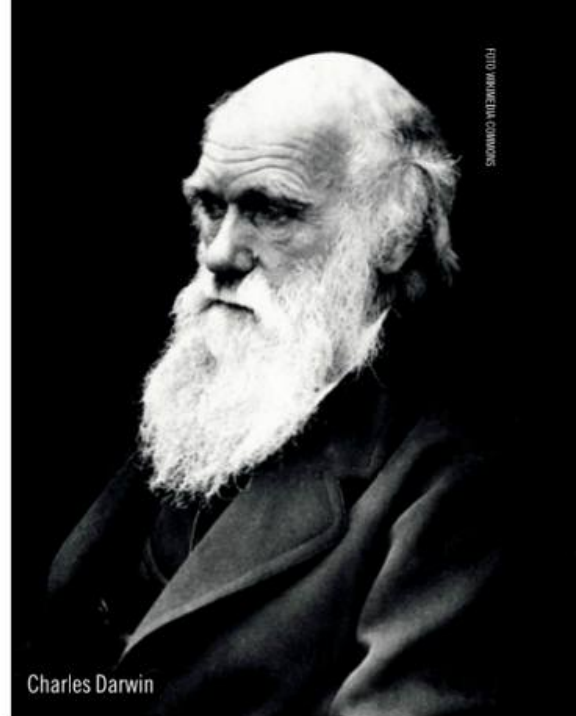
te diferentes. O ritmo da evolução cultural é muito mais acelerado. Dois fatores explicam isso: a transmissão de uma novidade biológica (mutação) só pode ser feita por seu portador a descendentes diretos, enquanto a novidade cultural pode se espalhar rapidamente por informação entre pessoas não relacionadas, por aprendizagem professor-

-aluno e pela imitação de pessoas célebres, além da difusão por imprensa, rádio, televisão e internet. Para dar uma ideia da rapidez da evolução cultural, basta lembrar que apenas 12 mil anos separam a tecnologia do arco e flecha da que produziu as estações espaciais!

Hoje, grande número de pesquisadores investiga de que maneira esses dois fatores (biologia e cultura) podem influenciar um ao outro. Há toda uma área de estudos relacionada a modelos matemáticos de coevolução gene-cultura, envolvendo, por exemplo, a cooperação dentro de e entre comunidades, os tabus de incesto, bem como o comportamento sexual e crenças de paternidade. Apresentamos a seguir três outros enfoques, baseados em estudos de nosso grupo de pesquisa.

**Lactase em adultos** Na maioria das populações humanas, a capacidade de digerir a lactose (principal açúcar do leite) diminui rapidamente após o desmame, devido à redução dos níveis da enzima lactase no intestino. Nessas pessoas, a ingestão de leite na vida adulta, mesmo em pequena quantidade, causa dor abdominal, flatulência, câibras e diarreia. O fenômeno, porém, não é universal. A persistência de lactase na vida adulta existe em especial em populações europeias e em algumas africanas, e estudos mostraram forte associação entre essa característica e a prática do pastoralismo, que implica a ingestão de leite fresco como parte da dieta diária.

Foi lançada, então, a hipótese de que a persistência de lactase na vida adulta teria sido geneticamente selecionada devido às vantagens que proporciona: o valor nutritivo do leite, seu conteúdo de água e a maior absorção de cálcio. Seria, portanto, um claro exemplo de coevolução gene-cultura: domesticar animais leiteiros teria dado uma vantagem adaptativa aos portadores da(s) mutação(ões) que permite(m) a produção de lactase por adultos, favorecendo a transmissão desta aos filhos. Como essa domesticação é relativamente recente na história evolutiva humana, acreditava-se que a taxa de mutação



Charles Darwin



teria de ser excepcionalmente alta. No entanto, simulações estatístico-matemáticas demonstraram que as altas frequências hoje registradas para essa mutação poderiam ter sido atingidas em cerca de 300 gerações, o que é compatível com a data estimada do início da domesticação.

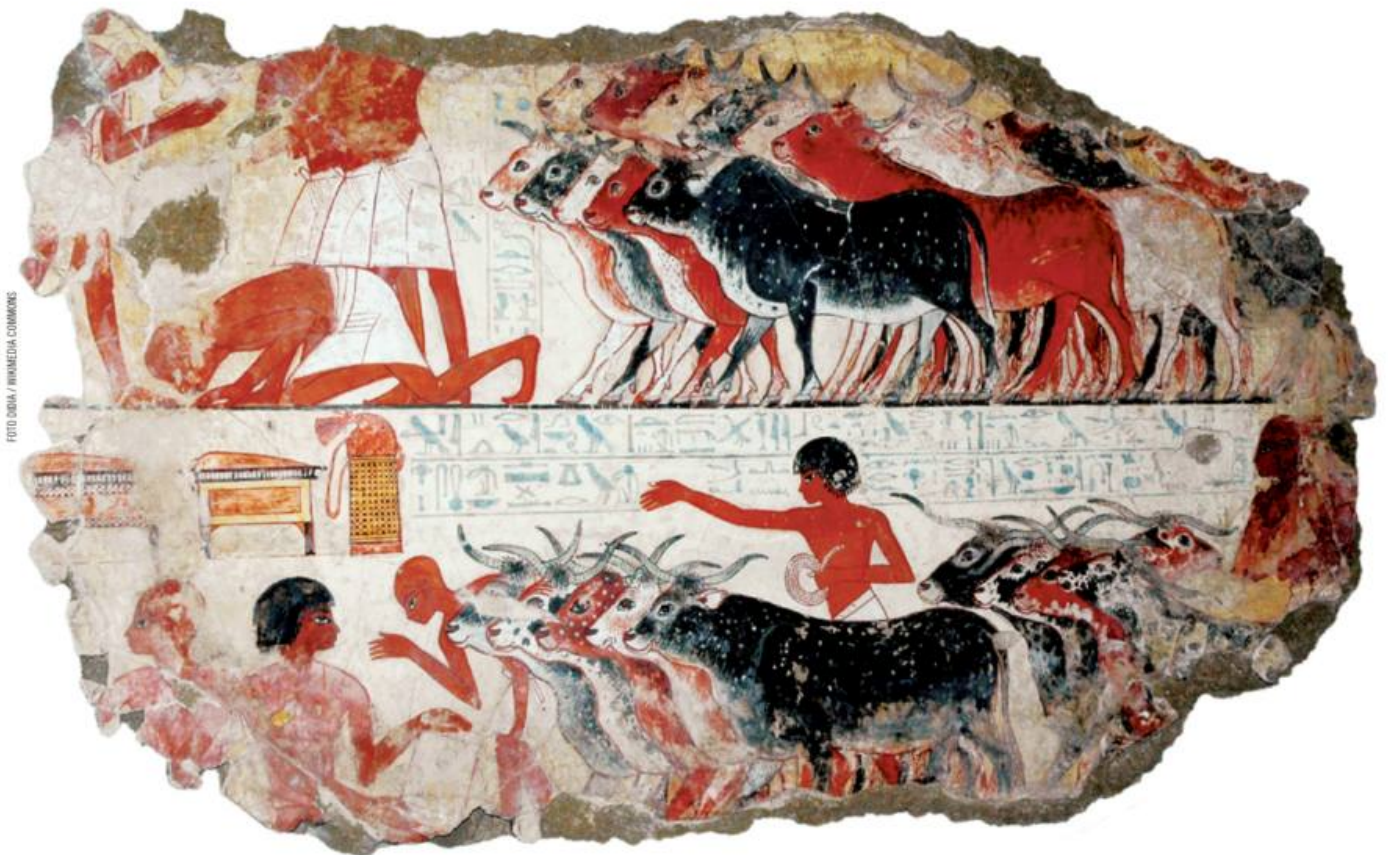
Os poucos estudos existentes sobre a persistência da lactase em ameríndios levou nosso grupo a investigar essa característica entre duas populações guaranis, uma cain-gangue e uma xavante. O estudo, com 316 indivíduos, envolveu o gene da lactase (*LCT*) e a região adjacente do genoma responsável pela ativação desse gene. As alterações responsáveis pela persistência da lactase ocorrem nessa região.

Os resultados confirmaram, nas populações amostradas, a quase inexistência de variações na região ativadora. A mutação relacionada à lactase mais comum em europeus (denominada -13910\*T) só foi registrada no estudo em baixas frequências, de 0,5% a 7,6%, que podem ser explicadas por uniões entre ameríndios e europeus. Em contraste, foi observada ampla variabilidade no gene *LCT*, com a presença de 15 haplótipos (diferentes variações na sequência de bases de um gene) e uma distribuição heterogênea dessas variações entre as quatro populações ameríndias. Portanto, diferentes fatores evolucionários podem ocorrer mesmo em porções de DNA bastante próximas.

**Nicho, milho e colesterol** Um conceito muito usado em estudos evolutivos é o de nicho ecológico, ou seja, a posição ocupada por uma planta ou animal em sua comunidade, tanto em relação ao ambiente quanto às suas associações com outros organismos. A teoria da construção de nicho, por sua vez, salienta a capacidade dos organismos de alterar a pressão da seleção natural em seu ambiente e, assim, agir como 'codiretores' da própria evolução – e da evolução de outras espécies diretamente relacionadas.

Na espécie humana, a domesticação de animais leiteiros, como citado acima, revelou ser um fator potencialmente capaz de gerar esse fenômeno. Nosso grupo de pesquisa identificou outro exemplo semelhante: a relação entre um determinado alelo (forma alternativa do mesmo gene, com sequência interna diferente) e o processo de domesticação do milho na América Central.

Que alelo é esse? Ele decorre de uma mutação que altera uma proteína transportadora de colesterol e outras substâncias (*ABCA1*, na sigla em inglês). Até agora, esse alelo foi encontrado apenas em ameríndios e populações parcialmente derivadas destes. Ele foi batizado como *ABCA1\*230Cys*, porque induz a troca do aminoácido arginina por cisteína (Cys) em um local específico (a posição 230) na proteína – os aminoácidos são os constituintes primários das proteínas. Essa alteração provoca a redu- >>>



A prática milenar da criação de gado (na imagem, no antigo Egito) provavelmente levou à seleção, na população do Velho Mundo, do gene que determina a tolerância à lactose



ção dos níveis de lipoproteína de alta densidade (colesterol HDL) em circulação, já que prejudica a capacidade de transporte dessa substância pela *ABCA1*.

Sem ser transportado, o colesterol permanece dentro das células, o que significa mais tecido adiposo e, portanto, maior estoque de energia. A formação de tecido adiposo favoreceria várias funções biológicas, entre elas a capacidade de responder a variações no fornecimento de energia (em períodos de fome, característicos de tempos pré-históricos), a regulação da função reprodutiva e a atuação do sistema imune. Essa variante teria sido favorecida pela seleção natural em épocas passadas, mas atualmente, com a abundância de alimentos, se tornou desfavorável. Ela ainda existe porque sua eliminação por seleção exige um tempo muito mais longo. Essa mutação na proteína *ABCA1* é, portanto, mais um exemplo de gene 'frugal' – gene que teria sido selecionado no passado porque, então, era vantajoso, mas no mundo moderno se tornou prejudicial, devido ao excesso de alimentos e aos hábitos sedentários.

O estudo incluiu 1.905 ameríndios, distribuídos pelas Américas Central e do Sul e revelou, em uma subamostra da América Central (691 indivíduos), uma relação direta entre as frequências do alelo (sua ocorrência percentual na população) e as idades de grãos de pólen de milho antigos, encontrados em sítios arqueológicos da mesma região (ver 'O pólen e o alelo').

Como interpretar esses achados? O milho, a planta nutritiva mais importante das Américas, foi domesticado entre 6,3 mil e 10 mil anos atrás, a partir do teosinto (*Zea mays parviglumis*). O cultivo do milho mudou a vida das populações, que aos poucos substituíram hábitos de caça e coleta pela agricultura, criando um novo nicho ecológico. A mudança, porém, deixou tais povos mais vulneráveis a perdas de safras decorrentes de fatores ambien-



O milho, importante na dieta dos povos antigos da América Central, tinha uma deusa própria (na imagem, a deusa Xilonen, dos astecas)

tais ou pragas e, portanto, a períodos de fome. Nessas circunstâncias, o alelo *ABCA1\*230Cys* teria sido favorecido, por dar a seus portadores maior resistência a situações desse tipo.

A América do Sul tem maior diversidade de ambientes, pessoas ou culturas que a América Central. É possível que, nessa região, os fatores responsáveis pela alta ocorrência desse alelo sejam outros. Uma hipótese pode estar ligada ao importante papel do colesterol em processos infecciosos, como na entrada e replicação do vírus da dengue do tipo 2 e de infecções por flavivírus. Sabe-se ainda que a deleção do gene *ABCA1* confere resistência total contra a malária cerebral em camundongos.

**A aparência dos xavantes** Nosso grupo estuda há 50 anos os xavantes do Brasil Central, especificamente a aldeia de Eténitêpa, na Terra Indígena Pimentel Barbosa, em Mato Grosso. Desde o início verificou-se que os indígenas apresentavam traços morfológicos – circunferência maior da cabeça, face maior e mais estreita e nariz mais largo – que os distinguiam de outros ameríndios, mas só recentemente os fatores responsáveis por essas diferenças de aparência física foram analisados em detalhe.

Esse estudo envolveu medidas da cabeça e da face de 1.203 indivíduos de seis tribos brasileiras (xavantes, banivas, caiapós, caingangues, ticunas e ianomâmis), além dos otomis, do México, para comparação externa. A análise envolveu oito medidas diferentes e considerou a posição geográfica das populações e o clima da região, bem como aspectos genéticos independentes (do DNA mitocondrial, herdado apenas da mãe), práticas culturais, organização política, sistemas de casamentos e outras características socioculturais. Esse conjunto de dados foi analisado com sofisticados programas computacionais (matemático-estatísticos).

## O PÓLEN E O ALELO

Os zapotecas vivem na região em que fica Guilá Naquitz, sítio arqueológico no México, onde foi encontrado pólen de milho de 9,2 mil anos, e o alelo mutante ocorre em 24% dessa população. Já na região do lago de Cote, na Costa Rica, onde o pólen é bem mais recente (3,1 mil anos), o alelo aparece em apenas 10% da população atual, de etnia cabécar. Outras populações estudadas, que habitam áreas próximas a sítios arqueológicos em que houve datação de pólen de milho, foram: maias, na região de San Andrés, em El Salvador (pólen de 7,1 mil anos e frequência do alelo de 20%); nauátles, em Zohapilco, no México (pólen de 5,8 mil anos e frequência do alelo de 17%); cachiquel-quiches, em Zipacate, na Guatemala (pólen de 5,3 mil anos e frequência do alelo de 15%); totonacos em Laguna Pompal, no México (pólen de 4,8 mil anos e frequência do alelo de 13%); e guaimis, em lago Gatún, no Panamá (pólen de 4,4 mil anos e frequência do alelo de 15%). A correlação entre as duas variáveis (idade do pólen e percentual do alelo) é de 94%.





Os xavantes têm características socioculturais singulares entre os ameríndios, e estudos comparativos com outras tribos do Brasil mostraram que também apresentam aparência física (em algumas medidas da cabeça e da face) que os diferenciam das demais populações indígenas


Qual o principal resultado? Verificou-se que a taxa de mudança morfológica (variação das medidas de crânio e face em relação à época estimada de separação entre esses diferentes grupos indígenas) dos xavantes era 3,8 vezes maior do que a taxa média, que inclui, além dos outros grupos brasileiros, os otomís, geográfica e linguisticamente muito diferentes dos demais. As diferenças entre xavantes e não xavantes também eram acentuadas no caso de características socioculturais, não sendo influenciadas por fatores geográficos ou climáticos.

A estrutura populacional dessas tribos (determinada por sucessivas fissões e fusões de grupos de diferentes tamanhos, em geral associadas a linhas de parentesco) e o padrão de seleção sexual (escolha de parceiros para uniões reprodutivas) podem ter determinado esse fluxo evolucionário rápido. Comparações anteriores sobre escolha de parceiros(as) com base em características morfológicas já haviam constatado diferenças dos xavantes em relação a outros ameríndios e a populações não ameríndias.

**Rumo à uniformidade?** O que foi apresentado neste artigo torna claro que a resposta à pergunta do título é afirmativa. Estamos mudando, e essas mudanças estão sendo fortemente influenciadas por padrões culturais. Já foi dito que os humanos podem ser vistos como ciborgues, tal a influência da cultura sobre nossa biologia.

Mas o que vai acontecer daqui para a frente? O escritor gaúcho Luiz Fernando Veríssimo, em um pequeno verso, nos aconselha a ter cuidado com previsões: “Assim

tem sido através dos tempos/ e em qualquer era/ o imprevisito sempre acontece/ quando menos se espera!”. O escritor de ficção científica britânico Herbert George Wells (1866–1946) imaginava, no início do século passado, que a humanidade teria, no futuro, cabeças muito maiores que as atuais, para arquivar no cérebro toda a informação gerada por nosso desenvolvimento sociocultural. Ele não podia prever que tal aumento não seria necessário devido ao surgimento de computadores de alto desempenho.

É difícil prever a taxa de mudança da evolução cultural, mas a internacionalização proporcionada pelos modernos meios de transporte e comunicação sugere que a diversidade morfológica humana tenderá a diminuir, levando a maior uniformidade da população mundial, diferentemente do que ocorreu com os xavantes. 

### Sugestões para leitura

COIMBRA Jr., C. E. A.; FLOWERS, N. M.; SALZANO, F. M. e SANTOS, R. V. *The Xavante in transition. Health, ecology, and bioanthropology in Central Brazil*. Ann Arbor, University of Michigan Press, 2002.

HÜNEMEIER, T. e outros. ‘Cultural diversification promotes rapid phenotypic evolution in Xavante Indians’, em *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 109 (1), p. 73, 2012.

SALZANO, F. M. *DNA, e eu com isso?* São Paulo, Oficina de Textos, 2005.

SALZANO, F. M. *Genômica e evolução. Moléculas, organismos e sociedades*. São Paulo, Oficina de Textos, 2012.



# COIVARA

## Cultivo itinerante na floresta tropical



**P**opulações tradicionais – indígenas e não indígenas – de regiões tropicais do planeta ainda adotam o chamado cultivo de coivara, também conhecido como ‘cultivo de corte e queima’. Essa forma itinerante de agricultura, usada há milênios, baseia-se na abertura de clareiras na floresta para serem cultivadas por períodos mais curtos do que aqueles destinados ao descanso e à regeneração da terra. O sistema de coivara é encontrado hoje em diversas regiões do mundo, inclusive no Brasil, na Amazônia e em áreas de mata atlântica.

Para muitos especialistas, trata-se de uma estratégia de manejo de recursos na qual os campos cultivados são usados em rodízio, com o objetivo de explorar o capital energético e nutritivo acumulado no conjunto solo-vegetação das florestas. Outro aspecto que marca esse método de cultivo é que o fator limitante mais significativo de sua prática é quase sempre a mão de obra, e não a disponibilidade de terras.

O termo ‘coivara’, de origem indígena, significa empilhar e tornar a queimar troncos e galhos não consumidos em uma primeira queima. Em outras partes do mundo, a prática recebe nomes distintos: *milpa*, *conuco*, *roza*, *chacra*

e *chaco* na América Latina; *shamba* e *chitemene*, na África; *jhum* na Índia; *kaingin*, nas Filipinas; e *ladang*, na Indonésia e na Malásia. Na literatura científica internacional, é mais referida como *swidden cultivation*, *slash-and-burn agriculture* ou *shifting cultivation*.

A agricultura de corte-e-queima foi o primeiro sistema de cultivo adotado por nossos ancestrais, após a domesticação das primeiras espécies vegetais. Isso ocorreu na passagem do Paleolítico para o Neolítico, há cerca de 10 mil anos. O cultivo era complementado, de início, pela caça e pela coleta de vegetais silvestres, até que, após sua intensificação, a agricultura passou a responder pela maior parte da subsistência humana.

Nos últimos três séculos, o cultivo de coivara ficou restrito aos trópicos. O aumento da densidade populacional e a destruição das florestas impossibilitaram essa prática na Europa e em parte da Ásia continental. Entretanto, estima-se que entre 35 milhões e 1 bilhão de pessoas no planeta ainda dependam desse sistema de cultivo para sua sobrevivência – a grande variação na estimativa decorre da relativa invisibilidade dessa técnica, tanto em levantamentos nacionais de uso do solo quanto em censos populacionais. Em imagens de saté-

FOTO LATINSTOCK/AMORLEY REA/SCIENCE PHOTO LIBRARY/SPLO



O 'cultivo de coivara' é um tipo de agricultura itinerante adotado por populações tradicionais há milênios, e hoje restrito às regiões tropicais do planeta. Atualmente, um grande debate envolve a sustentabilidade desse sistema agrícola e sua possível contribuição para a conservação das florestas tropicais. Este artigo caracteriza esse método de plantio e apresenta uma análise dos estudos científicos publicados nas últimas décadas sobre o tema, além de dados sobre sua prática em comunidades quilombolas do vale do rio Ribeira, em São Paulo. Os resultados desses estudos, em conjunto, permitem uma defesa da sustentabilidade do cultivo de coivara.

**Walter Alves Neves e Rui Sergio Sereni Murrieta**

*Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos (LEEH),*

*Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo*

**Cristina Adams**

*Laboratório de Ecologia Humana (LECH),*

*Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo*

**Alexandre Antunes Ribeiro Filho**

*Programa de Pós-Graduação em Ecologia,*

*Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo*

**Nelson Novaes Pedroso Júnior\***

*\* Pesquisador independente*



Esquema das etapas da agricultura de coivara: o pousio, que permite a recuperação da floresta, pode durar de 10 a 30 anos

lite, o pequeno tamanho dificulta a identificação das coivaras e as áreas em pousio são confundidas com terra degradada ou de vegetação natural secundária. Além disso, esses cultivos muitas vezes ocorrem associados a áreas permanentes de agricultura, o que também afeta sua classificação.

São três os componentes da agricultura de coivara: a conversão, o cultivo e o pousio. A conversão inclui a derrubada e a queima da vegetação original, o que expõe fisicamente o solo, elimina a competição de plantas daninhas e melhora a fertilidade, deixando o solo menos ácido e com maior disponibilidade de nutrientes (que, antes, estavam fixados na vegetação derrubada e queimada). Normalmente, essas clareiras são pequenas, por volta de 1 hectare.

Segue-se o cultivo, que costuma envolver várias espécies consorciadas. Em geral, plantam-se duas ou três

vezes na mesma clareira aberta na floresta. Já o pousio, ou descanso da terra, pode ser passivo ou manejado. No primeiro caso, a área anteriormente cultivada é simplesmente deixada à própria sorte. No segundo, os roceiros promovem uma seleção das espécies que vão regenerar a área, dando preferência às de maior utilidade. O período de pousio é variável e deve ser longo o suficiente para a vegetação lenhosa tornar-se dominante.

**Preconceito contestado** Historicamente, o debate sobre a sustentabilidade do sistema de coivara tem sido associado à conservação dos ecossistemas de florestas tropicais e caracterizado por posições bastante antagônicas. Na década de 1950, a Organização das Nações Unidas para Alimentos e Agricultura (FAO, na sigla em inglês) recomendou que governos, centros de pesquisas

>>>





Área de capoeira (A), capoeira nova (B) e capoeira antiga ou capoeirão (C)



Área de plantio de arroz no sistema de coivara

e associações privadas e públicas investissem na modernização das práticas agrícolas e desconsiderassem aquelas associadas ao sistema de coivara e a outros sistemas de cultivo itinerante, demonstrando preconceito em relação a esses métodos de plantio tradicionais.

Poucas décadas depois, estudos mais aprofundados sobre o sistema de coivara mostraram que ele apresenta certa racionalidade ambiental e econômica que não pode ser desprezada. Esses novos estudos apoiaram a hipótese de que a agricultura itinerante teria sustentabilidade ecológica, ao menos em contextos de baixa densidade demográfica e de grande disponibilidade de terra para o rodízio dos cultivos. Mesmo assim, essa prática agrícola foi acusada, na década de 1990, de contribuir de maneira significativa para o desmatamento das florestas tropicais e para o aquecimento global. Estimativas da época diziam que, na Amazônia, ela seria responsável pela derrubada de 30% a 35% da floresta, e que na Indonésia essa parcela atingiria cerca de 50%. Por isso, o sistema foi completamente erradicado em algumas partes do planeta.

Em oposição, vários especialistas vêm defendendo que as florestas tropicais atuais evoluíram em conjunto com esse tipo de atividade humana e que sua grande diversidade biológica seria produto desse processo milenar. Assim, as acusações ao sistema de coivara têm sido contestadas por essa proposta – ou seja, o conceito de florestas culturais. A erradicação desse sistema agrícola tradicional, de acordo com esse conceito, poderia representar um ‘tiro no próprio pé’, já que fauna e flora tropicais dependeriam desses ciclos de distúrbio para manter sua exuberância e diversidade. Cabe acrescentar, no entanto, que a existência de grandes extensões de floresta e a baixa densidade populacional humana no passado favoreceu a adoção de tempos de pousio em geral muito superiores ao mínimo necessário, permitindo a manutenção de espécies vegetais e animais de ciclos muito longos e grande exigência ambiental.

Além da biodiversidade, uma questão relevante sobre a agricultura de coivara é o impacto desse sistema nos solos onde é praticado. O debate em torno desse ponto é acalorado na literatura científica sobre o tema. Alguns pesquisadores acreditam que essa prática agrícola leva a um processo degenerativo do solo, mas outros defendem que não existem estudos ou evidências suficientes para tal afirmação.

**Efeitos positivos no solo** O Grupo de Pesquisa em Ecologia Humana em Florestas Neotropicais (GPEHFN), da Universidade de São Paulo, realizou recentemente uma revisão dos impactos causados pelo sistema de coivara nos solos de florestas tropicais, com base na literatura científica existente sobre o assunto. O grupo analisou cerca de 90 artigos sobre o tema, publicados no Brasil e no exterior. Do total, 13% foram realizados na década de 1980, 25% nos anos 1990 e o restante na primeira década do século 21, revelando um aumento significativo desses estudos nos últimos anos. É muito provável que o crescimento das pesquisas nessa área esteja associado ao aumento dos debates sobre emissões de carbono e aquecimento global.

Os impactos encontrados foram agrupados segundo as propriedades do solo (físicas, químicas e biológicas) em cada uma das três etapas do sistema: conversão (corde e queima da floresta), cultivo e pousio.

A fase de conversão parece alterar várias propriedades físicas do solo, como textura, estrutura e umidade. No entanto, as alterações não são extremas o suficiente para impedir sua recuperação. Em termos químicos, o impacto, nessa fase, parece ser bastante positivo, já que as cinzas produzidas alteram o potencial hidrogeniônico (pH) do solo, tornando-o mais alcalino, o que disponibiliza maior quantidade de nutrientes para os futuros cultivos. Do ponto de vista biológico, parece não haver transformações significativas nessa fase. No entanto, é importante ressaltar que, no passado, a manutenção das





A coivara ainda é praticada em muitas regiões do mundo, em geral por comunidades tradicionais

espécies mais sensíveis foi favorecida pela existência de grandes áreas de floresta intocadas, que atuaram como reservatórios de biodiversidade para recolonizar os locais perturbados.

A etapa de cultivo provoca grandes impactos negativos, já que nessa fase o princípio básico é a retirada de matéria e energia dos solos para a formação da biomassa das culturas agrícolas, que será utilizada na subsistência das comunidades humanas envolvidas. Em termos gerais, pode ocorrer, dependendo da quantidade de ciclos de cultivo na mesma área, esgotamento da fertilidade do solo. Se comparados aos de outros sistemas agrícolas, porém, esses impactos são menos acentuados, devido a práticas adotadas na coivara, entre elas o plantio direto (sem uso de arado) e a curta exposição do solo às intempéries. Essas práticas reduzem a erosão e a perda da matéria orgânica.

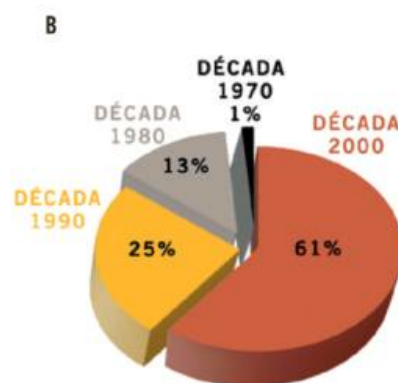
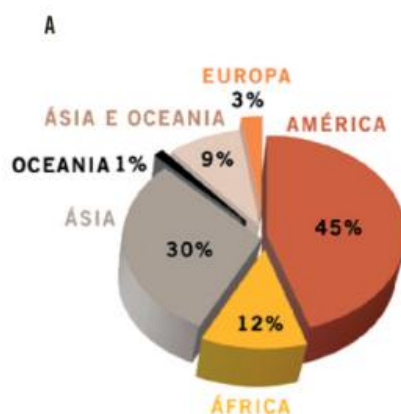
A fase de pousio permite que as condições do ecossistema florestal anteriores à derrubada e ao cultivo se restabeleçam. Essa recuperação é realizada pelos processos naturais de sucessão ecológica da paisagem local, e o fator mais relevante é o tempo em que o solo é deixado sem cultivo, para descansar. Portanto, se respeitado um tempo mínimo de pousio, os impactos nessa fase são benéficos. De acordo com os trabalhos científicos

incluídos em nossa revisão, o período ideal de descanso – embora varie de lugar para lugar – oscila entre 10 e 25 anos, que seriam suficientes para a recuperação do solo e das principais funções ecossistêmicas. No caso da biodiversidade, outros estudos realizados na mata atlântica indicam que sua recuperação pode levar cerca de 40 a 170 anos, dependendo da região afetada.

Em termos de sustentabilidade, essa revisão indica que os impactos do sistema de coivara não variam consideravelmente em relação a locais, biomas e tipos de solo. Além disso, a grande maioria dos estudos revisados (90%) conclui que o sistema de corte-e-queima não compromete a qualidade do solo, se respeitado o tempo ideal de pousio. Nesse sentido, normas legais que permitam a derrubada de áreas de capoeira ou da floresta antes que se complete o tempo necessário para a recuperação do solo, desde o último desmatamento, podem ser mais danosas do que benéficas. Em São Paulo, uma norma estadual (Resolução 027, de 2010, da Secretaria de Meio Ambiente) restringe a retirada de vegetação, no caso da agricultura de subsistência, à mata secundária em estágio inicial de regeneração (até 10 anos). A legislação deveria, porém, estabelecer o tempo de pousio, com base no conhecimento tradicional, validado por pesquisa científica.

&gt;&gt;&gt;

Artigos científicos publicados nas últimas décadas sobre o sistema de coivara, por região do mundo (A) e por época de publicação (B)








**Coivara no vale do Ribeira** Outro estudo do GPEHFN envolve comunidades do vale do Ribeira que ainda praticam o cultivo de coivara. A bacia hidrográfica desse rio totaliza 2,8 milhões de hectares (28 mil km<sup>2</sup>) e ocupa parte do sudeste de São Paulo e do leste do Paraná. A região é coberta por um tipo de mata tropical úmida (floresta ombrófila densa) pertencente ao bioma mata atlântica. Grande parte dessa região está protegida por leis ambientais e pela criação de unidades de conservação, que estabelecem diversos graus de restrição do uso do solo e dos recursos naturais.

A região, a menos desenvolvida e povoada de São Paulo, abriga o maior número de comunidades quilombolas (descendentes de escravos) do estado. O estudo, sob a perspectiva da antropologia ecológica, inclui a prática do cultivo de coivara e é realizado desde 2003. As quatro comunidades incluídas na pesquisa localizam-se nos municípios de Iporanga e Eldorado. São em grande parte descendentes de escravos deslocados para a região, em meados do século 17, para a exploração de ouro. Com a decadência dessa atividade, já no século 18, a agricultura cresceu no vale, com produção basicamente de cana, mandioca, feijão e arroz.

No século 19, o arroz atingiu grande expressão produtiva. A partir de 1930, a economia de mercado passou a ter forte influência na região e no modo de vida das comunidades quilombolas, com a introdução do cultivo da banana e a extração do palmito-juçara. O direito dessas comunidades às terras que ocupam foi reconhecido somente a partir da Constituição de 1988 – muitas faziam parte de unidades de conservação de uso restrito, como o Parque Estadual Intervales, e por isso foram transformadas em áreas de proteção ambiental, menos restritivas. Ainda assim, como essas terras estão situadas em área de mata atlântica, o estabelecimento de novas roças de corte-e-queima depende de uma série de concessões oficiais, o que tem restringido bastante o plantio tradicional na região.

Em geral, as roças locais têm entre 0,5 e 1 hectare, e arroz, feijão, milho e mandioca são os cultivos predominantes. Elas se destinam basicamente à subsistência e cada família faz o próprio roçado. Embora tipos de solos específicos sejam mais adequados para cultivos também específicos, os quilombolas afirmam que o fator que mais influencia a fertilidade das roças é o grau de regeneração da vegetação original, ou seja, a idade das capoeiras. Assim, as famílias preferem áreas ocupadas por capoeiras com idades entre 20 e 25 anos.

Atualmente, a área manejada pelos quilombolas do Ribeira não ultrapassa 8% do território total da comunidade. Mesmo no passado, quando a atividade agrícola era mais intensa, essa parcela parece não ter superado 10% ou 15%. Esses valores sugerem fortemente que, ao menos no vale do Ribeira, a prática do cultivo de coivara pode ser um exemplo de atividade autossustentável, já que impacta uma fração razoavelmente pequena da área total de mata atlântica da região – pelo menos se mantidas as características demográficas e as expectativas de consumo atuais. 

## Sugestões para leitura

BOLETIM DO MUSEU PARAENSE EMILIO GOELDI – *Ciências Humanas*, v. 3, no 2 (especial), 2008 (disponível em [www.museu-goeldi.br/editora/humanas/index.html](http://www.museu-goeldi.br/editora/humanas/index.html)).

MAZOYER, M. e ROUDART, L. *História das agriculturas no mundo*.

*Do neolítico à crise contemporânea*. São Paulo, Editora Ubesp, 2010.

MERTZ, O. e outros. t al. 'Swidden change in southeast Asia: understanding causes and consequences', em *Human Ecology*, 37 (3), p. 259, 2009.

PADOCH, C. e PINEDO-VASQUEZ, M. 'Saving slash-and-burn to save biodiversity', em *Biotropica*, v. 42(5), p. 550, 2010.







# Arte na pedra

## O surpreendente e pouco conhecido patrimônio pré-histórico de Mato Grosso do Sul

O vasto território sul-mato-grossense abriga um patrimônio arqueológico ainda pouco conhecido no cenário nacional. Populações de caçadores e coletores que circulavam pelas regiões de transição entre as terras altas das serras e a planície pantaneira registraram sua passagem em pinturas e gravuras nas paredes de abrigos e cavernas. Os diferentes estilos usados por esses grupos em sua arte contam de modo perene o universo do homem pré-histórico. Hoje, os arqueólogos estudam essas manifestações gráficas para elucidar questões fundamentais a respeito do modo de vida desses primeiros habitantes das terras do Centro-Oeste.

**Rodrigo Luiz Simas de Aguiar**

*Programa de Pós-graduação em Antropologia,  
Universidade Federal da Grande Dourados (MS)*

Na imagem maior (na página ao lado),  
entrada do abrigo conhecido como Templo dos  
Pilares, no município de Alcinópolis.  
Abaixo, representação geométrica  
em estilo próprio da região, presente  
no município de Rio Negro

A diversidade ecológica de Mato Grosso do Sul é amplamente reconhecida. Em seu território, com cerca de 357 mil km<sup>2</sup>, se entrelaçam três biomas: o Pantanal, o cerrado e ocorrências de bolsões de mata atlântica. Essa multiplicidade de ambientes resulta em imensa variedade biológica.

Tais atributos contribuíram para a formação de assentamentos humanos naquela região, em um passado distante, estudado hoje pela arqueologia. Essa outra face desse estado pantaneiro é ainda bem desconhecida da população brasileira.

O Centro-Oeste do país passou a ser habitado por grupos de caçadores e coletores entre 12 mil e 10 mil anos atrás. Naquele tempo, o clima da região era um pouco diferente do atual. Após a última glaciação, com temperaturas mais baixas, teve início o Holoceno, período marcado pela estabilização climática. No Holoceno, ainda perambulavam pelo Brasil central animais de grande porte, que os cientistas chamam de megafauna. Em Mato Grosso do Sul se encontram vestígios desses animais, como ossadas de preguiças-gigantes (ver 'Briga de gigantes', em CH 251) preservadas nas cavernas da região da serra da Bodoquena. Nesse estado, entretanto, a paleontologia – estudo dos animais pré-históricos – é um mundo inteiro por investigar.

FOTOS DE RODRIGO L. AGUIAR



>>>



Os primeiros grupos humanos chegaram às terras onde hoje está Mato Grosso do Sul ainda no final do Pleistoceno, o que significa que esses grupos compartilharam espaços com espécies da megafauna. Seriam esses animais de grande porte a caça dos primeiros humanos? Ainda não há resposta definitiva para essa pergunta.

Entre 8 mil e 6 mil anos atrás começa um período de estabilização climática, até chegar às características de clima atuais. Foi a partir desse período, denominado 'ótimo climático', que se intensificou a ocupação humana. A arqueologia classifica as diferentes etapas de ocupação dentro das chamadas 'tradições' arqueológicas – nesse modelo teórico, os grupos são ordenados de acordo com padrões tecnológicos e áreas geográficas de ocupação. Termos como Tradição Itaparica ou Tradição Serranópolis são utilizados, em artigos científicos, para se referir a esses primeiros habitantes. O conceito de tradição vem passando por uma revisão, mas não é o objetivo desse artigo debater essa questão, e por isso será usada aqui apenas uma descrição geral dos povos que habitavam Mato Grosso do Sul na pré-história.

**Expressão simbólica** Os grupos humanos de caçadores e coletores que transitavam pelos espaços de transição entre as serras e a planície pantaneira encontravam por ali variadas opções de alimentação. Rios piscosos eram explorados em paralelo com a farta caça e a coleta dos muitos frutos existentes na área. Essa abundância alimentar possibilitava uma ocupação territorial por longos períodos de tempo.

A paisagem regional é formada por áreas elevadas e planas (mesetas) e serras em torno da planície alagável do Pantanal. Os muitos córregos, riachos e nascentes que brotam e correm entre os maciços rochosos supriam as necessidades de água potável dos primeiros habitantes humanos. As migrações entre montes e platôs, na explo-



Animais em grande dimensão em um painel que representa uma possível caçada, no distrito de Taboco, no município de Corguinho

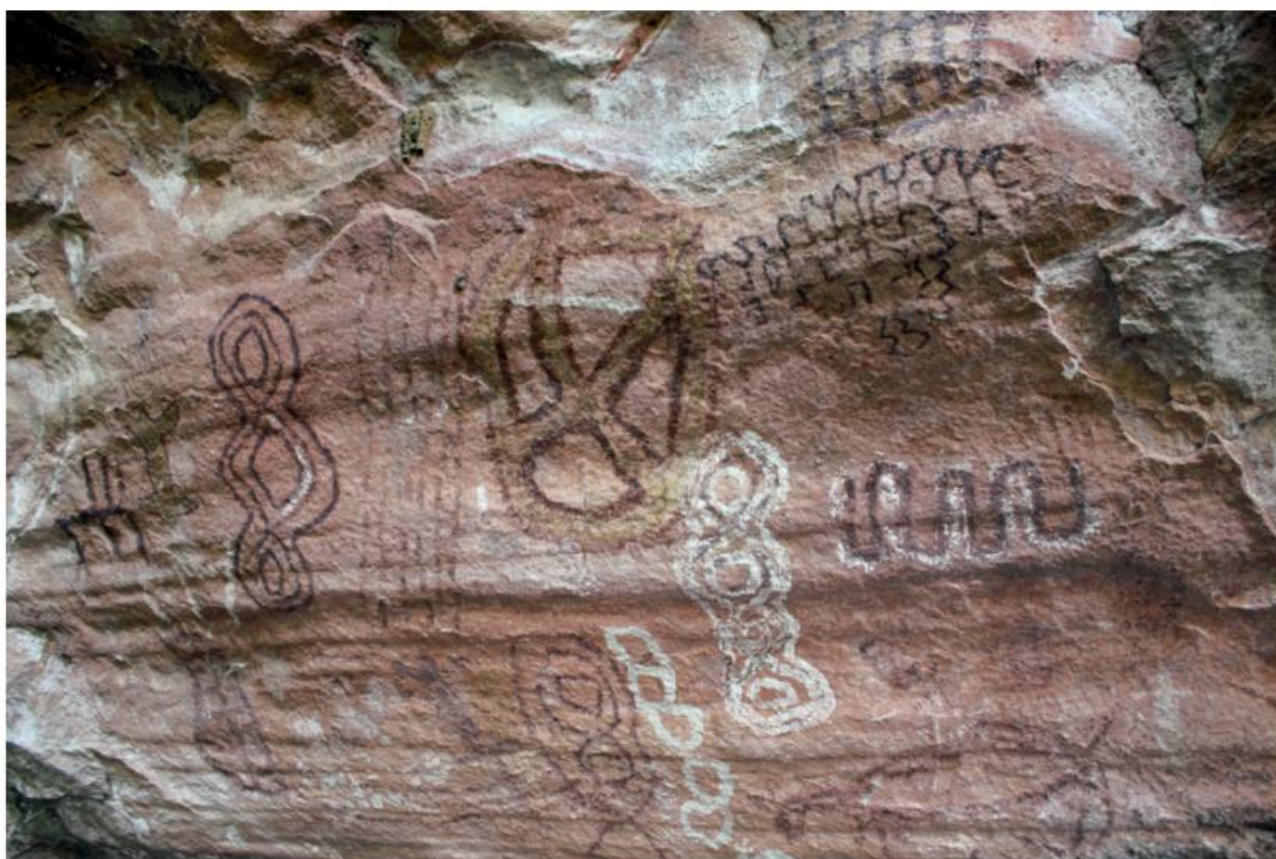


Pinturas com formas de aves encontradas no município de Rio Negro

Paisagem típica da área de transição entre as terras altas das serras e a planície do Pantanal em Mato Grosso do Sul







Painéis com pinturas policrômicas encontrados em Alcínópolis

ração e ocupação do espaço, eram registradas em diferentes locais por meio de pinturas e gravuras nas rochas. Os diferentes grupos humanos que habitaram essas terras deixaram suas ideias, em forma de arte, nas paredes dos abrigos e cavernas, em uma grande profusão de técnicas e estilos.

Os grafismos pintados e gravados sobre superfícies rochosas, que a arqueologia chama genericamente de 'arte rupestre', resultam da expressão simbólica do homem pré-histórico. A necessidade de materializar e dar feição ao abstrato, representando tudo o que se move no campo das ideias, é inerente ao ser humano. Em suma, a arte rupestre pode ser entendida como uma expressão cosmológica – uma visão de mundo – por meio da iconografia. No entanto, o desconhecimento dos códigos utilizados pelos 'artistas' nos impede de traçar uma interpretação precisa.

O primeiro passo no estudo da arte rupestre é o registro sistemático dos sítios arqueológicos dessa natureza, estabelecendo a análise e ordenamento dos elementos representados por categorias. Esse ordenamento leva em consideração variáveis como estilo, técnica de elaboração e de representação. Por fim, os elementos identificados são dispostos em tabelas de tipos com base na similaridade dos motivos. A repetição ordenada de motivos



dá ao pesquisador pistas para identificar as regras que compunham os códigos usados pelos autores.

A arte rupestre do Mato Grosso do Sul ainda necessita ser inventariada. Os estudos até agora desenvolvidos são pontuais e fragmentários, em geral realizados para complementar outros estudos, cujo foco não era a arte rupestre. Para modificar esse quadro e ampliar o conhecimento a respeito da arte rupestre do estado, uma pesquisa vem sendo desenvolvida há mais de um ano pela Universidade Federal da Grande Dourados. Uma equipe de pesquisadores está levantando os sítios de arte rupestre que ocorrem nas áreas de transição entre as terras altas das serras e a planície pantaneira.

>>>





Pintura monocromática em branco, mostrando um tipo de réptil semelhante a um lagarto associado a espirais, em Corguinho

**Rico acervo rupestre** A pesquisa continua em andamento, mas seus resultados parciais, apresentados neste artigo, já confirmam uma extraordinária variedade de manifestações rupestres. Além da frequência com que a arte rupestre ocorre em muitos municípios, foi observada uma diversidade estilística que torna o estado único. Se recorrermos – ainda que com cautela – ao modelo de tradições, aparecem em Mato Grosso do Sul elementos de várias tradições registradas no país, como as denominadas Nordeste, Agreste, Planalto e Geométrica Meridional. Além desses elementos classificáveis dentro das tradições conhecidas, aparecem alguns com características únicas, que requerem novas reflexões.



Os registros feitos para a região central do estado apontam a predominância dos motivos monocromáticos, onde são constantes representações de caçadas e elementos da fauna – os municípios de Rio Negro e Corguinho se destacam nessa categoria. Já na área mais ao norte, em municípios como Alcinópolis e Costa Rica, aparecem pinturas policromáticas, combinando figuras geométricas e de animais.

O município de Alcinópolis é um caso a parte, devido à enorme quantidade de sítios de arte rupestre e à variedade de estilos. Por conta disso, o município vem sendo chamado de ‘capital da arte rupestre’, título que a prefeitura local ostenta com orgulho. Por iniciativa municipal, foram implantados parques naturais, que têm entre seus objetivos a preservação dos sítios de arte rupestre. O principal desses parques relacionados à arte rupestre é o do chamado Templo dos Pilares, enorme abrigo onde ocorre a maior concentração de arte rupestre em um mesmo sítio arqueológico em todo o Mato Grosso do Sul. O teto elevado e os enormes pilares naturais que o sustentam conferem ao local características singulares e surpreendentes. Os pilares e as paredes desse abrigo estão cobertas de símbolos, onde podem ser reconhecidos pelo menos quatro níveis de ocupação rupestre.

Figura pintada representando cervídeo, encontrada no município de Rio Negro





Petroglifo típico da Tradição Geométrica Meridional, encontrado em Alcinópolis




Petroglifo picoteado em estilo diferenciado, situado no Templo dos Pilares, em Alcinópolis

Os milhares de símbolos gravados nos muitos sítios arqueológicos de Alcinópolis demonstram que a região foi intensamente ocupada por diferentes grupos ao longo dos milênios. Isso sugere que a região foi um importante ponto de passagem ou de exploração de recursos sazonais. Os grafismos de Alcinópolis variam entre gravações diretas na rocha (petroglifos) e pinturas monocromáticas e policromáticas.

Em geral, as gravações em rochas existentes em Mato Grosso do Sul estão relacionadas às da Tradição Geométrica Meridional, que ocorrem em ampla região do centro do Brasil, desde o Tocantins até o Paraná. Mas há uma exceção: no Templo dos Pilares, aparece um estilo próprio de petroglifo que não se enquadra nos tipos tradicionalmente registrados. São elementos geométricos distintos, obtidos por picoteamento, ou seja, pela percussão de um núcleo de pedra contra a rocha, gerando rugosidades que darão forma ao motivo.

Já as pinturas rupestres foram executadas com pigmentos naturais, obtidos pela combinação de minerais com matéria gordurosa. A cor mais comum, em diferentes tons, é a vermelha, que tem o óxido de ferro natural como matéria-prima. Também há motivos em branco, amarelo e, mais raramente, preto. As pinturas policromáticas são vistas com maior frequência na região mais ao norte do estado, como em Alcinópolis e Costa Rica. Os motivos presentes na região de transição entre as serras e a planície pantaneira são diferentes daqueles que aparecem

nas superfícies de pedra (lajedos) de áreas do Pantanal, como nos municípios de Corumbá e Aquidauana. Esses últimos são exclusivos dessa região.

O conhecimento sobre a arte rupestre no Mato Grosso do Sul deve ser ampliado significativamente nos próximos anos. No entanto, já é possível ver que o estado tem um rico acervo arqueológico, que reflete a diversidade das populações que ocuparam a região há milhares de anos. 

## Sugestões para leitura

- AGUIAR, R. L. S. 'Alcinópolis. Na capital da arte rupestre de Mato Grosso do Sul grafismos são testemunhos da vida na pré-história', em *Revista GEO*, v. 39, p. 110, 2012.
- BEER, M. V. (1994). 'Arte rupestre no nordeste de Mato Grosso do Sul'. Programa de Pós-Graduação em História – Arqueologia, PUC-RS. Porto Alegre (dissertação de mestrado), 1994.
- EREMITES DE OLIVEIRA, J. e VIANA, S. A. 'O Centro-Oeste antes de Cabral', em *Revista USP*, v. 44(1), p. 142, 2000.
- MARTINS, G. R. *Breve painel etno-histórico de Mato Grosso do Sul*. Campo Grande, Editora da UFMS, 2002.

## NA INTERNET

- >> SCHMITZ, P. I. Arqueologia do Estado do Mato Grosso do Sul (palestra de abertura do 13º Congresso da SAB, 2005 (disponível em [www.anchietano.com.br](http://www.anchietano.com.br)).



# FOTOACÚSTICA

## Imagens da interação de luz e som no corpo humano

O efeito fotoacústico – no qual som é gerado em resposta à absorção de luz por um material – possibilita o acesso, aliado à ultrassonografia convencional, a um tipo de imagem médica com características únicas, ausentes, no conjunto, de outras técnicas hoje comumente empregadas para diagnóstico: indicar tanto eventos fisiológicos quanto a composição molecular de um tecido. Nos últimos anos, estudos vêm demonstrando a eficácia do uso da imagem fotoacústica tanto na identificação de tumores e problemas cardiovasculares quanto no acompanhamento, em tempo real, de terapias.

**Théo Zeferino Pavan**

**Antonio Adilton Oliveira Carneiro**

*Departamento de Física, Faculdade de Filosofia,  
Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo*

**Stanislav Y. Emelianov**

*Departamento de Engenharia Biomédica,  
Universidade do Texas (Austin, EUA)*

O aparecimento de um raio, com o subsequente trovão, é, para muitos, um fenômeno fascinante. O estrondo surge por causa de um mecanismo físico pelo qual o som pode ser gerado ou mesmo detectado por meio da luz.

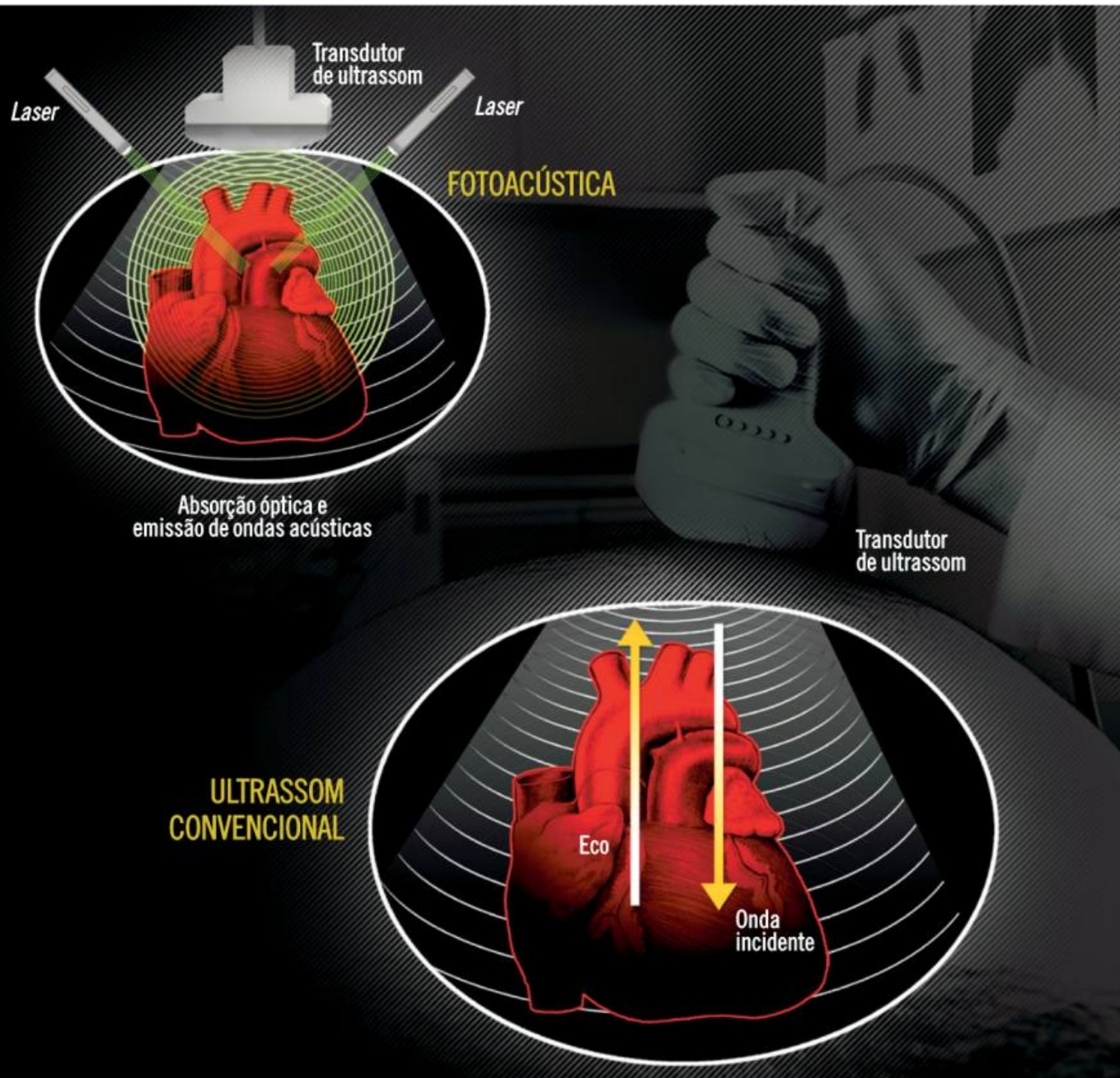
O efeito fotoacústico é um dos mecanismos físicos no qual uma onda sonora (ou acústica) é produzida em resposta à absorção da luz por um material. Essa característica faz do fenômeno uma técnica promissora para a obtenção de imagens médicas.

O efeito fotoacústico foi descoberto, no final do século 19, pelo cientista e inventor escocês Alexander Graham Bell (1847-1922), em sua busca por uma ferramenta para

a comunicação sem fio. Em suas investigações, Bell se surpreendeu com o fato de que um material iluminado poderia emitir som quando a luz fosse rapidamente interrompida.

A imagem fotoacústica – modalidade de diagnóstico criada recentemente – é baseada tanto em fenômenos luminosos quanto acústicos. Essa nova técnica surge em um cenário em que a integração de diferentes tecnologias tem sido um caminho relevante na investigação científica para o desenvolvimento de novas ferramentas de diagnóstico e de terapia em medicina. Exemplo disso é o uso crescente de técnicas como o PET/CT, que envolve benefícios tanto da PET (sigla, em inglês, para tomografia por emissão de pósitrons)





quanto do CT (sigla, em inglês, para tomografia computadorizada).

**Quando a luz vira som** A ultrassonografia é uma das técnicas de imagem mais usadas atualmente para o diagnóstico médico. Algumas das razões: equipamento portátil, imagem com boa resolução espacial e em tempo real, além de custo relativamente baixo.

Um equipamento de ultrassom convencional emite ondas sonoras inaudíveis para humanos – daí, o termo ultrassom – para o interior do corpo do paciente. Essas ondas, ao incidirem em uma interface entre duas estruturas diferentes, podem produzir eco. Essas ondas refletidas, por

Figura 1. Esquema de como uma imagem de ultrassom é formada. No caso, o transdutor tanto emite quanto recebe as ondas sonoras ultrassônicas. Na parte superior, geração da imagem fotoacústica. No efeito fotoacústico, o tecido absorve luz (geralmente, *laser*) e transforma energia luminosa em sonora – esta última detectada pelo transdutor convencional de ultrassom –, para gerar, como na ultrassonografia, imagem em tempo real

sua vez, podem retornar ao equipamento de ultrassom, onde são convertidas em imagem (figura 1).

Na técnica fotoacústica, o sinal sonoro usado para construção das imagens é gerado a partir de pulsos de luz (mais comumente, *laser*), aplicados no interior do tecido biológico. Ao absorver a luz, o tecido converte a

&gt;&gt;&gt;



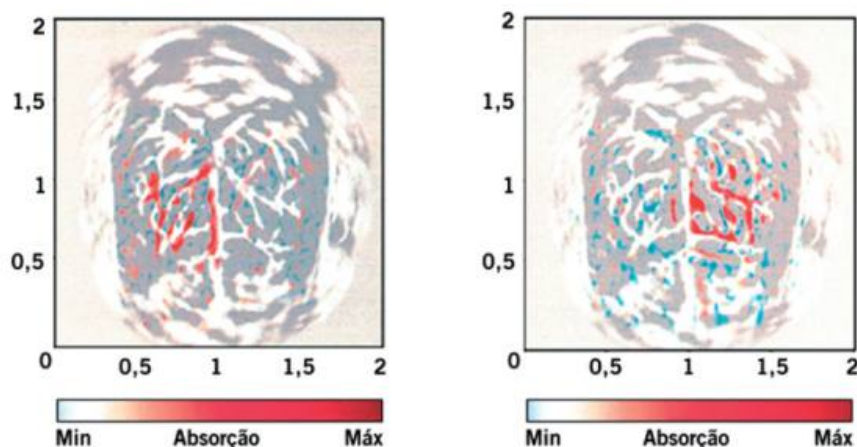


Figura 2. Imagens fotoacústicas de um cérebro de rato. As regiões em escala de cinza, obtidas com o animal em repouso, mostram a anatomia do cérebro. As áreas coloridas mostram a resposta cerebral quando os bigodes do roedor eram estimulados. Pode-se perceber o aumento do contraste dependendo do lado em que os bigodes eram estimulados, devido ao aumento da circulação sanguínea e consumo de oxigênio na região cerebral

energia luminosa incidente em térmica, causando pequena elevação da temperatura na região iluminada, o que induz o aparecimento de uma onda sonora.

Essa onda sonora – na faixa também do ultrassom – pode ser detectada por um equipamento semelhante ao usado na ultrassonografia. No entanto, contrariamente ao que ocorre nesta última – em que transdutor (dispositivo que o médico segura no exame) emite e detecta os ecos –, o transdutor, na imagem fotoacústica, só recebe essas ondas (figura 1).

Então, na fotoacústica, a fonte sonora é, portanto, a região do tecido onde o feixe de *laser* foi absorvido.

**Qual a vantagem?** Para a obtenção da imagem fotoacústica, o tecido é irradiado com pulsos de *laser* curtos, da ordem de poucos nanossegundos (bilionésimos de segundo) de duração. A cada um desses pulsos, as ondas acústicas criadas se propagam pelo meio e são detectadas pelos transdutores para a formação das imagens.

A localização da região onde a luz foi absorvida no tecido é estimada por meio do cálculo computacional do tempo que a onda acústica leva para chegar ao transdutor – no tecido biológico, a velocidade do som é de aproximadamente 1.540 m/s; portanto, cerca de cinco vezes maior que no ar. O equipamento responsável por emitir o pulso de *laser* está conectado ao computador e sincronizado com a detecção da onda sonora.

Mas, se um equipamento de ultrassom já produz imagens médicas de alta qualidade, por que se preocupar em integrar a ele feixes de *laser*? Que informações e aplicações adicionais podemos obter com isso?

A resposta, em parte, é que uma imagem de ultrassonografia representa propriedades mecânicas dos tecidos. Isso significa que ela revela prioritariamente aspectos anatômicos do tecido, mas pouco sobre sua composição molecular – esta última uma das principais características da técnica baseada na fotoacústica.

**Juntando forças** Sabe-se que cada tipo de tecido tem um modo bem característico de absorver luz. E isso depende, em grande parte, de sua composição molecular. Como uma imagem fotoacústica pode identificar espacialmente a quantidade de luz absorvida pelos tecidos, essa técnica pode ajudar a entender sua composição molecular.

Por exemplo, a imagem fotoacústica pode ser usada para inferir a concentração de oxigênio ligado à hemoglobina (molécula presente nos glóbulos vermelhos, responsável por transportar oxigênio pelo sistema circulatório), o que é importante para avaliar a oxigenação de tecidos saudáveis e doentes. Isso porque a absorção da luz pelas hemoglobinas oxigenadas difere do que ocorre nas que não estão ligadas a uma molécula de oxigênio.

Estudos mostram que o grau de oxigenação de um tumor pode revelar sua fase de crescimento, seu grau de malignidade, sua dispersão (metástase) e resistência ao tratamento. Assim, a imagem fotoacústica tem se tornado valiosa ferramenta para o estudo de várias patologias, como o câncer, e mostrado grande potencial para o diagnóstico.

Ao se associar a imagem fotoacústica à imagem convencional de ultrassom, ganha-se informação sobre a composição molecular do tecido ou órgão avaliados. As duas imagens poderão ser mostradas em tempo real e por meio do mesmo equipamento de ultrassom.

**Ressaltando a composição** Em 2003, Wang e colaboradores, da Universidade de Washington, Saint Louis (EUA), demonstraram o potencial da técnica fotoacústica para obtenção de imagens representando propriedades moleculares em estudos funcionais do cérebro. Os pesquisadores exploraram diferenças no espectro de absorção óptica de hemoglobinas que estavam ligadas a um átomo de oxigênio e das que não estavam. Com essa estratégia, obtiveram imagens dire-



tamente relacionadas com o uso do oxigênio pelo cérebro de roedores (figura 2).

A aterosclerose é uma doença crônica caracterizada pela formação de placas compostas, principalmente, por tecido fibroso e gorduras (lipídios) nas paredes dos vasos sanguíneos. Essas placas podem ser localizadas e identificadas por métodos de imagem tradicionais, como a angiografia e o ultrassom intravascular.

No entanto, nem a angiografia, nem o ultrassom permitem identificar a composição tecidual dessas placas, informação importante para avaliar sua vulnerabilidade à ruptura, que pode levar, por exemplo, ao derrame ou AVC (acidente vascular cerebral).

A imagem fotoacústica, por sua vez, pode mostrar os diferentes constituintes do tecido, que absorvem luz de maneira diferente (figura 3).

**Melhorando a imagem** Para aumentar a sensibilidade da imagem fotoacústica na identificação precoce de moléculas comumente associadas a patologias, são inseridos no corpo do paciente agentes de contraste que têm afinidade com biomarcadores (moléculas específicas presentes no tecido doente).

Estudos indicam que essa estratégia melhora o contraste de imagens fotoacústicas, aumentando a sensibilidade, por exemplo, para a detecção e identificação de tumores, pois as nanopartículas acopladas às moléculas de contraste tendem a se acumular nas regiões do corpo onde os biomarcadores estão presentes, facilitando a localização e caracterização de um tumor.

Ao utilizar um *laser* que emite luz na 'cor' (frequência) que é mais bem absorvida pelo agente de contraste, o sinal acústico produzido pelo tecido tende a ser aumentado. No caso das nanopartículas acumuladas no tumor, esse procedimento induzirá um aumento do sinal sonoro vindo da região onde se encontra o tecido doente. E o aumento desse sinal significa uma imagem melhor – nesse caso, destacando a região onde se encontra o tumor.

**Nanoplacas** As nanopartículas podem ser produzidas com diversos formatos e tamanhos. Por exemplo, nanoesferas, nanoplacas, nanobastões, entre outros. E a 'cor' (frequência da luz) mais bem absorvida pode ser regulada segundo o formato das nanopartículas (figura 4).

Nanoplacas de prata foram injetadas na corrente sanguínea de um rato com tumor de pâncreas. Para isso, elas foram quimicamente tratadas, para reduzir sua toxicidade, além de terem sido ligadas a uma proteína (anticorpo), para que as células de tumor pancreático se tornassem seu sítio-alvo. A figura 5 mostra o resultado de imagens sobrepostas, uma delas obtida por ultrassom, ressaltando aspectos anatômicos, e a outra por fotoacústica, com destaque para o acúmulo de nanopartículas.

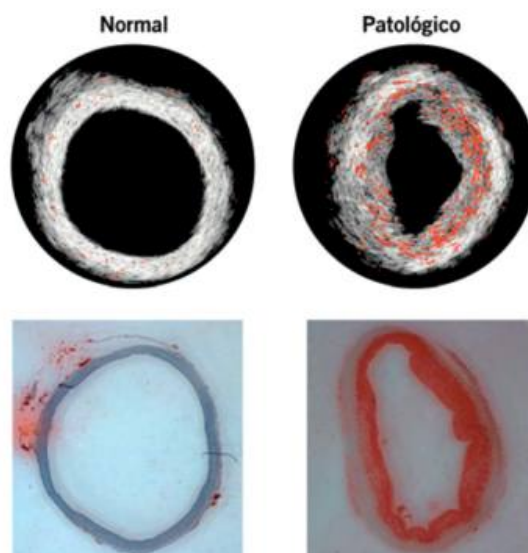


Figura 3. Acima, as regiões em cinza são imagens de ultrassonografia convencional intravascular, enquanto as coloridas são fotoacústicas. À esquerda, artéria aorta sadia, na qual o sinal fotoacústico é quase inexistente. À direita, artéria com placa aterosclerótica, que ocasiona maior absorção da luz nas regiões com acúmulo de gorduras (lipídios) e, consequentemente, aumenta o sinal fotoacústico. Abaixo, exame das duas artérias. Um corante ressaltou, em vermelho, as regiões nos dois vasos ricas em lipídios

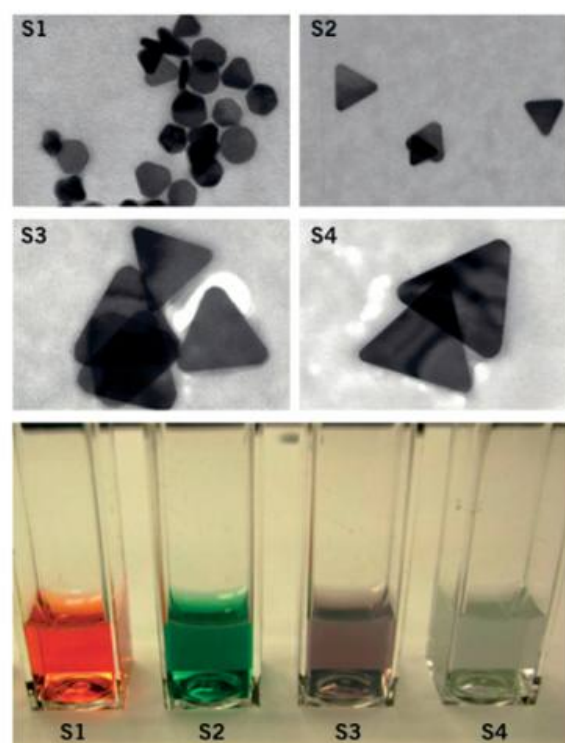


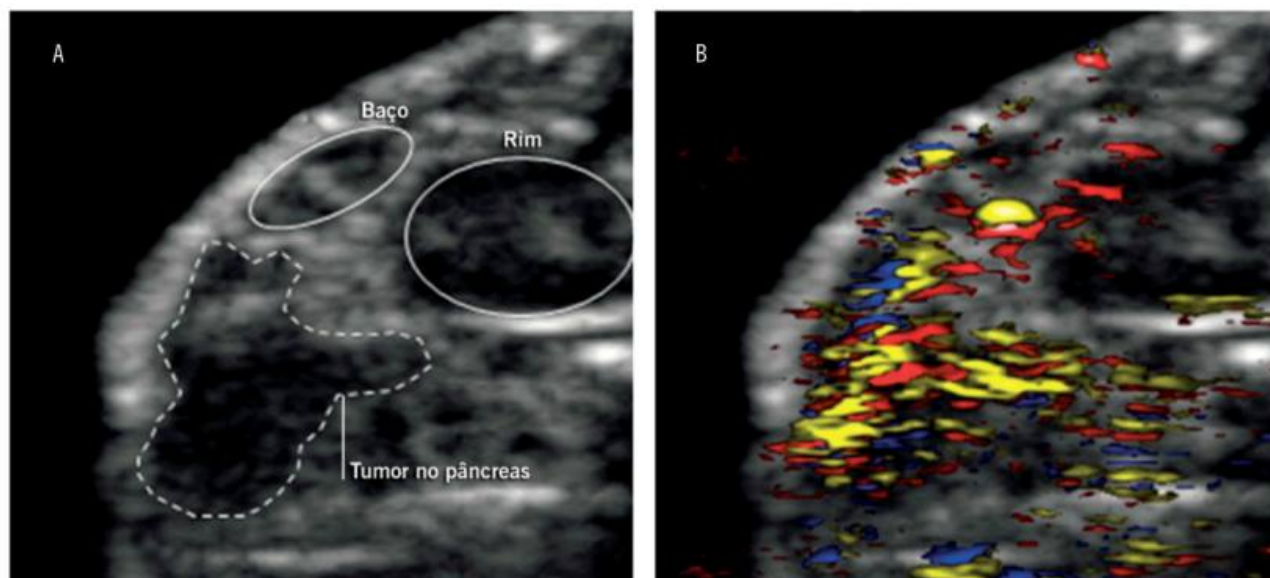
Figura 4. Acima, nanopartículas de prata em forma de placas. S1, a menor delas, tem, em média, 25 bilionésimos de metro (25 nm) de borda lateral, enquanto S4, a maior, 219 nm. Abaixo, as diferentes colorações indicam que as dimensões das nanopartículas alteram suas propriedades ópticas

ADAPTADO DE WANG, B. ET AL. OPTICS EXPRESS V. 18, N. 5, P. 4188-4197 (2010)

ADAPTADO DE HERNANDEZ, ET AL. ACS NANO V. 6, N. 1, P. 641-650 (2011)

>>>





ACOSTA DE JARANA ET AL. ACS NANO 6, N. 1, P. 64-69 (2012)

Figura 5. Imagens de um tumor de pâncreas em rato. Em A, características anatômicas obtidas por ultrassom convencional. Em B, imagem molecular obtida pela técnica fotoacústica, superposta à imagem de ultrassom. As regiões em amarelo mostram as nanopartículas acumuladas na região do tumor; em vermelho, o sangue oxigenado; em azul, o sangue desoxigenado. Essas imagens têm dimensão de 14,5 mm por 11,8 mm


**Futuro: morte pelo calor** A imagem fotoacústica integra características ópticas e ultrassônicas que possibilitam o acesso a uma imagem com características únicas e que pode ser mostrada em tempo real.

Além de ser uma técnica com grande potencial diagnóstico, diversos estudos apontam sua utilidade na monitoração e condução de terapias e tratamentos, como a terapia fototérmica. Esse é um tipo promissor de tratamento de câncer que consiste na injeção de nanopartículas que se acoplam, por afinidade, a células cancerosas, para posterior aplicação contínua de *laser* na região do tumor. Na absorção da luz, as nanopartículas se aquecem, causando a morte celular.

O papel da fotoacústica nesse tipo de tratamento é indicar onde está o depósito das nanopartículas – e, portanto, a localização do tumor –, guiando, assim, a intervenção médica. Portanto, a imagem fotoacústica pode indicar a extensão da morte celular por superaquecimento. Isso porque o sinal fotoacústico é aumentado quando a temperatura do meio se eleva.

A imagem fotoacústica também tem se mostrado valiosa para indicar áreas de tecidos com microvascularização, ou seja, ricamente irrigada por sangue. Esse tipo de investigação é importante, por exemplo, no estudo de patologias em seu estado inicial.

Certamente, essa técnica será impulsionada pelo desenvolvimento da nanotecnologia, de agentes de contrastes mais eficientes, o que, por sua vez, melhorará a definição de imagens que apontam características moleculares do tecido avaliado.

Essa modalidade para diagnóstico médico ganhou visibilidade a partir de 2003 e é hoje tema de investigação de vários grupos de pesquisa pelo mundo – inclusive no Brasil. Por ser uma técnica recente, a imagem fotoacústica ainda não é aprovada pelas agências reguladoras de saúde para o uso em procedimentos clínicos rotineiros. Contudo, equipamentos desenvolvidos para o uso em estudos pré-clínicos com pequenos animais já estão sendo comercializados. Essas pesquisas são fundamentais para explorar o potencial da fotoacústica como ferramenta para o diagnóstico e a terapia no tratamento de tumores. 

## Sugestões para leitura

- PAVAN, T. Z., NEVES, L. P., CARNEIRO, A. A. O. 'Elastografia por ultrassom: uma nova modalidade de imagem'. *Ciência Hoje*, v. 42, n. 251, p. 28-33 (2008).
- EMELIANOV, S. Y., LI, P. C., O'DONNELL, M. 'Photoacoustics for molecular imaging and therapy'. *Physics Today*, v. 62, n. 8, p. 34-39 (2009).
- WANG, X., PANG, Y., KU, G., XIE, X., STOICA, G., WANG, L. V. 'Noninvasive laser-induced photoacoustic tomography for structural and functional in vivo imaging of the brain'. *Nature Biotechnology*, v. 21, n. 7, p. 803-806 (2003).





FOTO: CECILIO RODRIGUES

*Longe da ficção,  
laboratórios perseguem  
a fusão nuclear  
com otimismo,  
mas enfrentando  
formidáveis desafios  
tecnológicos*

## BATMAN, TECNOLOGIA E FUSÃO NUCLEAR

Batman me fascina desde a infância pela coexistência nele de dois elementos: a profunda obsessão com o crime e a mais alta futilidade de *playboy* inconsequente. Ambas, partes da mesma missão: combater as forças do mal com a ambiguidade do humano travestido em morcego. Este, o único mamífero capaz de realmente voar e que de hábito se associa às transgressões noturnas dos vampiros, fornece a *persona* perfeita para o ícone cultural no qual Batman se transformou.

No entanto, Batman não tem poderes sobrenaturais. Seu desempenho é assegurado por excelente preparo físico e uso da tecnologia mais avançada.

E como evoluiu a tecnologia que cerca nosso herói.

Seu risível cinto de utilidades da série da TV, na década de 1960, transmutou-se em um arsenal que incorpora o estado da arte em engenharia. Em *O cavaleiro das trevas ressurge*, que encerra a trilogia, traz mais uma vez Lucius Fox, cientista multitalentoso, que transita com desenvoltura entre a química, a física, as telecomunicações, a robótica... Os apetrechos inventados por ele são o sonho de consumo de qualquer *nerd*.

A humanidade sempre sonhou com uma fonte de energia limpa e inesgotável: o reator de fusão nuclear construído secretamente pela companhia de Bruce Wayne – o empresário milionário que encarna o morcego vingador – prometia fornecer exatamente isso. Mas foi transformado numa arma nuclear. Como assim?

Fusão nuclear é a fornalha das estrelas: por causa das altas temperaturas e densidades, núcleos de hidrogênio (formados por um próton), no centro desses corpos cósmicos, colidem e se fundem em um átomo de hélio (com dois prótons e dois nêutrons), liberando grande quantidade de energia. No centro do Sol, por exemplo,


a temperatura é de aproximadamente 15 milhões de graus centígrados.

Maior temperatura significa maior agitação das partículas, que, nessa situação, vencem a repulsão eletrostática de seus núcleos – lembre-se de que cargas iguais se repelem – e se aproximam a ponto de se fundirem. [Em tempo: não confunda com a fissão nuclear, na qual os núcleos se partem, processo empregado nas usinas nucleares].

A massa do átomo de hélio, porém, é pouco menor que a soma das massas dos quatro hidrogênios que se fundiram. A diferença é transformada em energia, com base na famosa fórmula de Einstein,  $E = mc^2$ .

Longe da ficção, laboratórios perseguem a fusão nuclear com otimismo, mas enfrentando formidáveis desafios tecnológicos. Para imitar o interior de uma estrela, núcleos de deutério (um próton e um nêutron) e de trítio (um próton e dois nêutrons) – mais conveniente que quatro hidrogênios – são mantidos confinados por campos magnéticos intensos. Porém, essa ‘sopa’ de partículas (denominada plasma), que atinge 150 milhões de graus (10 vezes a temperatura do interior do Sol), é instável e, portanto, muito difícil de ser mantida.

Volta o Batman. No filme, vemos que há uma confusão básica sobre um reator de fusão: ele não precisa ser inundado por um rio para parar de funcionar, pois qualquer desestabilização do sistema faz isso automaticamente. Disso, decorre o segundo erro científico fundamental do filme: um reator de fusão jamais pode virar uma arma nuclear. Nem em teoria.

Mas o filme é ficção e não um tratado sobre física nuclear, o leitor deve estar pensando. Concorro. E por falar em tecnologias sofisticadas, não há apetrecho criado por Lucius Fox que consiga proteger Batman de uma das armas mais eficientes do filme: o batom da Mulher-gato! 

**JOÃO TORRES DE MELLO NETO**  
Instituto de Física,  
Universidade Federal  
do Rio de Janeiro



# HIDRELÉTRICAS: O MITO DA ENERGIA LIMPA

Pesquisadores avaliam impactos ambientais da hidreletricidade

“**N**ossa matriz energética é limpa”, gabam-se os brasileiros. Afinal, cerca de 80% de nossa eletricidade vêm da força das águas. Gestores públicos apostam na construção quase irrestrita de usinas hidrelétricas – propaladas aos quatro ventos como “ecológicas”, “sustentáveis” e de “baixo impacto ambiental”. Será? Um olhar atento ao cenário energético brasileiro pode colocar em xeque as certezas do discurso otimista; e um exame minucioso das áreas alagadas para geração de hidreletricidade incita reflexões que sugerem a derrocada de um mito.

Elencar os méritos da energia hidráulica é tarefa simples. Seus números e vantagens são onipresentes na literatura e no senso comum. Mas essa matriz energética – como as outras – tem seus reverses. Além dos inumeráveis desafios sociais e políticos envolvidos na construção de barragens, pesquisadores também demonstram crescente preocupação com um dos problemas ambientais mais notórios de nosso tempo: perda de biodiversidade.

“Tal perda é uma das consequências diretas dos represamentos”, diz a bióloga Maria Letizia Petesse, da Universidade Estadual Paulista (Unesp). “Após formação dos reservatórios, observam-se impactos de longo prazo caracterizados pela progressiva simplificação e homogeneização da fauna local”, explica. Ela lembra que tal cenário é agravado pela comum inserção de espécies exóticas nos ecossistemas alagados.

**ESTUDOS DE CASO** A bióloga da Unesp estudou represas no rio Tietê, em São Paulo, e observou que, nas últimas cinco décadas, nada menos que 50% das espécies nativas desapareceram. São seis as barragens ao longo do curso d’água, e nenhuma tem sistemas de transposição que permitam passagem a espécies migradoras que, para reprodução, precisariam se deslocar rio acima ou abaixo. Teoricamente, represas devem ter métodos de transposição para peixes, mas nem todas seguem essa exigência – e, segundo Petesse, estudos recentes questionam a eficiência de tais sistemas. Em partes da bacia do rio Tietê, desapareceram migradores como o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), dourado (*Salminus brasiliensis*), jaú (*Zungaro zungaro*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e barbado (*Pirirampus pirirampus*); espécies exóticas, como corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e tilápia (*Oreochromis niloticus* e *Tilapia rendalli*), já compõem 23% da ictiofauna local.

Com a alteração do fluxo das águas, o que um dia foi rio passa a adquirir características de lago. Menos oxigênio, redução das correntezas. Espécies de maior porte e com maiores necessidades de deslocamento são fadadas a desaparecer (ver ‘As barragens e os peixes: o impacto das grandes hidrelétricas nas espécies dos rios represados’, em CH293).

Impacto semelhante foi verificado pelo biólogo Edmir Carvalho, também da Unesp. Estudando a represa de Jurumirim, no rio Paranapanema,

em São Paulo, ele constatou claro declínio na população de peixes da região – tanto em quantidade como em variedade de espécies. Não são apenas peixes ou seres aquáticos as vítimas dos alagamentos; toda a fauna nativa da área é afetada de forma muitas vezes irreversível. “Quando uma represa é formada, um habitat inteiro é danificado”, reforça Petesse, “e a capacidade de abrigar a biodiversidade original é seriamente comprometida”.

**VILANIA NAS EMISSÕES** Na arena dos debates ambientais das últimas décadas, a tecnologia hidrelétrica ganhou status de “menos pior”, pois dizia-se que os níveis de emissões de gases de efeito estufa eram menores em face das demais alternativas comercialmente competitivas. Mas a ilusão acabou.

Foi no Canadá, em 1993, que surgiram os primeiros estudos atribuindo a essas usinas o papel de vilãs – emissoras massivas de, entre outros gases, metano. Um dos pesquisadores que se destacaram na área foi o ecólogo norte-americano Philip Fearnside, do Instituto de Pesquisas da Amazônia (Inpa). “Até hoje, relatórios de sustentabilidade de empresas mineradoras, em especial ligadas à cadeia do alumínio, vangloriam-se da fama enganosa da hidreletricidade como energia limpa”, observa.

Há pouco tempo, na revista *Water, Air and Soil Pollution*, Fearnside publicou um dado impactante: a usina hidrelétrica de Tucuruí (PA)





FOTO EDUARDO SOUSA/REUTERS

liberou, em 1990, mais gases de efeito estufa que a cidade de São Paulo! “A publicação causou certo espanto, e a indústria hidrelétrica não mediu esforços para mostrar o contrário”, comenta o pesquisador do Inpa. Ele calcula que a emissão da área alagada em Tucuruí naquele ano foi de 1,3 a 1,9 vez maior que a emissão por queima de combustível fóssil na área metropolitana da capital paulista no mesmo período (ver ‘Gases de efeito estufa em hidrelétricas da Amazônia’, em CH 211). Ele lembra que, em termos de influência climática, o metano – oriundo da decomposição da matéria orgânica submersa pelos reservatórios – é muito mais poderoso que o dióxido de carbono. No início da década de 1990, imaginava-se que seu impacto era 21 vezes maior; mas, de acordo com a literatura recente, é 34 vezes mais impactante. Fearnside observa, ainda, que o processo de emissão desse gás é particularmente intensificado nas regiões tropicais. Afinal, a temperatura é mais elevada e há maior estoque de

carbono submerso nas áreas que um dia abrigaram luxuriante vegetação. Incendiando o debate, o pesquisador do Inpa publicou em junho, em parceria com o ecólogo espanhol Salvador Pueyo, um trabalho na revista *Nature Climate Change* detalhando imprecisões nos números oficiais. “A Eletrobras fez um cálculo errado para todos os 217 grandes reservatórios existentes no Brasil em 2000”, aponta Fearnside. A metodologia usada pela empresa teria subestimado os impactos ambientais das barragens em termos de emissões de gases de efeito estufa.

#### **DANOS AMBIENTAIS DE MENOR IBOPE**

À extensa lista de impactos decorrentes das hidrelétricas adicionam-se alguns itens nem sempre lembrados. “A qualidade da água nos reservatórios dessas usinas costuma ser bastante prejudicada”, diz o engenheiro Célio Bermann, do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo (USP), “pois a capacidade natural de depuração nos rios é

seriamente prejudicada após a construção das barragens”. Segundo o engenheiro, isso invalida o argumento segundo o qual grandes hidrelétricas podem assegurar, também, estoques de água potável.

Bermann cita casos notórios. A usina hidrelétrica de Americana (SP) teve seu desempenho prejudicado pelo alto nível de degradação ambiental decorrente do barramento; e a proliferação de algas na represa de Salto Grande (SP), devido a processos de eutrofização, tornou a água simplesmente impréstável para consumo. Na usina de Ilha Solteira, na fronteira entre São Paulo e Mato Grosso do Sul, a situação também não é das melhores. Pesquisadores apontaram toxicidade aguda em águas superficiais da área alagada pela barragem. “Em Tucuruí (PA), após a formação do reservatório, também foram contabilizados índices anormais de febre amarela e malária”, diz Bermann, lembrando que tais áreas, quando mal administradas, são propícias à disseminação de vetores de doenças endêmicas.



Hidrelétricas causam também insuspeitos impactos geofísicos. O imenso volume de água dos reservatórios exerce pressão não usual sobre o subsolo e, segundo informações disponíveis no sítio da Eletrobras, as empresas geradoras de hidreletricidade “devem estar preparadas não só para os terremotos naturais, mas, sobretudo, para aqueles pelos quais elas próprias são responsáveis”. São os chamados sismos induzidos, capazes de oferecer riscos à barragem ou à população local. O Observatório Sismológico da Universidade de Brasília tem feito vários trabalhos acerca do tema, indicando clara correlação entre reservatórios e ocorrências sísmicas.

Eis que surge, no calor dos debates, o discurso segundo o qual pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) seriam a solução para os expressivos impactos dos grandes projetos de hidreletricidade. O tema é polêmico, mas, ao que tudo indica, PCHs estão longe de receber veredito de inocência ambiental (ver ‘De gota em gota’, em CH 288).

**BUROCRATAS ALAGADOS** Diante de tantos desafios, projetos hidrelétricos requerem gestão cautelosa. “Mas, em geral, empresas operadoras de usinas jogam a responsabilidade para o poder público; e fica naquela história de ‘um delega para outro’”, critica Bermann, que foi assessor do Ministério de Minas e Energia durante os dois primeiros anos do governo Lula. Segundo ele, não há qualquer mecanismo legal que defina a quem cabe a “irresponsabilidade pela má gestão de reservatórios”. O professor da USP afirma que nem empresas, nem poder público estão cientes de suas responsabilidades. “Impacto ambiental se tornou um termo meramente administrativo”, condena.

E, se o assunto é má gestão, deve-se mencionar a elevada taxa de perda ou desperdício observada no Brasil. Segundo Bermann, nossas perdas em transmissão e distribuição de energia elétrica ficam na média dos 15%. Nos Estados Unidos e no Japão, essas per-

Árvores mortas na área alagada pela Usina Hidrelétrica de Samuel (RO)



FOTO PHILIP FEARNSIDE

das não excedem 8% e 7%, respectivamente – e a taxa aceitável, segundo o Banco Mundial, é de 6%.

“É perfeitamente possível reduzir as perdas do sistema elétrico brasileiro para 10%”, garante Bermann. Como? Com investimentos em manutenção de linhas, troca de transformadores com vida útil ultrapassada e, sobretudo, alteração dos hábitos de consumo. Além disso, pesquisadores recomendam a repotenciação dos sistemas – processo que envolve reabilitação, reconstrução ou reparos nas usinas hidrelétricas existentes, de modo a otimizar processos de geração. A propósito, o biólogo Jean Remy Guimarães, do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, lembra que “a energia que se espera da usina hidrelétrica Belo Monte (PA) poderia ser obtida com a troca das turbinas de usinas existentes por turbinas mais eficientes disponíveis no mercado”.

Ao comentar sobre Belo Monte, aliás, Bermann toca em uma questão delicada: segundo ele, são as emprei-

teiras que, hoje, definem a política energética no Brasil. Fearnside não deixa por menos ao lembrar que “há generosos financiadores de campanha eleitoral envolvidos em tal questão”. O ecólogo do Inpa ressalta que o plano de expansão energética do Ministério de Minas e Energia prevê, entre 2011 e 2020, 48 novos grandes projetos – 30 deles na Amazônia Legal. “É enorme o orçamento previsto para hidreletricidade; com tal recurso seria plenamente viável investir em energias alternativas e, sobretudo, na redução do desperdício”, opina Fearnside. Segundo ele, há quem defenda a não construção de novas usinas hidrelétricas até que se resolva o problema do desperdício.

“É importante destacar que não demonizo a hidreletricidade”, esclarece Bermann. “Apenas chamo a atenção para o descaso e a irresponsabilidade com que empreendimentos hidrelétricos são desenvolvidos em nosso país.”

HENRIQUE KUGLER | CIÊNCIA HOJE | RJ



# GUARDIÃ CORROMPIDA

Proteína p53 mutante deforma sua versão normal e impede prevenção de tumores

**A** proteína p53 é conhecida como guardiã do genoma, porque sua principal função nas células é a supressão do desenvolvimento de tumores. O mau funcionamento da p53 favorece a aparição do câncer – mais de 50% dos casos da doença apresentam versões defeituosas (mutantes) dessa proteína. Agora, pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) mostraram que a p53 mutante desativa a versão sadia, criando agregados e impedindo que esta combata os tumores. A descoberta pode levar a novos tratamentos para o câncer que se concentrem em manter a integridade da p53.

Segundo o bioquímico da UFRJ Jerson Lima Silva, coordenador da pesquisa, a p53 mutante se comporta como um príon, proteína defeituosa que causa doenças como a da vaca louca (encefalopatia espongiforme bovina). Os príons também ‘sequestram’ as formas não alteradas das proteínas e as transformam em versões defeituosas, criando agregados proteicos ou amiloides. “Esses agrupamentos de proteína são encontrados também nas doenças de Alzheimer e Parkinson”, observa Silva.

O bioquímico diz que, no caso da p53, esse mecanismo explicaria por que ela perde a atividade protetora mesmo em células ainda capazes de produzir versões normais da p53. “Cada gene tem duas cópias, chamadas alelos. Como a mutação costuma ocorrer em apenas um dos alelos do gene da p53, a célula ainda teria proteína normal e, teoricamente, deveria

Em células com a proteína p53 sadia (imagens superiores), as análises mostraram poucos agregados (pontos mais claros). Já em células com a forma mutante da proteína (imagens inferiores), esses aglomerados são abundantes

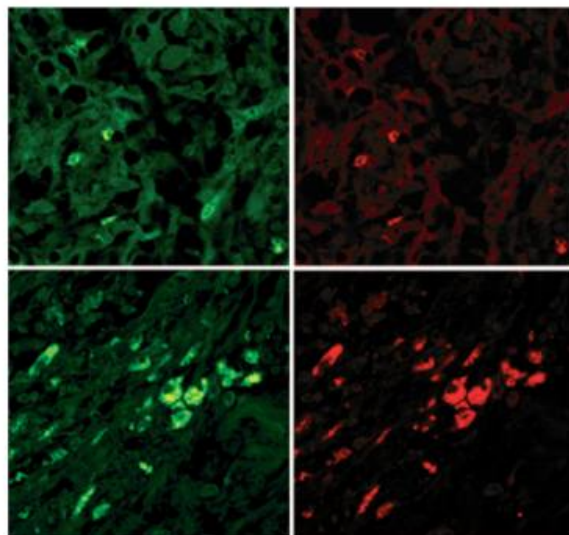


FOTO: LABORATÓRIO DE TERMOANÁLISE DE PROTEÍNAS E ESTRUTURAS VIRAIS (DECECHO MEIER)

ser capaz de suprimir tumores”, afirma Silva. Isso não aconteceria porque a p53 selvagem (normal) estaria sendo deformada e presa nos agregados pela proteína mutante – um processo que o bioquímico chama de dominância negativa.

**TERAPIA FUTURA** Resultado mais recente de uma linha de pesquisa que começou em 2001 e teve o primeiro trabalho publicado em 2003, o estudo foi realizado com linhagens de células tumorais no laboratório (*in vitro*) e com amostras de tecido (biópsias) de câncer de mama de 70 pacientes. Nas análises *in vitro*, os pesquisadores constataram a presença dos agregados amiloides tanto na linhagem com p53 selvagem quanto naquela que continha uma versão defeituosa da proteína, embora nesta última eles fossem bem mais abundantes.

“Além disso, ao colocarmos o agregado mutante entre as proteínas normais, aceleramos a formação de proteínas alteradas, o que é um comportamento típico de príons”, ressalta Silva. O grupo também localizou os agregados em grande quantidade nas amos-

tras de biópsias de câncer de mama. “Essa informação nos mostra um novo caminho no tratamento do câncer, com drogas que impeçam a p53 de se agregar”, sugere o bioquímico, cujo grupo se concentra agora em testar o efeito de diversas substâncias sobre o comportamento anormal da proteína.

Para o biólogo Eduardo Moraes Rego Reis, coordenador do Laboratório de Genômica e Expressão Gênica em Câncer da Universidade de São Paulo (USP), os dados do grupo de Silva são interessantes e podem representar uma explicação parcial para esse fenômeno de dominância negativa. No entanto, ele ressalta que o trabalho não fecha a questão em definitivo e que pode haver outras explicações para a p53 não conseguir proteger a célula, mesmo quando tem uma cópia sadia do gene. “Uma possibilidade seria a existência de mutações adicionais em genes regulados pela p53 que poderiam se manifestar em dominância negativa mesmo na presença da proteína normal”, sugere Reis.

FRED FURTADO | CIÊNCIA HOJE | RJ



# ESQUADRINHANDO NOSSOS CAMPOS

Imagens de satélite permitem estimar safras agrícolas com mais segurança

Imagine uma reunião quinzenal com a presença de agricultores de todo o país. Agora imagine a divulgação, nessa mesma reunião, de informações sobre volumes de grãos produzidos e perspectivas de mercado antes mesmo da colheita. Impossível? Graças ao trabalho de uma rede de pesquisadores coordenada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), isso já está se tornando realidade. Usando uma tecnologia de monitoramento via satélite, os pesquisadores lançam mão de imagens disponibilizadas gratuitamente pela Agência

Espacial Norte-americana (Nasa) para fazer projeções diárias da produtividade agrícola.

A grande vantagem do sistema é que ele irá incorporar, à boa e velha intuição do agricultor, um conjunto de dados científicos. O satélite estadunidense Espectrorradiômetro Gerador de Imagens de Resolução Moderada (Modis, na sigla em inglês), ao vasculhar a superfície terrestre e produzir imagens que revelam a quantidade e o vigor da cobertura vegetal viva, potencializa o monitoramento e a gestão territorial agrícola. Essas imagens são obtidas por sensoriamento remoto,

conjunto de técnicas que possibilita levantar informações sobre áreas na superfície terrestre por meio do registro da interação da radiação eletromagnética com a superfície, a partir de sensores instalados em satélites ou plataformas orbitais.

Especialistas em sensoriamento remoto conseguem avaliar, por exemplo, saúde e idade da planta, teor de umidade, temperatura de elementos da paisagem, estoques de carbono e fitomassa total, além de fazer previsões sobre produtividade em um nível de detalhamento estratégico para o Brasil.



Foto aérea da região de Sinop (MT), com áreas agrícolas em diferentes estágios de desenvolvimento. Previsão segura de safras é importante moeda de negociação para o país no mercado internacional

FOTOS: ALEXANDRE C. COSTINHO



O projeto 'Metodologia para o Monitoramento da Atividade Agrícola Brasileira', iniciado em setembro de 2011, resultou do esforço de cerca de 30 pesquisadores de várias instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais, sob coordenação e financiamento da Embrapa Informática Agropecuária. Até 2014 os pesquisadores pretendem concluir a primeira fase do trabalho, que consiste no desenvolvimento de uma metodologia que possibilitará identificar, delimitar e mapear, com baixo custo e alta frequência, diferentes culturas agrícolas anuais.

**DESAFIOS** O coordenador do projeto, Alexandre Coutinho, especialista em geotecnologias aplicadas ao agronegócio, explica que já é possível diferenciar áreas de produção agrícola de coberturas vegetais naturais ou pastagens, com base no exame de alterações do índice de vegetação. Para o pesquisador, o grande desafio é encontrar, nos espectros gerados pelas imagens, indicadores sutis capazes de diferenciar comportamentos semelhantes como os apresentados, por exemplo, por uma área agrícola cultivada com milho e outra com soja. Atualmente estão sendo acompanhadas cinco culturas em todo o território nacional: milho, soja, trigo, cana-de-açúcar e algodão.

O público-alvo ao qual a nova tecnologia se destina é amplo. Instituições governamentais serão beneficiadas, uma vez que poderão traçar políticas mais proveitosas para a gestão agrícola, tornando a estimativa de produtividade uma importante moeda de negociação para o país no mercado internacional.

Além do governo, o agricultor também terá mais segurança em suas transações comerciais, sobretudo naquelas efetuadas no mercado futuro. Segundo Coutinho, hoje o agricultor faz cálculos de rentabilidade e produtividade com base em safras anteriores, observando o clima e fazendo



Plantio de milho safrinha em desenvolvimento no Mato Grosso. Graças às pesquisas da Embrapa Informática Agropecuária, safra dessa e de outras culturas poderão ser negociadas antes mesmo da colheita



Soja seca quimicamente para uma colheita mais homogênea (dessecada)

suas próprias estimativas, de modo intuitivo. Muitas vezes o agricultor adquire insumos contando com recursos financeiros que em geral só são recuperados no final do ciclo produtivo e na comercialização da safra. "Com o auxílio da nova tecnologia, ele terá dados objetivos para buscar financiamento, sem risco de prejuízo", resume Coutinho.

Os resultados são otimistas, mas o que ainda preocupa é, segundo o pesquisador da Embrapa, a vulnerabilidade brasileira na área espacial. As imagens do satélite Modis, embora gratuitas, são liberadas pela Nasa e, no atual cenário, uma interrupção

no seu fornecimento implicaria a suspensão das atividades do monitoramento agrícola brasileiro.

Para Coutinho, em razão das dimensões territoriais do Brasil e de sua vocação agrícola, o desenvolvimento da tecnologia espacial assume importância estratégica para ampliação da soberania nacional. As versões 3 e 4 do Satélite Sino-brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS, na sigla em inglês), cujo lançamento está previsto para o final de 2012, representam um grande passo para a consolidação desse cenário.

MARIANA CECCON | ESPECIAL PARA CIÊNCIA HOJE | PR



# DE OLHO NA INOVAÇÃO

## Reunião anual da Fesbe discute rumos da pesquisa no Brasil

A 27ª reunião anual da Federação das Sociedades de Biologia Experimental (Fesbe), realizada entre 22 e 25 de agosto em Águas de Lindoia (SP), reuniu trabalhos de diversas áreas, como cronobiologia, fisiologia e neurociência. O encontro serviu também como palco para a discussão do estado atual da pesquisa brasileira e do problema de onde realizar inovação científica no país: na universidade ou na indústria.

Este ano, a Fesbe foi aberta pela presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), a bióloga Helena Nader, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Nader fez um panorama da pesquisa e educação brasileiras desde o início do século 20, ressaltando as conquistas, como a ampliação dos institutos federais de ensino superior, e os desafios ainda existentes, como a manutenção do financiamento da ciência pelo Estado e a melhora do ensino básico. Segundo ela, é necessário qualificar a mão de obra científico-tecnológica, e melhorar sua absorção pelo setor produtivo nacional. “As empresas devem entender que precisam investir em inovação. Isso não só avança o patrimônio científico do país como também gera lucro para elas”, afirmou Nader.

Para o fisiologista da Unifesp Luiz Eugênio Araújo de Moraes Mello, diretor do Instituto Tecnológico da Vale e ex-presidente da Fesbe, os maiores obstáculos para se levar inovação às empresas são a burocracia e a timidez de incentivos fiscais do governo brasileiro. “Com a globalização, as empresas nacionais operam em países onde os incentivos para a pesquisa são maiores. Por exemplo, cada dólar in-

vestido em pesquisa e desenvolvimento no Canadá tem um retorno de US\$ 1,50 para aquele país; aqui, é pouco menos de US\$ 0,50”, explicou Mello. “Se não houver um cenário competitivo, o setor produtivo não contratará doutores ou apostará na inovação.” Segundo o fisiologista, o governo vem criando incentivos e a situação está melhorando. “Mas ainda é necessária uma mudança de cultura”, diz.

**ENTRE DIA E NOITE** Acordar e dormir cedo (ser mais matutino) ou preferir despertar e adormecer tarde (ser mais vespertino) depende de uma série de fatores nos primatas, incluindo o ser humano, mas um deles é de origem genética. O número de repetições de uma sequência do gene *Per3* que um indivíduo carrega em seu genoma está associado a tendência de ele apresentar um ou outro comportamento e pode interferir na sua adaptação à duração do dia em diferentes latitudes. É o que mostrou uma pesquisa do Laboratório de Cronobiologia Molecular da Universidade de São Paulo (USP) apresentada no simpósio ‘Mecanismos de sincronização da ritmicidade circadiana’.


O *Per3* é um dos chamados genes-relógio, sequências genéticas cujas mutações estão associados à adaptação a novos ciclos de claro e escuro por meio de um sistema de retroalimentação que envolve as células do hipotálamo, as quais regulam temperatura, sono e fisiologia vegetativa, entre outras funções. “O *Per3* existe em todos os mamíferos, mas somente nos primatas tem sequências repetidas, chamadas de VNTR, que

podem estar associadas à característica desses animais de serem ativos durante o dia e dormir durante a maior parte da noite”, contou o biólogo Mário Pedrazzoli, coordenador da pesquisa.

Nos humanos, essa VNTR existe em quatro ou cinco repetições. Como temos duas cópias de cada gene, um indivíduo pode ter uma configuração 4/4, 4/5 ou 5/5. “Indivíduos 4/4 tendem a ser mais vespertinos e os 5/5 mais matutinos, mas isso não é uma regra”, ressaltou Pedrazzoli. Ele acrescentou que as VNTR, dependendo da latitude na qual uma pessoa se encontra, podem causar doenças ou até influenciar sua hora de dormir – os 5/5 em Natal (RN) vão para a cama, em média, mais tarde do que os de São Paulo (SP) como resultado, em parte, do processo de adaptação à duração do dia. “Em São Paulo, muitos dos pacientes com síndrome da fase atrasada, ou seja, que só conseguem dormir às 4h ou 5h, são 5/5. Já em Londres, como o ciclo dia e noite é diferente, essa configuração de VNTR protege contra a síndrome”, comentou o biólogo.

Pedrazzoli e sua equipe identificaram o gene no genoma de macacos das espécies amazônicas e constataram que todas tinham VNTR com duas a onze repetições. “Acreditamos que esses macacos se distribuam na copa das árvores de acordo com a exposição à quantidade de luz e que o número de VNTR esteja diretamente associado a isso, mas ainda não temos dados para afirmar com certeza”, disse Pedrazzoli. Para ele, é um equívoco uniformizar horários para todos os indivíduos, e a pesquisa pode dar subsídios para mudanças. “Há uma





distribuição de preferências entre os humanos e, se ajustarmos os hábitos da sociedade levando isso em conta, seremos mais felizes”, defende.

**ENFRENTANDO A SILICOSE** A silicose pulmonar, doença grave e sem cura que leva à insuficiência respiratória, poderá, no futuro, ter um tratamento eficaz. Os resultados dos testes clínicos de fase 1 de uma terapia que usa células-tronco adultas para tratar essa moléstia em humanos foram anunciados no simpósio ‘Células-tronco e terapia celular’. O estudo, cujo objetivo era mostrar que o tratamento é seguro em humanos, foi realizado em cinco pacientes, que não apresentaram efeitos adversos.

A terapia consiste em inserir no pulmão do paciente, por uma cânula, células-tronco adultas extraídas da medula do próprio indivíduo. Uma vez no tecido pulmonar, essas células liberam substâncias que impedem a reação inflamatória e bloqueiam o avanço da doença. “Embora a fase 1 tenha foco na segurança e não na eficácia, percebemos que a silicose não avançou em nenhum dos pacientes”, relatou o médico Marcelo Morales, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

O tratamento não reverte o dano já causado, mas a equipe observou um efeito adicional. “Ainda temos que confirmar esse dado, mas o tratamento parece ter melhorado a eficiência do tecido pulmonar não danificado em 5%”, revelou. O grupo prepara agora a fase 2 de testes. “Se as próximas fases derem certo, creio que a terapia estará disponível para a população em sete anos”, aposta Morales.

## VIDA E MORTE DA MEMÓRIA NEGATIVA

O uso de modelos computacionais para estudar como ocorre a reconsolidação ou extinção de uma memória negativa – processo pelo qual uma memória inicial pode ser reforçada ou apagada por um estímulo posterior – foi apresentado no simpósio ‘Diálogos entre experiência e teoria em neurociência’. Desenvolvida por cientistas da UFRJ, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e dos EUA, a pesquisa pode aumentar o entendimento sobre esse processo e, futuramente, auxiliar no tratamento de transtornos como fobias e estresse pós-traumático.

O processo de reconsolidação ou extinção de uma memória negativa, ou aversiva, começa com a formação da memória inicial. Por exemplo, aplica-se um choque num rato ao pô-lo em determinada caixa. Quando o animal é posto novamente na caixa, mas não leva o choque, pode ocorrer o reforço da memória inicial ou sua extinção. “O tempo parece ser um fator importante, que tem a ver com os processos bioquímicos que fixam uma memória na mente. Se a reexposição ocorrer muito rapidamente, há reconsolidação; se for num intervalo maior, leva à extinção”, explica o médico Olavo Bohrer Amaral, coordenador do Núcleo de Biologia da Memória da UFRJ. Outro fator relevante parece ser a discrepância da experiência posterior em relação à original.

Amaral e sua equipe estudaram possíveis mecanismos envolvidos no processo por meio de uma simulação computacional de uma rede neural. Eles modelaram 100 neurônios e criaram padrões de ativação equivalentes a uma memória; por exemplo,

a ativação de 20 neurônios específicos em conjunto. Quando um estímulo ativava esses neurônios, as conexões entre eles se fortaleciam. Os pesquisadores adicionaram um segundo efeito que enfraquecia os elos quando havia alguma diferença entre o novo padrão e o originalmente aprendido; por exemplo, se o estímulo ativava alguns, mas não todos os neurônios. Eles então apresentaram novos padrões ao sistema que eram progressivamente diferentes em relação ao padrão inicial.

Os dados do modelo computacional forneceram uma explicação para achados de outros grupos de pesquisa que mostram que o tempo é importante. Se o novo estímulo é apresentado com menos de um minuto, não há reconsolidação ou extinção. A partir de três minutos, ocorre o reforço da memória e entre 10 e 30 minutos, extinção. “A diferença entre os estímulos também influenciou o processo. Se o segundo padrão era muito diferente do original, a reconsolidação deixava de acontecer e a extinção era ativada”, acrescentou Amaral. Ele contou que experimentos adicionais com camundongos, feitos na UFRJ, parecem indicar que os processos de reforço e enfraquecimento da memória estariam ocorrendo em paralelo e contribuindo para componentes distintos da extinção da memória. “Ainda temos que entender como é essa relação e a bioquímica por trás desses processos”, conclui o médico.

FRED FURTADO\* | CIÊNCIA HOJE | RJ

\* O repórter viajou a Águas de Lindoia a convite da Fesbe.



# PÍLULAS CEREBRAIS

## Experimento com droga para Alzheimer mostra melhorias na cognição de pessoas com síndrome de Down

**O** que você comeu ontem? Como foi sua última festa de aniversário? Qual é o seu número de telefone? Essas perguntas podem não parecer muito importantes – porque, provavelmente, você é capaz de respondê-las. O que parece trivial, no entanto, é um problema diário para pessoas com síndrome de Down, distúrbio genético causado pela cópia extra do cromossomo 21, que provoca, entre outras coisas, dificuldades de memória e cognição.

O médico e neurocientista brasileiro Alberto Costa, radicado nos Estados Unidos, onde pesquisa na Escola de Medicina do Colorado, sabe bem disso. Depois de 16 anos estudando a síndrome de Down – motivado pela filha, afetada por essa condição –, o pesquisador liderou o pri-

meiro estudo em que pacientes apresentaram melhora cognitiva ao tomar um medicamento, a memantina. Normalmente usada para tratar a doença de Alzheimer, ela atua sobre o hipocampo, região cerebral ligada à memória e sabidamente comprometida em pacientes com Down.

Costa já havia feito experiências com a substância anteriormente. Em 2007, ele e sua equipe mostraram que a memantina foi capaz de reverter déficits de aprendizagem e memória em camundongos com a trissomia do cromossomo 21. No experimento atual, 38 adultos com Down foram separados em dois grupos: um recebeu placebo e o outro pílulas de memantina por 16 semanas. Ao fim desse período, os pacientes foram submetidos a testes de memória em que precisavam, en-

tre outras tarefas, decorar longas listas de palavras. O resultado foi positivo. As pessoas que receberam a pílula tiveram desempenho em média 30% superior ao das que tomaram o placebo. A melhoria se deu na chamada memória episódica, espécie de diário mental responsável pelas lembranças de acontecimentos recentes e autobiográficos.

“Nosso estudo foi muito curto e não esperávamos conseguir detectar um efeito significativo na capacidade dos participantes de executarem atividades rotineiras. Foi uma pequena melhora em apenas um aspecto, mas um grande avanço na área”, diz Costa. O neurocientista aponta que os pacientes perceberam a diferença e se sentiram motivados a participar do estudo. “Alguns começaram a cha-



Cenas do filme *Cologas*, de Marcelo Galvão, em que os atores principais são três jovens com síndrome de Down



mar os comprimidos de 'pílulas cerebrais' (*brain pills*) e 'pílulas da esperteza' (*smart pills*) e com frequência eram eles que lembravam a seus pais a hora de tomar a medicação. Além disso, quase todos me disseram que gostariam de participar de outro estudo no futuro."

Costa conta que o paciente com melhor resposta ao medicamento, um homem de 25 anos, chegou a apresentar um desempenho 10 vezes superior ao conseguido em testes antes do estudo. "Esse caso foi o mais chamativo", reforça. "Ele falava muito pouco e quase não olhava para outras pessoas diretamente nos olhos. A melhora de comportamento foi muito clara depois de oito semanas e maior ainda na 16ª semana de tratamento. Obviamente, este não foi um resultado típico, mas foi uma experiência marcante para mim e outros membros do meu grupo, porque nos mostrou o potencial desse tipo de intervenção farmacológica para a melhoria da qualidade de vida."

**IDEIAS PARA O FUTURO** Zan Mustacchi, médico especialista em síndrome de Down, diretor do Centro de Estudos e Pesquisas Clínicas de São Paulo (Cepec), ressalta que, estatisticamente, os efeitos positivos do experimento não foram muito significativos. Mas acredita que, ainda assim, a pesquisa é um passo importante e pode prosseguir com melhores resultados. "Representa um avanço considerável já que é um medicamento em uso, que se sabe não ter nenhum efeito negativo e que já se mostrou eficaz em modelos com animais", diz.

A ideia de Costa é que, se aprovada para o tratamento de síndrome de Down, a memantina seja usada diariamente e por toda a vida, da mesma forma que os remédios para doenças crônicas, como a hipertensão. Mas o neurocientista ressalta que ainda são necessários mais estudos clínicos e pré-clínicos para investigar se os efeitos da substância

de fato continuam com o seu uso prolongado e se geram benefícios práticos no aprendizado de pessoas com a síndrome.

O pesquisador avisa que já estão levantando fundos para novos experimentos e que parte dos futuros testes clínicos pode ocorrer no Brasil, no Cepec. "Irei a São Paulo em breve para tentar negociar um acordo que possa satisfazer tanto autoridades brasileiras quanto norte-americanas, mas estamos apenas no começo do processo", adianta. "Para que a droga seja aprovada, será preciso uma coordenação praticamente perfeita de esforços entre o grupo americano e o brasileiro."

**AMEAÇA IMINENTE** As pílulas de memantina podem vir a ser uma solução ou pelo menos abrir caminho para resolver um grave problema associado à síndrome de Down. Segundo Mustacchi, cerca de 60% das pessoas com a alteração genética desenvolvem a demência do Alzheimer por volta dos 50 anos. "É um processo hoje inevitável", aponta. "Temos observado lesões típicas da doença de Alzheimer no cérebro de pessoas com síndrome de Down ainda com 12 ou 14 anos, e essas mesmas lesões só começam a aparecer em pessoas sem a síndrome a partir dos 40 anos."

Mustacchi e Costa apostam que o uso da memantina desde a infância poderia protelar a evolução precoce da demência do Alzheimer em pessoas com Down. "A expectativa de vida de pessoas com síndrome de Down está rapidamente se aproximando dos 60 anos de idade", diz Costa. "A associação entre Down e Alzheimer está ficando cada vez mais visível, e não podemos descartar a expectativa de que assumam proporções epidêmicas nas próximas décadas. Pais e médicos precisam saber que a capacidade cognitiva de pessoas com Down pode melhorar com a ajuda de medicação."

SOFIA MOUTINHO | CIÊNCIA HOJE | RJ

CIÊNCIAS DA SAÚDE

## Informações que protegem

Entre 75% e 80% da população mundial terão contato com pelo menos um dos mais de 100 tipos de HPV (papilomavírus humano) ao longo da vida. O dado está no guia sobre as doenças associadas ao vírus, preparado pelo Instituto do HPV e disponível na internet (<http://www.incthpv.org.br>). Segundo a Organização Mundial de Saúde, há hoje no mundo cerca de 600 milhões de pessoas infectadas.

O guia tem a intenção de combater mitos e esclarecer o público sobre a doença sexualmente transmissível mais comum do planeta. Além de recomendar o uso de preservativos, a publicação destaca a importância da vacinação para controlar a proliferação da infecção. "O uso do preservativo é importante, mas ele barra o vírus em 70% a 80% dos casos", explica Luísa Lina Villa, coordenadora do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para o Estudo das Doenças Associadas ao Papilomavírus, responsável pela iniciativa. "O preservativo cobre apenas o pênis, mas deixa expostas áreas onde o vírus pode ser encontrado, como os pelos pubianos, saco escrotal, dedos e boca", completa Villa.

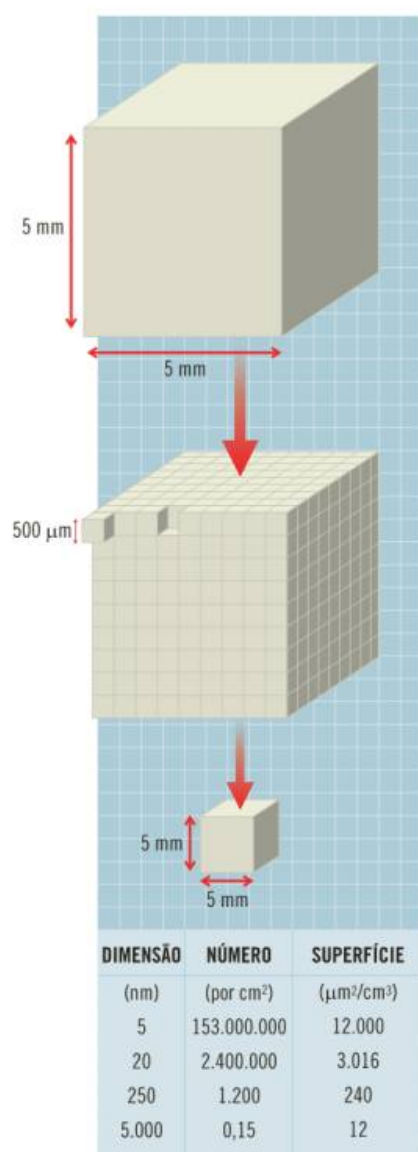
Apesar de as campanhas de vacinação contra o HPV estarem focadas nas mulheres, homens também podem — e devem — se vacinar. "As campanhas focam nas mulheres, pois elas têm muito mais chances de contrair a doença", comenta Villa. Isso acontece porque esse tipo de vírus se reproduz ao encontrar células da camada mais profunda da pele, que se acha mais exposta no colo do útero. Atualmente, apenas clínicas privadas aplicam a vacina, mas isso pode mudar em breve. Em agosto, o Senado aprovou o projeto de lei que determina a vacinação de meninas e mulheres (de 9 a 40 anos) gratuitamente através do Sistema Único de Saúde (SUS). O projeto seguirá para a Câmara dos Deputados onde será discutido, antes de ser enviado para aprovação da presidente. "O tempo que se passará até a chegada da vacina ao SUS é uma incógnita", comenta Villa. "Ainda assim, essa aprovação é uma grande vitória!"



# Materiais nanoparticulados: potenciais riscos à saúde

**GUILHERME FREDERICO  
BERNARDO LENZ E SILVA**

Departamento de Engenharia Metalúrgica  
e de Materiais, Escola Politécnica,  
Universidade de São Paulo



Efeito da diminuição de tamanho  
sobre o aumento do número e  
da área superficial das partículas

Nos últimos 20 anos, a nanotecnologia tem se aproximado cada vez mais do cotidiano das pessoas. Seja pelo maior acesso aos meios de informação e de comunicação de massa, pela expansão da internet e das ferramentas de busca cada vez mais poderosas e interativas ou pelo uso da palavra 'nano' como ferramenta de marketing e propaganda em campanhas publicitárias de diversos produtos.

A palavra 'nano', do grego, significa anão. É, desde 1960, usada como prefixo oficial pela Conferência Geral de Pesos e Medidas, indicando que o tamanho do material em questão ou de seus constituintes tem dimensão nanométrica (ordem de nanômetro, ou seja, bilionésimo de metro, expresso por  $10^{-9}$  m). Hoje, muitos novos produtos – artigos esportivos, tintas e revestimentos especiais de alta resistência ao risco, bem como tecidos com atividade antibactericida, sensores, produtos de higiene e cosméticos – têm empregado as propriedades e características dos nanomateriais, para obter novas funcionalidades, aplicações e/ou melhor desempenho.

A nanotecnologia também tem aberto oportunidades de desenvolvimento de tratamentos medicinais, diminuição da dimensão de circuitos eletrônicos, sistemas de armazenamento de energia mais eficientes. Trouxe ainda a possibilidade de integração de sistemas em que convergem várias áreas de pesquisa, como a biologia, engenharia, química, física e medicina.

**MUDANÇA DE ATITUDE** No universo nanométrico, a diminuição do tamanho das partículas traz um aumento

direto da área superficial do material, que pode ser traduzida pelo aumento da energia do material nanométrico. Esse aumento da área (ou da energia) faz com que muitas substâncias passem a ter propriedades diferentes quando avaliadas na escala nano – a figura mostra a variação da área e do número de partículas, frente à diminuição da dimensão das mesmas.

Essa diminuição do tamanho também faz com que muitos elementos passem a ter suas propriedades modificadas. Por exemplo, aumento da reatividade química e da capacidade de agir como catalisador; mudança no ponto de fusão e de ignição; afinidade e estabilidade química frente a moléculas ou grupos ('radicais') químicos etc. Essas propriedades criam a necessidade de mudança de atitude quanto ao manuseio, armazenamento e à utilização dos materiais nanoparticulados.

A primeira mudança diz respeito à classificação das partículas nanométricas, que não devem ser simplesmente descritas por sua fórmula molecular ou estado físico. Dessa forma, informações sobre tamanho e área superficial, estado de dispersão/agregação, pureza (nível/tipo de contaminantes presentes), forma das partículas (esféricas, fibrilares, cilíndricas etc.), presença de grupos funcionais e estabilidade dos nanomateriais são essenciais para auxiliar a gestão da segurança e adequação do ambiente de trabalho, bem como a correta indicação dos equipamentos de proteção pessoal e coletiva.

Os riscos da interação dos materiais nanoparticulados seguem as mesmas premissas dos estudos de



*É importante ressaltar que o aumento do uso de nanopartículas e nanomateriais na agricultura e na indústria (principalmente, alimentícia e de embalagens), entre outros setores, poderá aumentar, por ingestão ou contato, o potencial de contaminação dos organismos vivos*

epidemiologia e saúde ocupacional – o tempo de exposição, a dose e o perigo de cada nanomaterial são os principais componentes das respostas de uma avaliação de toxicidade. Porém, outros fatores, como idade, predisposição genética, atividade do sistema imunológico ou doenças preexistentes, também afetam a resposta imunológica dos seres vivos às nanopartículas. Nesse ponto, não se pode esquecer que, sendo as nanopartículas extremamente pequenas, a velocidade e as cinéticas das reações (químicas e/ou bioquímicas) podem ser bastante modificadas.

De modo geral, as pessoas e os organismos interagem ou entram em contato com as nanopartículas de vários modos. Em nosso cotidiano, estamos rodeados por diversos tipos de nanopartículas, seja em maior ou menor número, segundo o ambiente em que vivemos (metrópolis, zona rural ou zona industrial). Uma diferença importante da exposição às nanopartículas – principalmente, as provenientes de processos de poluição antropogênica ou naturais – é que aquelas sintetizadas ou manufaturadas têm elevado grau de pureza e maior atividade química (superfície mais ativa), e isso potencializa os riscos da exposição dos seres vivos a esses nanomateriais.

A interação e a extensão da exposição aos nanomateriais pelos organismos são bastante complexas e ainda não completamente conhecidas. Em geral, as vias aéreas são as principais portas de entrada para a contaminação com nanopartículas, seguidas da contaminação da pele, por ingestão e injeção intravenosa.

É importante ressaltar que o aumento do uso de nanopartículas e nanomateriais na agricultura e na indústria (principalmente, alimentícia e de embalagens), entre outros setores, poderá aumentar, por ingestão ou contato, o potencial de contaminação dos organismos vivos.

**MELHOR PREVENIR** Estudos envolvendo o efeito das nanopartículas sobre o sistema imunológico e os tecidos em geral são complexos e exigem avaliações de longa duração. Portanto, é recomendado evitar o contato e aumentar a segurança ao manusear nanopartículas, lembrando que, em nanotecnologia, nem sempre é possível extrapolar afirmações sobre o comportamento dos materiais macrométricos ao universo nanométrico.

O uso das informações disponíveis – mesmo que ainda insuficientes para prever com exatidão todos os possíveis efeitos das nanopartículas sobre os organismos vivos – são de extrema importância para: i) a análise de risco das atividades desenvolvidas; ii) a implementação de ações preventivas contra a contaminação (individual e/ou coletiva); iii) a adoção de restrições/controlar de acesso aos ambientes que contenham e manipulem nanopartículas, prevenindo e mitigando problemas causados pela contaminação por nanopartículas.


A sociedade, por meio da comunidade científica, de órgãos de governo, organizações não governamentais, consórcios privados, universidades e agências governamentais, a partir da primeira metade da década passada, mobilizou recursos técnicos, humanos e financeiros, tanto na busca de uma

melhor compreensão dos fenômenos toxicológicos quanto na prevenção da contaminação laboral e ambiental.

**GOVERNO E SOCIEDADE** No Brasil, as questões sobre os riscos associados aos nanomateriais e à nanotecnologia passaram a ter maior ênfase a partir da mobilização de redes, universidades, organizações e agências governamentais. No final de 2009, o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) implantou o Fórum de Competitividade de Nanotecnologia, promovendo o debate e a discussão sobre os potenciais riscos dos nanomateriais no grupo de trabalho sobre o marco regulatório da nanotecnologia.

Outras ações promovidas recentemente pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), em conjunto com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), foram a criação tanto de redes cooperativas de pesquisa e desenvolvimento em nanotoxicologia quanto, este ano, do Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias.

Incertezas ainda existem no campo da nanotoxicidade e de seus efeitos ao longo do tempo sobre organismos vivos e meio ambiente. Porém, a vasta experiência das ciências médicas, toxicológicas, bem como da engenharia de segurança na prevenção de acidentes, indica que esses riscos podem ser mitigados.

A discussão, a avaliação e as decisões sobre as estratégias para o desenvolvimento amplo e seguro do uso de materiais nanométricos são tarefas das diversas esferas da sociedade. 



# OURO CONTRA AÇÚCAR

Escrita entre 1693, quando se achou o primeiro ouro nas minas de Cataguás, e 1709, ano em que a guerra entre paulistas e forasteiros 'emboabas' recrudescceu, *Cultura e opulência do Brasil por suas drogas e minas* é obra até hoje fundamental para se entender nosso passado. Dividida em quatro partes, trata do cultivo do açúcar, do tabaco, da exploração aurífera e da pecuária, e seu autor, sob o falso nome de André João Antonil, é o jesuíta italiano João Antonio Andreoni (1649-1716), por duas vezes reitor do Colégio da Bahia, confessor de governadores-gerais e membro do círculo pessoal de Dom Sebastião Monteiro de Vide, arcebispo primaz do Brasil. Apologista das culturas do açúcar e do tabaco, que considerava as verdadeiras minas do Brasil, o autor mostrava-se reticente quanto aos benefícios da exploração continuada do ouro, que ou passava em pó e moeda para os "reinos estranhos", ou acabava em cordões e brincos a enfeitar, mais do que as senhoras, as negras e mulatas de 'vida alegre'.


A posição de Antonil não era isolada, e partilhavam-na tanto os administradores com quem conviveu na Bahia, como João de Lencastre, quanto os que respondiam pelo governo das capitanias do sul, como Artur de Sá e Menezes. Aliás, tudo indica que essa posição foi inspirada justamente pelas lamentações dos governantes, ainda perplexos e mal aparelhados para entender a extensão das mudanças que o ouro traria à estrutura do império português, afetando diretamente os produtores de açúcar, roubando-lhes escravos e desviando os gêneros necessários a seus engenhos.

Com o jesuíta e os governantes se alinhavam também, fato importantíssimo, os colonos ricos do Nordeste, muitos pertencentes a uma elite sólida e antiga – a 'açucarocracia', como a designou mais de um historiador –, inconformada com o poder crescente de homens até a véspera sem tradição e sem qualquer sinal de *status*, como o eram os mineiros. Aos olhos de governadores e das elites, a publicação do livro parecia, pois, merecer a chancela da Coroa, e assim devem ter pen-

sado os conselheiros palacianos e o próprio D. João V quando a autorizaram, a 6 de março de 1711, apoiados pelo temido Tribunal da Inquisição.

Uma lógica distinta se levantou, porém, e um dos principais órgãos do governo português, o Conselho Ultramarino, escreveu ao rei em 17 de março de 1711 propondo a apreensão da obra. O ato se devia ao fato de estarem detalhadamente expostos no livro "todos os caminhos que há para as minas de ouro descobertas", apontando ainda outras por descobrir ou explorar. Não convinha que tais particularidades se tornassem públicas ou chegassem ao conhecimento das nações estrangeiras, opinavam os conselheiros, pois isso traria "graves prejuízos" à conservação do Estado do Brasil, da qual dependiam "em grande parte" a conservação do "Reino e a de toda a Monarquia".

Muito se escreveu sobre os motivos da proibição de *Cultura e opulência*, mas pouca atenção se prestou ao papel nesse episódio do conselheiro Antonio Rodrigues da Costa, personagem muito presente na documentação sobre os levantes que assustaram o império português nos primeiros 30 anos do século 18. Rodrigues da Costa acreditava, como Maquiavel e outros pensadores da política, que os reinos se perdem quando os perigos externos se conjugam aos internos. Internos havia de sobra naquela conjuntura conflituosa, e só na América Portuguesa, além das crônicas sublevações e fugas escravas, assistira-se, até 1711, a duas 'guerras', a dos emboabas (1707-1709) e a dos mascates (1709-1711). Os externos, atiçados pela cobiça europeia desde a arrancada expansionista de Portugal e Espanha no século 15, foram vivamente fortalecidos pela Guerra de Sucessão Espanhola (1702-1713), que forneceu motivos aos franceses para invadir o Rio de Janeiro (1710 e 1711).

O tirocínio político de Rodrigues da Costa e de homens como ele triunfou, e a obra só conheceu uma publicação parcial no início do século 19. 

Os governantes  
[estavam]  
perplexos e mal  
aparelhados  
para entender  
a extensão  
das mudanças  
que o ouro traria  
à estrutura  
do império  
português

LAURA DE MELLO E SOUZA

Departamento de História,  
Universidade de São Paulo



# Mistérios do mar profundo

Brasil acerta parceria em projeto científico internacional de estudos sobre os oceanos

## LUIZ DRUDE DE LACERDA

Instituto de Ciências do Mar,  
Universidade Federal do Ceará

## SIDNEY LUIZ DE MATOS MELLO

Laboratório de Geologia Marinha,  
Universidade Federal Fluminense

## ADAUTO BIANCHINI

Instituto de Ciências Biológicas,  
Fundação Universidade do Rio Grande

## EMÍDIO CANTÍDIO DE OLIVEIRA FILHO

Departamento de Agronomia,  
Universidade Federal Rural  
de Pernambuco

Em constante crescimento nas últimas décadas, as pesquisas brasileiras sobre o mar ganharam recentemente um valioso reforço. O país vai participar do Programa Integrado de Perfuração Oceânica, projeto científico internacional que perfura o fundo dos oceanos para obter amostras das camadas de sedimentos acumuladas por milhões de anos e de rochas, nas quais estão preservados aspectos físicos, químicos e biológicos da história do planeta.

O aumento da população, a crescente exploração dos recursos naturais, as mudanças do clima e a existência de riscos geológicos, como terremotos, vulcões e tsunamis, tornam indispensável uma melhor compreensão da relação entre a Terra e vida humana cotidiana. A ciência busca esse conhecimento de diversas maneiras, e uma delas é a análise dos registros físicos, químicos e biológicos acumulados por milhões

de anos, desde antes da influência dos seres humanos, em sedimentos e rochas do fundo dos oceanos. Esses registros contêm informações sobre a evolução tanto do planeta quanto das formas de vida que o habitam, e permitem comparações entre o que ocorreu no passado e as mudanças vividas atualmente pela Terra.

Embora o Brasil conte com uma pequena, mas altamente qualificada, comunidade científica em ciências

FOTOS: DIVULGAÇÃO

>>>

O navio Joides Resolution, do IODP, conseguiu um novo recorde de produção em expedição recente





do mar, esta não participava, até agora, de grandes redes internacionais de pesquisa em oceano profundo. A falta de acesso à estrutura dessas redes limitava as pesquisas oceânicas brasileiras, o que era um paradoxo diante da extensão da costa brasileira banhada pelo oceano Atlântico e do tamanho da plataforma continental jurídica do país.

Essa situação começa a ser revertida. O Brasil, por meio do esforço conjunto da comunidade científica e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), acaba de se tornar membro pleno do Programa Integrado de Perfuração Oceânica (IODP, na sigla em inglês), que reúne pesquisadores de diversos países e instituições para explorar o 'sistema' Terra com base na interpretação de perfis das camadas de sedimentos e rochas acumuladas ao longo do tempo, obtidos em perfurações a grandes profundidades sob o fundo dos oceanos.

**O 'SISTEMA' TERRA** A participação no IODP, em condições de igualdade com países como Alemanha, China, Estados Unidos, França, Índia, Japão e Reino Unido, possibilitará a inclusão de brasileiros em comitês de decisão técnica e científica, abrindo caminho para estudos orientados por interesses científicos nacionais, em

Embora o Brasil conte com uma pequena, mas altamente qualificada, comunidade científica em ciências do mar, esta não participava, até agora, de grandes redes internacionais de pesquisa em oceano profundo



As perfuratrizes do IODP obtêm amostras de sedimentos profundos dos oceanos e das rochas abaixo deles

particular no Atlântico Sul. Para ingressar no IODP, o investimento anual do Brasil será de US\$ 3 milhões. O país terá acesso a todo o banco de dados do programa, poderá propor locais para perfurações para fins de pesquisa e estudantes e pesquisadores brasileiros terão a chance de se candidatar para participar de expedições.

Pesquisas realizadas desde os anos 1960 estão na origem desse Programa, hoje voltado para a investigação geofísica, geoquímica, microbiológica e paleoclimática. Seu plano científico atual, a ser concluído em 2013, tem como tema 'Terra, oceanos e vida', e a fase seguinte (de 2013 a 2023) foi batizada como 'Passado, presente e futuro da Terra'. O IODP tem hoje dois navios, Joides Resolution e Chikyu, equipados com plataformas de perfuração e laboratórios de última geração, e utiliza outros navios de perfuração em missões específicas. Conta ainda com o suporte de mais de 100 universidades e institutos de pesquisa dos países-membros e três 'sedimentotecas', onde exemplares das amostras coletadas ficam à disposição dos pesqui-

sadores participantes do programa para confirmação de dados ou novas interpretações.

As colunas de sedimentos (perfis) obtidas nas perfurações no fundo dos oceanos fornecem grande quantidade de dados científicos sobre o passado planetário, o que ajuda a entender o funcionamento atual do 'sistema' Terra e permite criar cenários capazes de antecipar aspectos do futuro. O substrato do fundo oceânico contém um registro único da história do planeta, dos processos e fenômenos ocorridos durante sua evolução, ajudando a responder perguntas sobre aspectos fundamentais do meio ambiente, da biosfera e dos ciclos geodinâmicos.

No caso do Brasil, análises de sedimentos antigos no chamado platô de Pernambuco, última parte do continente sul-americano a se separar da África, permitirão saber quando o oceano Atlântico Sul finalmente se formou. Também será possível investigar, com base em dados paleontológicos dos perfis, a chegada das primeiras espécies invasoras nesse oceano, origem provável de sua biodiversidade atual.



Já os sedimentos depositados de dezenas de milhões de anos atrás, quando eram maiores a temperatura global e o nível de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera, poderão ajudar a entender melhor como a Terra reagirá às mudanças climáticas que ocorrem hoje. Os registros físico-químicos (e biológicos) associados a antigos aumentos nos níveis globais de gases de efeito estufa permitirão avaliar como esse processo afetou o clima, como os oceanos responderam e o que aconteceu com os seres vivos – questões bastante atuais diante da atual repetição do fenômeno.

Em expedição recente, em junho e julho deste ano, o IODP obteve novo recorde, trazendo a bordo do Joides Resolution, a cada 45 minutos, amostras de 9 m de coluna de sedimentos, cada uma representando milhões de anos da idade da Terra. No total, as perfurações conseguiram registros de cerca de 80 milhões de anos da história do planeta.

**VIDA EXTREMA** Organismos que se desenvolvem plenamente em ambientes onde a maioria não poderia sobreviver, chamados pela ciência de ‘extremófilos’, têm sido muito estudados em regiões com condições drásticas, como gelos polares, vulcões e depósitos minerais. Não se esperava, porém, encontrar qualquer tipo de organismo em rochas situadas sob o piso oceânico. Por essa razão, a pesquisa biológica estava, até a década de 1990, praticamente ausente das expedições do IODP.

Desde então, microbiologistas participantes das expedições do IODP começaram a documentar as formas de vida profundamente enterradas nos sedimentos oceânicos e mesmo na crosta de rocha basáltica abaixo deles. Os estudos constataram atividade biológica até 1.626 m abaixo do fundo oceânico, e novas técnicas de biologia molecular e de tratamento das amostras permitiram grandes avanços na compreensão dessa vida extrema. Nas expedições

mais recentes, a extração e a preservação do DNA presente nas amostras também se tornaram procedimentos corriqueiros.

Embora até o momento o sedimento oceânico tenha sido o foco principal dos estudos microbiológicos, também vem sendo analisado o embasamento rochoso, em particular para a análise comparativa das comunidades de seres vivos dos dois ambientes. Da superfície dos sedimentos até algumas dezenas de centímetros de profundidade, as bactérias compõem a maioria dos seres vivos coletados. Abaixo desse limite (no sedimento e no embasamento rochoso), dominam as arqueas, organismos unicelulares com diferenças importantes (em suas membranas e em seu metabolismo) em relação às bactérias.


Estima-se que a comunidade viva do oceano profundo contenha de 60 a 300 bilhões de toneladas de carbono. As arqueas parecem ter se adaptado – muito mais que bactérias – a ambientes com escassa disponibilidade de energia para manutenção do metabolismo. No sedimento profundo e nas rochas abaixo dele, a única fonte de alimento para esses curiosos micro-organismos são resíduos de matéria orgânica que sofreram pré-digestão por gerações de outros seres vivos.

Resultados recentes do IODP sugerem que a diversidade desses organismos é imensa. Florescem em ambientes como as proximidades de fontes de água com alta temperatura (plumas hidrotermais) no fundo dos oceanos, usando em sua respiração diversos compostos (sulfatos, nitratos, compostos de ferro e manganês), e em falhas nas rochas a mais de 1 km abaixo do piso oceânico. A presença de micro-organismos nessa região expande a chamada zona habitável do planeta, atestando a capacidade dos seres vivos de colonizar mesmo ambientes tidos até recentemente como palco exclusivo dos lentos processos geoquímicos, geofísicos e hidrológicos.

**As colunas de sedimentos obtidas nas perfurações no fundo dos oceanos fornecem grande quantidade de dados científicos sobre o passado planetário, o que ajuda a entender o funcionamento atual do ‘sistema’ Terra**

Os extremófilos são interessantes não só como raridades ou aberrações – vale salientar que o termo ‘extremófilo’ é totalmente antropocêntrico, já que os ambientes em que vivem são inóspitos para nós, mas agradáveis para eles. Um aspecto relevante está nas defesas metabólicas e estratégias de vida desenvolvidas em sua adaptação às condições extremas, que levaram a processos biológicos únicos, baseados em novas moléculas, ainda pouco conhecidas. Por isso, a biosfera do mundo suboceânico, além do grande interesse para a ciência básica, tem ainda potencial para múltiplas aplicações, como nas áreas biotecnológica e farmacêutica.

Os ambientes do fundo oceânico ou sob este também apresentam condições semelhantes às que teriam existido nos primórdios do planeta. Portanto, entender os processos metabólicos e as estratégias de vida desse mundo tão particular pode levar também a novas abordagens na investigação da origem e evolução da vida na Terra.

Muitas questões ainda estão sem resposta e tornam a pesquisa microbiológica do mar profundo um dos mais interessantes ramos da biologia. Como esses ecossistemas se desenvolveram? Quais as estratégias metabólicas e de sobrevivência em longo prazo dessas formas de vida tão extremas? Elas podem lançar alguma luz sobre a possibilidade de vida em outros planetas? Agora, cientistas brasileiros poderão ajudar a elucidar esses mistérios. 

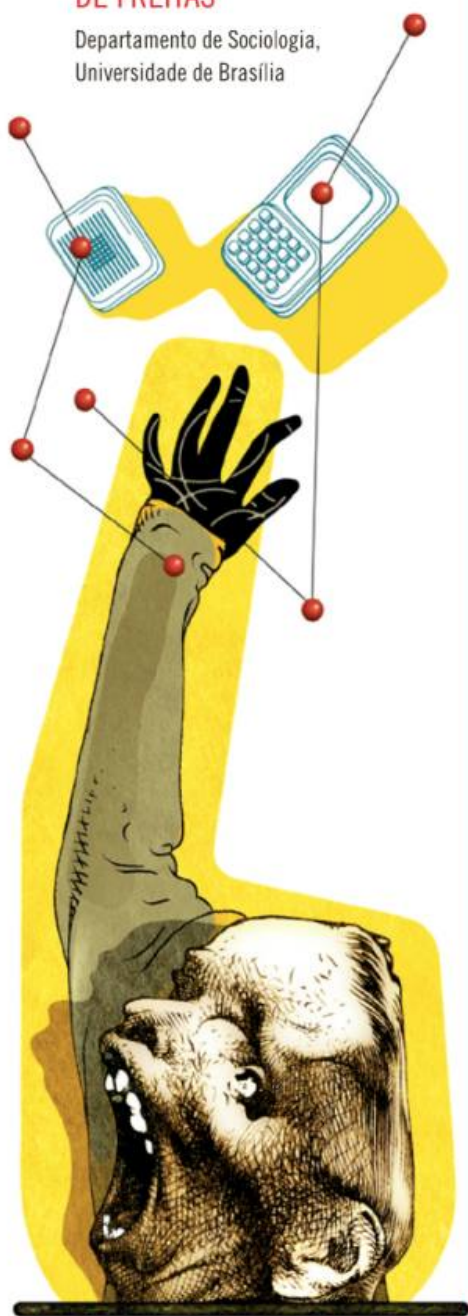


# Os espaços públicos na palma da mão

Celulares com acesso à internet e redes sociais alteram comportamentos políticos

CHRISTIANA SOARES  
DE FREITAS

Departamento de Sociologia,  
Universidade de Brasília



A história recente da Tunísia e de outros países árabes mostrou um novo papel do chamado ciberespaço na ampliação das possibilidades de mobilização popular e de exercício de cidadania. Este artigo busca compreender como determinadas camadas da população usam os espaços das mídias sociais – como *Facebook* e *Twitter* – para facilitar, promover e estimular formas de protesto e de transformação política, o que pode maximizar os resultados de movimentos sociais contemporâneos.

Tunísia, sábado, 17 de dezembro de 2010. Mohamed Bouazizi, de 26 anos, sem emprego, vende frutas e vegetais em um carrinho empurrado à mão, na cidade de Sidi Bouzid, a 200 km de Tunis, capital daquele país. Abordado por policiais locais, que pedem sua licença para aquele trabalho, informa que não a tem. Com isso, a polícia confisca suas frutas e verduras. Bouazizi vai ao prédio do governo da cidade pedir a devolução de suas mercadorias, mas não é atendido. Desesperado, compra gasolina, encharca-se com ela e ateia fogo ao próprio corpo.

Jovens da cidade, ao ouvir e ler sobre o fato – ou fatalidade – iniciam protestos contra o sistema político e econômico vigente no país há mais de duas décadas. *Posts* e mensagens, em especial em blogs, no *Facebook* e no *Twitter*, invadem os espaços virtuais de Sidi Bouzid. Do mesmo modo que, em 7 de setembro de 2011, em Brasília, um protesto organizado exclusivamente pelo *Facebook* levou mais de 20 mil pessoas às ruas (27.206 confirmaram participação na

página do evento) para condenar os escândalos políticos e pedir a cassação da deputada Jaqueline Roriz, os jovens da Tunísia organizaram-se usando as redes sociais como principais aliadas. Armados de celulares e internet, lançaram o movimento que levou – em menos de 40 dias – à derrubada do presidente Ben Ali, no poder há 23 anos.

Os protestos começaram no dia da autoimolação de Bouazizi (que morreu 18 dias depois) e continuaram nas semanas seguintes. Os manifestantes enviaram e receberam informações e mensagens de apoio e solidariedade de organizações internacionais. Organizaram passeatas, derrubaram bandeiras, queimaram carros e, sobretudo, usaram os recursos do ciberespaço para viabilizar o movimento. Os celulares com acesso à internet permitiram a fuga da repressão oficial, a ágil organização das ações coletivas e, talvez o mais importante, a conexão em tempo real com organizações nacionais e internacionais que apoiaram os movimentos. Bouazizi foi transformado em mártir.

ILUSTRAÇÃO: LUIZ



Ao acompanhar a situação do país pelo ciberespaço, um grupo de tunisianos no exterior criou a organização Free Tunisia ([freetunisia.org/Free-Tunisia/](http://freetunisia.org/Free-Tunisia/)) e ajudou a mobilizar a população, com transmissão constante de informações. Como afirmou a cientista política egípcia Sarah B. Néfissa, em artigo no jornal francês *Le Monde* ([www.monde-diplomatique.fr/2011/02/BEN\\_NEFISSA/20117](http://www.monde-diplomatique.fr/2011/02/BEN_NEFISSA/20117)), em 2011, “estamos diante de sociedades globalizadas que compreenderam que não estão mais prisioneiras dos Leviatãs árabes e que o exterior não é necessariamente ameaçador”.

A revolução na Tunísia resultou de grave crise econômica. Segundo o cientista político marroquino Hicham Ben Abdallah, da Universidade de Stanford (Estados Unidos), a taxa de desemprego estava em 30% na população de 15 a 29 anos. Estudos recentes, não realizados pelo governo oficial, apontavam que 25% dos homens graduados – e 44% das mulheres graduadas – estavam desempregados. O desemprego tornou-se insustentável ao atingir a população escolarizada. Esse fato foi associado por alguns ao poder do movimento: supostamente, indivíduos escolarizados fariam “a linguagem refinada dos direitos humanos, da liberdade, da democracia”, como afirmou Néfissa, também em 2011.

Diante da tragédia de Bouazizi e já indignada com o desemprego, a inflação, a corrupção e a ausência de liberdade de expressão, a população se revoltou. O uso de blogs, *Facebook* e *Twitter* para mobilizar grupos e combinar manifestações foi destacado em uma das primeiras notícias sobre o fato publicadas no jornal britânico *The Guardian*. Com a ajuda do *WikiLeaks*, organização que usa a internet para divulgar informações confidenciais de governos, os tunisianos começaram a conhecer melhor as práticas da família do então presidente Ben Ali. A família foi exposta no ciberespaço esbanjando riqueza – vivia como uma “quase Máfia”, para muitos jornalistas.



Os protestos tornaram-se mais intensos e, em 26 de dezembro, o presidente, em pronunciamento à TV, prometeu mais empregos e ameaçou aumentar a repressão, chamando os manifestantes de “minorias de extremistas e mercenários que apelaram para a violência e a desordem”. No final do ano, os protestos chegaram a Tunis. Em frente à General Union of Tunisian Workers, maior entidade de trabalhadores do país, mil pessoas reuniram-se e atearam fogo em carros da polícia e em prédios do governo. Durante 10 dias, situações similares aconteceram em todo o país.

Ben Ali renunciou em 15 de janeiro de 2011 e fugiu para a Arábia Saudita. Mesmo com a renúncia, os envolvidos nos protestos não descansaram. O grupo Free Tunisia, após a fuga do ex-presidente, enviou mensagens a todos pela internet, diariamente, pedindo que “continuem vigilantes, monitorando o desenvolvimento dos fatos”.

Ainda que existisse o descontentamento com a ditadura e a repressão política, o foco inicial não foi pedir liberdade de expressão, mas melhores condições econômicas, com mais empregos e chances de geração de renda. As reivindicações políticas só ganharam importância depois de alguns dias de protesto. Um exemplo

foi o protesto pedindo que Ben Ali não se candidatasse à reeleição em 2014.

Após a revolta na Tunísia, populações de países vizinhos, como Síria e Argélia, também começaram a protestar contra a fome, o desemprego e a repressão política. No Egito, a influência das trocas de informações no ciberespaço foi tão significativa que um livro (*Tweetts from Tahir*, editado por Nadia Idle e Alex Nunns) foi recentemente lançado, com parte das mensagens lançadas no *Twitter* na época.

**NOVO MODO DE FAZER POLÍTICA** Não é intenção, aqui, atribuir a causa dos acontecimentos observados na Tunísia e outros países às mídias sociais na internet. No entanto, é inegável sua presença maciça nos contornos tomados pelos movimentos, influenciando seus resultados e implicações.

Existem hoje espaços de conhecimentos abertos, contínuos e não lineares, que se reorganizam conforme os contextos e as necessidades. Organizações coletivas, usando formas não institucionalizadas de mobilização política, atendem a demandas por flexibilidade, conectividade e descentralização de atuações sociais e políticas, gerando uma lógica de comunicação capaz de reunir indivíduos e instituições de forma descen-

>>>





tralizada, participativa e, ao mesmo tempo, autônoma. São territórios virtuais de composições afetivas e sociais reais, nos quais as maneiras de 'linkar' e 'ser linkado' revelam-se uma poderosa ferramenta de transformação política.

Nesse cenário, é fundamental refletir sobre o significado de se fazer política no início do século 21. A expansão e o redimensionamento das relações sociais e das mobilizações espontâneas têm se revelado tão ou mais significativas do que a participação por meios democráticos clássicos, como o voto ou a filiação partidária. As novas formas de ação e de mobilização política, envolvendo as redes sociais, favorecem e expandem a democracia participativa.

Como outros movimentos políticos que utilizam mídias sociais como a principal forma de ativismo, o exemplo da Tunísia mostra características de um tipo específico de associativismo, observado a partir da década de 1990. Resulta de processos de mobilizações de indivíduos não associados, na maioria das vezes, a 'núcleos de militantes de determinada organização'. Nesse novo associativismo,

as mobilizações pontuais ocorrem, na maioria das vezes, por questões humanitárias. Portanto, essas formas de mobilização não configuram, necessariamente, um ativismo de militância político-ideológica.

Na Tunísia, o ciberativismo político surgiu a partir de um movimento em prol da dignidade humana, contra a corrupção, que pedia emprego, democracia e liberdade de expressão. Característica marcante desse movimento – e de outros similares – é que não estão relacionados, diretamente, a formas institucionais de mobilização política. Outro aspecto importante é que as ações no ciberespaço, associadas a mobilizações no espaço físico, geram formas específicas de mobilização e de organização dos cidadãos e podem ampliar seu poder de reivindicação e conquista de direitos.

Obviamente, a internet e os celulares não foram as causas daquele movimento político. Mas tais recursos – em especial celulares com acesso à internet, que podem ser vistos como espaços públicos que cabem na palma das mãos – colaboraram de modo significativo para trazer um sistema político mais democrático à Tunísia, ao

facilitar, promover e viabilizar a mobilização política e a transformação.

A camada da população que utiliza as tecnologias da informação e comunicação para promover suas lutas e reivindicações tem aprendido a exercer a cidadania nos diversos espaços públicos existentes na internet. Isso pode ajudar a ampliar a conscientização política, levando os indivíduos à organização e ao clamor por transformações. É essa conscientização que faz as mídias sociais serem usadas para impulsionar mudanças. Essa é a questão que mais convida à reflexão: o real papel das tecnologias da informação e comunicação nesse processo.

As mídias sociais possibilitam expandir a autonomia individual para ação e colaboração, independentemente da estrutura política constituída. As relações interpessoais, não institucionalizadas, ocupam papel significativo. Como visto, podem ser capazes de alterar instituições, regimes e sistemas políticos.

Os celulares deixam de ser apenas um meio de comunicação, como o telefone fixo, a partir do momento em que, com acesso à internet, abrem as portas da esfera pública, em qualquer lugar, a qualquer hora. O indivíduo contata um número significativo de pessoas em um tempo que tende a ser bastante reduzido, amplificando vozes, gerando acordos e desacordos, podendo contribuir para uma verdadeira revolução.

A ideia central aqui sugerida, portanto, é a de que as relações humanas transformam as mídias sociais e são por elas transformadas. Práticas individuais e coletivas orientam o desenvolvimento e expansão das mídias sociais e, ao mesmo tempo, são por elas orientadas, como afirmou o cientista político brasileiro Marcus A. G. Pereira em 2005. Existe a possibilidade de ampliação da participação de indivíduos e grupos nas esferas públicas e, com isso, a potencial alteração de padrões de comunicação, de manifestações políticas e de exercício de cidadania. ■



## Energia solar à brasileira

A matriz solar parece estar entre as grandes apostas do setor energético mundial. Uma das tecnologias promissoras é conhecida como DSC (*dye-sensitized solar cell*), que se refere, em tradução livre, a células solares sensibilizadas por corantes. Em vez das tradicionais células de silício, opta-se por materiais alternativos — em geral, dióxido de titânio, associado a diferentes polímeros. Para melhor aproveitamento da luz solar, os dispositivos são combinados a corantes diversos, e pigmentos naturais vêm se mostrando promissores nesse tipo de aplicação.

No Brasil, quem se interessou por essa tecnologia foi a estudante de engenharia ambiental Natasja Dantas, da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Em seu projeto de iniciação científica, ela pretende pesquisar a aplicação dos pigmentos de diversos vegetais nativos de nosso território. O estudo ainda está em fase inicial. Mas, há poucos meses, a estudante observou sinais animadores: pigmentos

encontrados na cenoura e na beterraba mostraram-se eficientes para melhorar a produção de voltagem nas células. “Nos próximos meses, pretendemos estudar diversas frutas, legumes e verduras para avaliar quais as melhores alternativas nessas aplicações”, diz Dantas.

A vantagem da DSC, segundo ela, é que, além de bom custo-benefício, pode funcionar com luz difusa — ao contrário das células de silício. A eficiência verificada por cientistas ainda está em torno dos 11%, o que é pouco se comparado às células de silício, que já chegam a 30% de aproveitamento energético. “Há um costume ruim no Brasil, que é a centralização da produção energética em grandes projetos”, critica. Segundo a estudante, o país deve acordar para a geração descentralizada, a exemplo do que se faz na Alemanha. “Para isso, a energia fotovoltaica é uma excelente opção.”

## Carro para cadeirante

Um veículo elétrico que pode ser dirigido por deficientes físicos. A ideia, algo futurista, é dos estudantes Cesar Augusto Zardo e Lucas Armstrong, do curso de Design de Produto da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Já tem até nome: Mov. Criado sob orientação do professor e designer Ken Ono Fonseca, o invento conquistou o terceiro lugar na 10ª edição do Prêmio Alcoa de Inovação em Alumínio, concedido pela empresa homônima que produz o metal.

O protótipo do veículo tem tamanho e peso similares aos do modelo Smart, da

montadora alemã Mercedes-Benz. Uma cadeira de rodas, ao ser encaixada no interior do veículo, serve de assento ao motorista, mas também pode ser usada independentemente. Diferente de veículos convencionais, o Mov tem entrada pela parte dianteira, o que facilita o acesso do motorista com a cadeira de rodas (figura). Quando a porta se abre, a rampa formada pela estrutura inferior facilita a saída do cadeirante mesmo quando há desnível da calçada em relação à rua. Em um dos braços do assento há uma espécie de controle manual, por meio do qual é possível comandar o veículo ou apenas a cadeira, quando os módulos estão desacoplados.

Toda a estrutura foi projetada em alumínio, o que, segundo Vieira, deixa a estrutura mais leve e garante maior resistência a impactos. “Além disso, o metal é mais barato do que outros materiais com características semelhantes, como a fibra de carbono.” Segundo os estudantes, o Mov poderia atingir até 60 km/h e funcionaria com baterias de íons de lítio, cuja recarga completa leva em média 12 horas e dá uma autonomia de 40 km a 50 km de deslocamento.

### DESENHO INDUSTRIAL

\_ Curso de Design de Produto

\_ Universidade Federal do Paraná

Protótipo do Mov desenhado em computador: com comprimento reduzido, veículo poderia ser estacionado perpendicularmente ao meio-fio, facilitando a entrada e saída do motorista com a cadeira de rodas





# IVÁN IZQUIERDO

## *Memórias de um brasileiro de Buenos Aires*

**JOCIANE MYSKIW**

Centro de Memória / PUCRS

**CÉLIO YANO**

Ciência Hoje / PR

O neurocientista Iván Izquierdo se lembra com precisão do momento em que começou a trabalhar com o fisiologista argentino Bernardo Houssay (1887-1971), Nobel de Medicina em 1947. Foi às sete e meia da manhã do dia 2 de janeiro de 1957. Após 55 anos, Izquierdo não esqueceu esse fato porque foi algo crucial em sua vida: começava naquele instante sua carreira de pesquisador. O jovem estudante nem podia imaginar que mais tarde se tornaria uma das maiores autoridades mundiais na área de biologia da memória.

Nascido no bairro de Constitución, em Buenos Aires, no dia 16 de setembro de 1937, seu objetivo inicial era ser médico. Influenciado por uma geração

de grandes pesquisadores argentinos que incluía, além de Houssay, nomes como Luis Federico Leloir (1906-1987) – Nobel de Química em 1970 – e César Milstein (1927-2002) – Nobel de Medicina em 1984 –,

Izquierdo decidiu se tornar cientista. Quis investigar os mecanismos de formação, evocação, persistência e extinção de memórias por influência também de outro ídolo: o escritor argentino Jorge Luis Borges (1899-1986), que chamou sua atenção para o tema em narrativas fantásticas, como a do personagem que se lembrava de tudo.

Após graduar-se em medicina, em 1961, tornou-se professor das universidades de Buenos Aires e Córdoba. Nesta última fundou o Departamento de Farmacologia, que por muitos anos foi considerado o melhor da Argentina. Em 1962, casou-se com a brasileira Ivone Moraes, com quem se mudou para Porto Alegre em 1973. No Brasil, trabalhou pouco tempo no Instituto





SOCIEDADE PONTIFÍCIA DO RIO GRANDE DO SUL

de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), onde, segundo ele, o ambiente de pesquisa era bastante tímido. Por isso não hesitou em aceitar um convite para trabalhar na Escola Paulista de Medicina, em 1975, não sem antes assumir o compromisso de retornar à universidade gaúcha.

De volta em 1978 à UFRGS, ajudou a criar o programa de pós-graduação em bioquímica e a formar um grupo que se tornou referência mundial em pesquisas sobre memória. Em 2004, após se aposentar, transferiu-se para a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). “A possibilidade de criar uma coisa nova era irrecusável”, diz Izquierdo, que lá fundou o Centro de Memória, do qual é coordenador até hoje. “Criar algo naquela altura da vida era um grande estímulo.”

Em busca de novas experiências, começou, já depois dos 50 anos, a fazer literatura. Nos livros de ensaios e contos que publicou, revela um pouco de sua vida. Também canta, junto com a esposa, em rodas de

amigos. E lê — muito. Sabe que o melhor exercício para a memória é a leitura. Apesar do forte sotaque com que fala, não se considera estrangeiro. É cidadão brasileiro desde 1981, quando se naturalizou. Mais que isso: é o cientista brasileiro mais citado do mundo. Conforme registro no banco de dados *Web of Science*, que contabiliza referências de artigos acadêmicos desde 1945, Izquierdo já recebeu mais de 13,8 mil citações ao longo da carreira. “Isso indica que estou fazendo alguma coisa útil”, avalia.

Às vésperas de completar 75 anos, o mestre, como é chamado pelos colaboradores na PUCRS, não chega mais às seis e meia da manhã ao laboratório, como no passado, mas vai à universidade diariamente. Pai de dois filhos e avô de quatro netos, não planeja parar de trabalhar. “Sei que um dia não será mais possível. Mas, se tivesse que parar agora, não saberia o que fazer.” Em uma conversa descontraída com *Ciência Hoje*, ele conta um pouco das memórias que é capaz de evocar.

>>>



Ao lado, Iván Izquierdo recebe diploma do Prêmio Odol em Ciências Médicas, em 1968, das mãos do neurocientista argentino Eduardo de Robertis (1913-1988) (à direita). O reconhecimento, oferecido pelo Conselho de Pesquisas da Argentina, foi o primeiro da carreira de Izquierdo. No centro, o pesquisador argentino Bernardo Houssay (1887-1971), prêmio Nobel de Medicina/Fisiologia em 1947



## Qual é a lembrança

**mais antiga que o senhor tem?** Francamente, não sei. Deve ser alguma voz, um cheiro, um barulho, que é o que as crianças pequenas conseguem perceber e guardar na memória. Mas acho que minha lembrança mais antiga é a de estar caminhando debaixo da mesa de jantar na casa onde nasci, no bairro de Constitución, em Buenos Aires. Caminhava tranquilo, e sobrava espaço sobre a minha cabeça. Era um móvel mais baixo do que esse [aponta uma mesa com cerca de 80 cm de altura], o que significa que eu era muito pequeno. Depois, me vêm cenas soltas, como eu com a cadela Mora, que pertencia aos meus avós. Recordo de um canário bem amarelinho que meus pais tinham em casa e que morreu quando eu tinha quatro ou cinco anos. E também de uma amiga de meus pais, chamada Dolly. Já era uma senhora na época, mas nos dávamos muito bem. Ela gostava muito de mim e eu dela. Infelizmente também morreu quando eu tinha quatro ou cinco anos. Desse período lembro também de minha irmã, três anos e meio mais nova que eu, tomando banho. Ela era muito pequenininha.

### O senhor já tinha interesse por pesquisa

**quando era criança?** Não, esse interesse surgiu mais tarde. Talvez tenha começado quando eu estava no ensino secundário, mas se consolidou quando entrei na Faculdade de Medicina da Universidade de Buenos Aires, em 1955, aos 18 anos. Escolhi medicina principalmente por influência de um tio, irmão da minha mãe. Ele era médico, e eu gostava da vida dele. Minha intenção era ser médico, mas na faculdade acabei indo por um caminho diferente, fui fazer pesquisa.

### Como o senhor foi parar nessa área?

Houve muitas razões. Uma delas, talvez a principal, é o momento particular por que passava a faculdade de medicina. Acabava de ser derrubado o governo [1946-1955] de Juan Domingo Perón [1895-1974], que havia expulsado vários professores importantes da Universidade de Buenos Aires. Alguns haviam se exilado no exterior, outros estavam em institutos privados na Argentina mesmo. Com o fim do governo de Perón, esse pessoal voltou à universidade. Foram saudados como heróis, porque eram

grandes nomes: um deles, Bernardo Houssay, havia recebido o Nobel de Medicina; outro, Luis Federico Leloir, ganharia depois o de Química. Todos eram de altíssimo nível. Então, qualquer estudante queria trabalhar com eles, ficar perto deles ou ao menos falar com eles. Percebemos que eram acessíveis, que eram seres humanos como nós.

### O senhor também foi atrás deles?

Procurei o Houssay com uma ideia de pesquisa na cabeça quando tinha 19 anos – vejam só a loucura minha. Ele me recebeu às seis e meia da manhã, porque era dessas coisas: quando conhecia um jovem candidato a pesquisador, queria saber se ele estava realmente interessado. Era dezembro de 1956. Fiz a proposta, e ele não disse sim nem não. Pediu apenas para que eu aparecesse por lá novamente no primeiro dia útil de janeiro de 1957. “Não precisa ser às seis e meia”, disse. Por via das dúvidas, cheguei cedo, às sete e meia. Acabamos fazendo o trabalho. Minha ideia não deu certo, mas me entusiasmei pelo ambiente e fiquei. E não saí mais.





Izquierdo (em pé) posa ao lado do neuroanatomista Tomás Mascitti, de quem foi colega, em Buenos Aires, na década de 1960

FOTOS: ARQUIVO PESSOAL IZQUIERDO

**Que proposta de trabalho o senhor apresentou a Houssay?** Era sobre o efeito de uma substância chamada cortisona na liberação de espermatozoides do sapo. Na época, uma técnica muito comum para diagnosticar gravidez era injetar amostra de urina da mulher em um sapo. Isso porque há um hormônio que só aparece na urina durante a gestação e que induz a liberação imediata de espermatozoides pelo anfíbio. Era uma técnica rápida e barata. Eu achava que a cortisona poderia ter algum efeito sobre os testículos do sapo, inibindo o fenômeno. Mas não deu certo.

**Como foi trabalhar com Houssay?** Ele era um homem muito acessível, mas autoritário. A palavra dele era determinante. Mas, estava aberto a opiniões. Eu tinha 19 anos quando o conheci, e ele, mais de 60. Mesmo assim, ouvia minha opinião. Se gostava, admitia; se não gostava, não admitia. Formou uma grande escola que se estendeu não só pela Argentina, mas por países como Brasil, Uruguai e Chile. Foi um grande mestre. Ele realmente se preocupava em ensinar, em fazer as coisas acontecerem.

Tinha uma série de conselhos que dava para todos os que pisavam no laboratório dele e eram muito úteis.

**Então ele foi a grande referência em sua carreira científica?** Toda uma geração voltava à universidade naquele momento. Ele era o principal, o único que tinha o prêmio Nobel até então. Mas depois a Argentina teve mais dois prêmios Nobel de Ciência: o Luis Federico Leloir e o César Milstein. Leloir, talvez o único gênio que conheci, foi o mestre da bioquímica em todo o continente. Fez descobertas fundamentais. Era um homem que falava pouco, mas, quando falava, era tiro no alvo.

**Diante desse cenário, por que o senhor resolveu deixar a Argentina?** A primeira vez que morei fora foi para fazer meu pós-doutorado, em 1962, nos Estados Unidos. Mas antes da viagem resolvi conhecer o Brasil. Quando estava para sair, meu pai pediu que eu visitasse um amigo dele no Rio Grande do Sul. Gostei desse amigo do meu pai e acabei ficando amigo dele também. Acontece que me apaixonei pela filha dele, Ivone. Fui para os Estados

Unidos como havia planejado e, na metade do pós-doutorado, voltei ao Brasil para me casar com ela. Eu tinha 24 anos. Após o casamento, ela foi comigo para os Estados Unidos. Nosso primeiro filho, Juan Henrique, nasceu lá. Terminada a bolsa, fomos morar na Argentina. Primeiro em Buenos Aires, depois em Córdoba, onde fui nomeado professor titular da Universidade de Córdoba.

**Quando o senhor se mudou para o Brasil?** Foi em 1973 porque a situação política na Argentina estava muito complicada. Naquele ano, depois de uma revolução que havia colocado os militares no poder, os peronistas voltaram ao comando, em uma espécie de recabertura. Mas a gente sabia que não daria certo e que viria a seguir uma ditadura feroz. O que aconteceu três anos depois. Ainda sob o governo peronista, entre 1973 e 1976, começou a agir a Aliança Anticomunista da Argentina [grupo paramilitar de extrema direita], que era terrível. Matava gente, aos montes, todos os dias. Para eles, qualquer um que não estivesse de acordo com as ideias deles era comunista. Eu tinha família e filhos pequenos, e, como minha mulher é brasileira, decidimos vir para o Brasil.

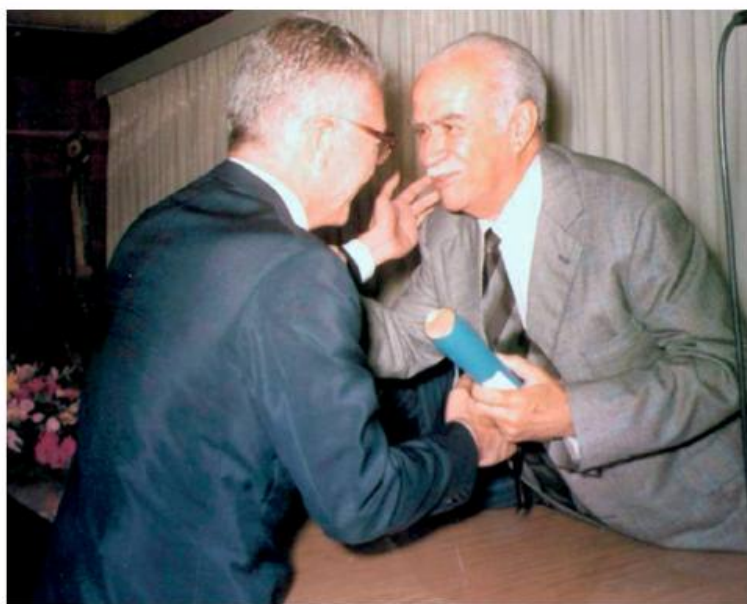
**O senhor chegou a ser considerado comunista?** Não, mas podia ser chamado de comunista a qualquer momento ou ser executado antes de ser chamado. Era mais ou menos assim, uma época terrível.

**Por que o senhor escolheu Porto Alegre ao vir para o Brasil?** Primeiro porque era a cidade da Ivone. Como o pai dela estava muito doente, resolvemos passar com ele seus últimos meses de vida. Mas na época eu tinha um aluno de doutorado que era gaúcho e me arranhou uma vaga na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a UFRGS. Ele pediu meu currículo, falou com o reitor e me conseguiu na hora um contrato. Vim para o Brasil em agosto de 1973. A mudança, co-

>>>



O então presidente da Academia Brasileira de Ciências, Maurício Mattos Peixoto (à direita), entrega a Izquierdo diploma de membro da Academia Brasileira de Ciências, em 1985



Izquierdo recebe das mãos do então governador do Rio Grande do Sul, Antônio Britto, diploma de Gaúcho Honorário, concedido pelo grupo de comunicação RBS, em 1995

mo toda grande mudança, foi difícil, levou muitos dias. Já tínhamos nossos dois filhos. O segundo, Carlos Eduardo, nasceu em Buenos Aires em 1966.

**Que diferença percebeu entre fazer pesquisa na Argentina e no Brasil?** Na época eu estava em uma boa universidade argentina, a de Córdoba. Era uma instituição com pouco dinheiro, mas com mais de 300 anos de tradição e um bom ambiente de pesquisa. Em Porto Alegre, encontrei uma universidade onde praticamente não havia pesquisa. Os grupos que faziam alguma coisa eram de áreas distantes da minha: um de genética, que até hoje continua muito bom, e outro de física. Com o apoio desses dois grupos se criou a Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul, que funcionou muito bem. Mais tarde a fundação passou por momentos difíceis, mas naquele momento me ajudou muito.

**A partir daí suas pesquisas ganharam impulso...** Depois de um ano e meio

em Porto Alegre, recebi uma proposta da Escola Paulista de Medicina, e fui para São Paulo. Ali, sim, havia pesquisa de alto nível, igual ao que se fazia em Córdoba ou Buenos Aires. Passei três anos maravilhosos em São Paulo. Mas, antes de ir, o Tuiskon Dick [1927-2009], diretor do Instituto de Biociências da UFRGS, ao qual eu estava vinculado, pediu para que eu não renunciasse ao cargo. “Deixe o contrato em suspenso; vou ver se consigo o material e o ambiente necessários para que você volte”, ele disse. E cumpriu a promessa. Dick foi um grande amigo. Ele conseguiu me trazer de volta a Porto Alegre, mas não mais para a farmacologia, e sim para a bioquímica.

**O senhor não cogitou permanecer em São Paulo?** Quando recebi a proposta de voltar à UFRGS, não sabia bem o que fazer. Como disse, os três anos em São Paulo foram muito bons. Por outro lado, queria voltar para Porto Alegre, onde tinha muitos amigos. Gostava mais da vida na capital gaúcha do

que em São Paulo. Voltamos, mas não cortei definitivamente meus laços com a Escola Paulista de Medicina; continuei colaborando com o pessoal de lá. Deixei grandes alunos em São Paulo. Não me arrependo de ter voltado. Em Porto Alegre, criei um grupo de estudos da memória que começou pequeno, mas logo cresceu e tornou-se referência mundial.

**Quais de seus trabalhos considera mais importantes?** Primeiramente aqueles em que demonstramos os principais processos bioquímicos envolvidos na formação da memória em uma área do cérebro chamada hipocampo. A segunda descoberta importante foi a do paralelismo entre memórias de curta e longa duração, que antes se acreditava que ocorriam de forma consecutiva. Na verdade, os diferentes tipos de memória obedecem a mecanismos distintos, mas se desenvolvem paralelamente e no mesmo lugar do cérebro, o hipocampo. Outra coisa, de que se fala pouco hoje, mas que acho importante, é a questão da mo-



Izquierdo recebe em Brasília comenda da Ordem de Rio Branco, concedida pelo Ministério das Relações Exteriores, em 2007



FOTOS: ARQUIVO PESSOAL IVÁN IZQUIERDO

dulação da memória por drogas e, principalmente, por hormônios e neurotransmissores.

**Como é isso?** Por exemplo, quando corremos ou se estamos nervosos, liberamos adrenalina. Embora não chegue ao cérebro, esse hormônio atua reflexamente sobre ele por meio de receptores vinculados à pressão arterial. Ou seja, tem efeitos indiretos sobre o cérebro, entre os quais modular a memória. Se, de repente, há liberação de adrenalina no organismo, é possível memorizar ou lembrar com mais facilidade alguma coisa relacionada com aquele momento. Outros hormônios fazem isso, inclusive a cortisona, que eu achava, na juventude, que podia ter efeito sobre o testículo do sapo [risos]. Se há liberação de corticoides pelas glândulas suprarrenais, uma memória que acaba de ser adquirida ou que esteja sendo evocada no momento pode melhorar ou piorar. O que descobrimos é que a memória pode ser modulada por ação de vários hormônios e neurotransmis-

sores. Essa é a base para se entender o papel das emoções na formação e extinção da memória e, portanto, a ausência de grande parte da psicoterapia e da psicofarmacologia modernas.

**Em seu livro *A arte de esquecer*, o senhor diz que tão importante quanto o que lembramos é o que deixamos de lembrar. Por quê?** Há várias razões para esquecermos certas experiências que vivemos. Uma delas, bastante importante, está ligada à superação de traumas. Quando a memória de uma situação traumática é evocada repetidamente, porém sem o trauma, o cérebro acaba por inibi-la. Por exemplo, se vejo um morcego entrando por uma janela, levo um susto, tenho medo. Mas se olho para a janela outras vezes e não vejo mais o morcego, deixo de ter medo, perco a resposta de susto. Não vou esquecer que um dia vi um morcego entrando pela janela, mas posso não responder mais a isso. É assim que conseguimos, por exemplo, dormir à noite sem lembrar as coisas ruins ou traumá-

ticas que vivenciamos. Esse conhecimento é utilizado para tratar, entre outras coisas, o transtorno do estresse pós-traumático. A extinção de memórias é um tema em que estamos trabalhando hoje.

**O senhor tem muitos colaboradores hoje?** Conto com 13 no momento. Alguns me acompanham há anos; outros, nem tanto. Deixei um grupo na UFRGS que depois foi se desagregando; alguns ficaram por lá, outros foram para outras instituições. Há gente que trabalhou comigo que hoje está no Paraná e em Santa Catarina. Às vezes encontro alguns deles. Outro dia estive na festa de comemoração dos 10 anos de criação do laboratório de um ex-colaborador meu em Criciúma, Santa Catarina. Aliás, resolvemos retomar nossa colaboração a partir desse contato.

**Por que decidiu trocar uma instituição pública, a UFRGS, por uma particular, a PUCRS?** Primeiro porque estava me aposentando lá, e a PUC me oferecia um salário. Mas o irrecusável era a possibilidade de criar uma coisa nova. Criar algo novo naquela altura da vida era estimulante. Aposentei-me em 2003 e fui para a PUC no ano seguinte. Durante um ano, já aposentado, fui à UFRGS, enquanto era construído o laboratório da PUC onde estou hoje. Alguns de meus colaboradores daquela época ficaram por lá, outros me acompanharam. Mas hoje cada um tem seu próprio laboratório. O Carlos Alexandre Netto, atual reitor da UFRGS, foi meu orientando. O Ésper Cavalheiro, de São Paulo, foi presidente do CNPq. O Diogo Souza, da UFRGS, é membro da Academia Brasileira de Ciências, junto com Ésper.

**Tem ideia de quantos colaboradores teve ao longo da carreira?** Uns 200 aproximadamente. Muitos, quase uma centena, foram orientados por mim durante a realização de suas teses e dissertações. Alguns colaboradores ficaram pouco tempo comigo; não

>>>



Izquierdo com a esposa, Ivone (à frente), e colaboradores, após receber a Medalha do Mérito Farroupilha, oferecida pela Assembleia Legislativa do Rio Grande do Sul, em 2009



FOTOS: ARQUIVO PESSOAL IZQUIERDO

chegaram a fazer mestrado ou doutorado. Juntos, publicamos 670 trabalhos até agora.

**O senhor já foi o pesquisador brasileiro mais citado em periódicos internacionais especializados...** Há 17 anos consecutivos sou o pesquisador latino-americano mais citado em artigos e trabalhos científicos de outros colegas pelo mundo afora. Isso é muito bom, é um estímulo. Quando a gente publica uma coisa útil, os outros vão citar. Então, o fato de ser bastante citado indica que estou fazendo algo que vale a pena.

**Não é curioso o pesquisador mais citado do Brasil ser argentino?** Você pode dizer que sou argentino, mas me considero brasileiro. Naturalizei-me em 1981. Há muitos anos já nem tenho mais familiares na Argentina. Meu pai, meu último familiar por lá, morreu há 22 anos. Sou cidadão brasileiro. Voto no Brasil há mais de 30 anos.

**Por que o senhor decidiu centrar suas pesquisas em memória?** A partir do último ano do meu curso de graduação fui, aos poucos, entrando na área de memória, um dos grandes mistérios para a ciência mundial. Pela memó-

ria a gente transforma a realidade – ou aquilo que chamamos de realidade – em sinais, que os neurônios codificam em forma de alterações bioquímicas e pequenos potenciais elétricos. Tudo o que percebemos fica armazenado nessa forma, um código que basicamente não compreendemos. Na hora de evocar essa memória – logo após a ocorrência de um evento ou anos mais tarde –, os neurônios retransformam isso imediatamente em sensações semelhantes à da realidade. Ou seja, há uma dupla tradução: no *input* (da informação do mundo para o cérebro) e no *output* (do cérebro de volta para o mundo). Isso é interessantíssimo e profundamente instigante. Mas há ainda outra razão para meu interesse pelo tema: o escritor argentino Jorge Luis Borges, que considero extraordinário.

**De que forma Borges o influenciou nos estudos sobre memória?** Borges é talvez o escritor que mais estudou a memória. Ele chegou a fazer experimentos com memória. Por exemplo, escreveu um conto sobre um continente onde se acredita que a memória não existe e outro em que um personagem tem memória perfeita. Isso, guardadas as proporções, é equivalente ao que se

faz nos estudos biológicos. Quando queremos entender o funcionamento da glândula hipófise, por exemplo, a tiramos de um animal para ver como ele passa a se comportar. Temos então uma ideia do papel da hipófise. Há também a contrapartida, que é injetar extrato de hipófise em um animal, exacerbando a função da glândula, e ver o que acontece. Borges fez o mesmo ao suprimir e exacerbar a função da memória. No conto em que a função da memória é intensificada, o personagem Funes é capaz de se lembrar de um dia inteiro de sua vida. Mas para isso ele precisa de outro dia inteiro, com o mesmo número de milissegundos, o que é impossível. Nesse conto, muito divertido, Borges demonstra pelo método do absurdo que não há memória perfeita.

**Então ele reforçou no senhor o interesse pelo assunto...** Essas duas histórias foram publicadas quando eu tinha 7 ou 8 anos. Li quando tinha 14 ou 15 anos e me impressionaram. Borges mostrou que o tema era interessante e ao mesmo tempo importante. Ele fez ainda outros experimentos literários com o tema, tratando, por exemplo, da capacidade de se adotar a memória de outros. O melhor conto nesse



espírito é o de um alemão que compra a memória de [William] Shakespeare em um bar e passa a se lembrar de pessoas que Shakespeare conheceu. Foi o último conto que Borges escreveu.

**Chegou a conhecê-lo?** Sim. Quando era estudante secundário, eu e vários colegas o encontrávamos com frequência. Borges havia sido expulso de suas atividades na Biblioteca Nacional Argentina porque se opunha ao governo de Perón. Então passou a dar aulas em uma instituição privada chamada Instituto de Estudos Superiores, que não ficava longe do colégio onde eu estudava. Ia ao colégio de manhã e, à tarde, assistia com alguns colegas às aulas de Borges. Fazíamos muitas perguntas, animávamos o grupo. Borges adorava nossa presença, falava conosco sobre livros de aventura de que ele gostava e sobre outras coisas também, temas gerais. Um dia, lembro bem, advertiu para que tivéssemos cuidado com certas coisas que andavam acontecendo. Não fez referência ao governo local da época, mas disse que as tais coisas poderiam desembocar em um sistema monstruoso como o nazismo. Ele tinha razão: a Alemanha era um país culto, educado e vejam o que aconteceu nos anos 1930. Isso me impressionou muito. O tempo me mostrou que sistemas funestos como o nazismo podem provir de onde menos se espera.

**Além de trabalhos científicos, o senhor escreveu também obras de divulgação científica e de ficção. Como foi isso?** Na verdade comecei a escrever coisas literárias, por assim dizer, quando era adolescente. Mas deixei isso de lado depois que entrei na faculdade; tinha de me dedicar a outras coisas e não sobrava tempo. Mas sempre procurei ler, principalmente conto e poesia. Em 1990, a editora Fondo de Cultura Económica, com sede no México e com filiais em vários países, inclusive na Argentina, me convidou

para escrever um livro. Eles estavam lançando uma coleção 'O que é?', com títulos como *O que é física quântica?*, e queriam que eu escrevesse sobre memória. Fiquei na dúvida, mas insistiram tanto que aceitei. Gostei da experiência e me dei conta de que podia escrever coisas que não fossem apenas artigos científicos. Estava readquirindo um gosto que havia tido na adolescência, 40 anos antes.

**Depois disso não parou mais...** Como consegui escrever aquele livro, que saiu em uma edição muito bonita, me perguntei por que não podia escrever também em português. Hoje é mais fácil para mim escrever em português – moro no Brasil, falo português o dia todo, estou rodeado de palavras do português. Decidi tentar. O primeiro foi um livro de ensaios, *Tempo e tolerância*. Até ganhei um prêmio com ele [Prêmio Açorianos de Literatura, concedido pela prefeitura de Porto Alegre]. Concluí que podia escrever em português. Os dois livros seguintes chegaram a ser tomados, em São Paulo, como exemplos de bom uso da língua portuguesa. É que, quando a gente escreve, o sotaque não aparece [risos]. Continuei escrevendo e, pouco depois, lancei meus dois livros de contos [*Francisco, o pássaro e o milagre* e *A lua, a flor e as sombras*], que era o que eu mais queria fazer.

**Está trabalhando em algum livro no momento?** De certa forma sim, mas irregularmente. Estou escrevendo sobre certos acontecimentos no mundo nos últimos anos. Mas as coisas passam tão depressa que não consigo acompanhá-las. E também me pergunto por que estou escrevendo sobre esses acontecimentos, já que outras pessoas também poderiam fazer isso. Está tudo meio parado, mas posso retomar a qualquer instante.

**O senhor considera que escrever é seu hobby?** Não exatamente. Escrever é uma necessidade interna minha de

expressar coisas que penso, sinto. Os contos, por exemplo, refletem alguma coisa que sinto ou penso naquele momento.

**O que o senhor faz unicamente por lazer?**

Cantar é um *hobby*. Canto junto com minha mulher para grupos de pessoas em um clube. Canto em castelhano e em inglês, para não insultar as pessoas com meu forte sotaque em português – o inglês é minha segunda língua. Em castelhano canto boleros ou antigas músicas mexicanas. Em inglês, cantamos Cole Porter e [George] Gershwin. Assim como toda a minha geração, cresci ouvindo músicas deles.

**Há outros pesquisadores em sua família?**

Minha irmã, que mora nos Estados Unidos, trabalhou com pesquisa, mas já está aposentada. Minha esposa trabalhou como secretária executiva e depois em uma posição administrativa em uma empresa que exporta couro. Quando a conheci, ela pretendia estudar psicologia, mas resolveu casar comigo e desistiu da ideia. Eu poderia dizer que interrompi a possibilidade de uma carreira universitária da Ivone. Mas, tempos depois, quando moramos em Córdoba, ela cursou psicologia durante três anos, mas não gostou.

**E seus filhos e netos?** Nosso filho mais velho trabalha com exportação de couro. Herdou isso da mãe, de algum modo. O mais novo faz fotografia e filmes, produz comerciais e alguns longas-metragens. Netos, tenho quatro: Francisco, Felipe, Maria Eduarda e Maurício. Ninguém quis seguir carreira acadêmica. Devem ter visto, em mim, o que acontece e decidiram fazer outra coisa [risos].

**O senhor tem intenção de trabalhar até quando?** Até que um dia não seja mais possível. Me sentiria estranho se tivesse que parar, não saberia bem o que fazer. Mas um dia sei que não vai dar mais. ■



# A descoberta dos raios cósmicos

**1912 HÁ 100 ANOS, OS RAIOS CÓSMICOS ERAM DESCOBERTOS.** O achado tornava-se um dos episódios mais importantes até hoje da história da física, fazendo do centenário boa ocasião para se debruçar sobre o contexto científico daquele momento e pôr em perspectiva a participação dos diferentes atores, bem como suas motivações e seus métodos.

## MARTHA CECILIA BUSTAMANTE

Universidade Paris 7-Denis Diderot,  
Centro Nacional de Pesquisas Científicas/França

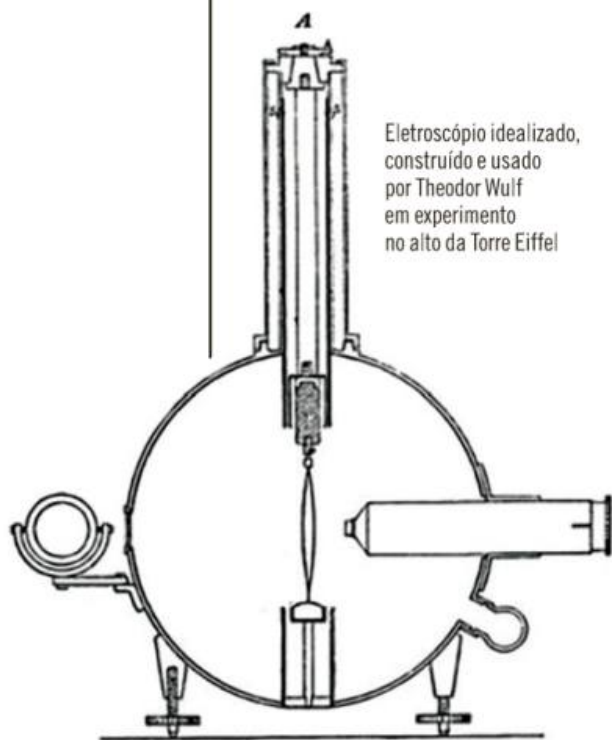
### A HISTÓRIA QUE PRETENDEMOS AQUI DESCREVER E ANALISAR

tem vários possíveis inícios. Um deles – talvez, o mais tradicional – se dá, ainda no século 18, quando o físico francês Charles Coulomb (1736-1806) percebeu que uma esfera eletrizada, mesmo mantida em ambiente fechado e suspensa por um fio de seda, perdia progressivamente sua carga. Mesmo no século seguinte, experimentos e observações semelhantes não avançaram nas conclusões.

No final do século 19, especialistas persistiam nas tentativas de isolar totalmente seus equipamentos. Por exemplo, em 1900, em Cambridge (Reino Unido), o físico britânico Charles Wilson (1869-1959) constatava que seu eletroscópio (aparelho que se destina a medir a presença de cargas elétricas) descarregava indefinidamente e com velocidades variáveis. Na mesma época, na Alemanha, Hans Geitel (1855-1923) e Julius Elster (1854-1920) faziam observação análoga.

Também nessa época, a descoberta dos 'raios ionizantes' (mais tarde, radioatividade) promoveu a ideia de que um 'raio' de origem desconhecida ionizava o ar, causando a descarga dos eletroscópios. Essa ionização, dita 'residual', era irreduzível. Em 1903, Ernest Rutherford (1871-1937) e outros físicos mostraram que a tal radiação ionizante era externa ao instrumento, muito penetrante e não provinha da radioatividade das superfícies que isolavam os equipamentos.

Eletroscópio idealizado,  
construído e usado  
por Theodor Wulf  
em experimento  
no alto da Torre Eiffel



INICOR WULF (1908)



Hess (no interior do cesto), em 1912, em um dos voos de balão que permitiram a ele concluir pela origem extraterrestre da radiação mais tarde denominada raios cósmicos

**SOLAR OU CÔSMICA?** Hipóteses sobre a fonte de radiação começaram a surgir. No início do século passado, já se falava tanto da radioatividade de substâncias do solo (urânio, tório, potássio etc.) quanto de emanações existentes na baixa atmosfera e provenientes da crosta terrestre. Wilson, sempre arrojado, perguntava, de modo profético, se não se trataria de uma radiação de origem extraterrestre. Para tentar provar essa hipótese, fez vários experimentos.

Na França, essas ideias foram relançadas em 1907, por Albert Nodon (1862-1934). Pioneiro da física da radiação cósmica, esse engenheiro químico francês passou a falar de 'radiação solar' e 'radiação do espaço cósmico'. Seus experimentos no Pic du Midi (2.900 m), com seu eletroscópio, indicaram um aumento geral da capacidade de a atmosfera conduzir eletricidade em pontos mais elevados.

Poucos anos depois de Nodon, o físico e jesuíta alemão Theodor Wulf (1868-1946) teve a ideia de levar um eletroscópio muito sensível – que ele mesmo inventara e construíra – ao cume da Torre Eiffel (300 m). Para sua surpresa, constatou lá uma ionização do ar menor que a do solo, mas ainda assim muito alta. Concluiu que ou havia uma fonte de radiação (mais especificamente, raios gama) na atmosfera, além daquela da crosta terrestre, ou a absorção dessa radiação no ar era mais fraca do que se pensava.

**PIONEIRO ISOLADO** Investigação recente, baseada em documentos até então inéditos, revela que, ainda em 1906, Domenico Pacini (1878-1934), do Birô Central Italiano de Meteorologia e Geodinâmica, passou a se interessar pelo problema da descarga rápida dos eletroscópios. Entre 1909 e 1911, esse físico italiano fez várias observações, principalmente nas profundezas de mares e lagos. Sua conclusão: a ionização do ar não era causada nem por substâncias do solo, nem da atmosfera, mas, sim, por uma radiação exterior, extraterrestre. Porém, não solar.

Os resultados de Pacini, no entanto, não foram levados em conta por seus colegas italianos e sequer foram além das fronteiras de seu país. Mesmo isolado, ele teve a oportunidade de conhecer as primeiras publicações do físico Victor Hess (1883-1964). Mas não sabia que seu colega austríaco se aproximava da mesma descoberta.

**PARA O ALTO E AVANTE!** Influenciado pelos voos de balão do físico alemão Albert Gockel (1860-1927) – que chegou a conclusões similares às de Wulf –, Hess fez sua primeira ascensão em 28 de agosto de 1911, atingindo 1.070 m, altitude na qual comprovou ser a ionização praticamente igual à do solo. Esse resultado foi confirmado pela segunda ascensão, na noite de 12 para 13 de outubro de 1911. Sete voos suplementares aconteceram no ano seguinte, de abril a outubro.

Hess teve especial cuidado com as condições experimentais: procurou minimizar a radiação de seu próprio dispositivo de medida: um eletrômetro de Wulf, associado a um detector de ionização. Considerou variáveis meteorológicas (pressão, temperatura, umidade etc.), o que exigiu que levasse a bordo instrumentação suplementar. Seu único voo diurno se deu em 7 de abril de 1912, quan-



LAURENCE/SCIENCE PHOTO LIBRARY/SPS/DE

>>>





JANETON/UNIVERSITY OF PHYSICS, UNIVERSITY OF BISTOL SCIENCE PHOTO LIBRARY LTD.

Na década de 1950, no Reino Unido, físicos usavam balões para levar, a grandes altitudes, chapas fotográficas especiais, usadas para estudar a radiação cósmica


**QUEM IMORTALIZAR?** Goekel, Hess e Kolhörster publicaram seus resultados em periódicos alemães – Pacini publicara os seus em italiano e alguns em francês. Hess só tomou conhecimento dos resultados de Pacini em 1920, quando recebeu deste carta em que comunicava seu trabalho – era, sem dúvida, uma reivindicação implícita de prioridade.

Pacini obteve de fato resultados importantes sobre a origem da radiação ionizante do ar um ano antes de seu colega austríaco, mas sua técnica não excluía totalmente a origem atmosférica da radiação. Morreu, de pneumonia, dois anos antes do Nobel de Física de Hess (1936), pela descoberta da origem extraterrestre da radiação cósmica. A comissão encarregada de atribuir o prêmio provavelmente sabia que, no final dos anos 1920, Hess havia saído vitorioso de uma polêmica com Robert Millikan (1868-1953). Esse físico norte-americano – por sinal, o criador do termo ‘raios cósmicos’ e conhecedor das armas da propaganda em causa própria – havia questionado a validade das observações de Hess e Kolhörster e reivindicado a prioridade da descoberta.

Por sua vez, na França, astrônomos de Bordeaux fizeram campanha para que os raios cósmicos fossem chamados ‘raios de Millikan-Nodon’, forma de fazer jus às pesquisas independentes daquele compatriota. Como muitos físicos franceses, eles mal conheciam ou ignoravam os trabalhos de Pacini e de Hess. O primeiro caiu no esquecimento; o outro foi reconhecido e prosseguiu suas pesquisas em Innsbruck (Áustria) até 1938 e, depois, nos EUA, até sua morte, em 1964.

Hoje, sabe-se que os raios cósmicos são núcleos atômicos ultraenergéticos que bombardeiam a Terra a todo instante. A origem daqueles de energia mais alta continua misteriosa para os físicos, apesar dos vários experimentos e da pesquisa intensa nessa área.

Como muitas descobertas experimentais, a dos raios cósmicos teve seu herói e seus precursores. Diferentes fatores intervêm na identificação de um ‘descobridor’: o impacto da afirmação do resultado; a qualidade das provas apresentadas; a amplitude da difusão; a autoridade do autor; a receptividade de comunidades suficientemente poderosas...

Portanto, é bem difícil evitar um laivo de arbitrariedade nessa identificação. Os historiadores da ciência só podem constatar a pluralidade e a diversidade das inúmeras contribuições. Os físicos decidem, lançando mão de sua consciência e seu julgamento, que nome ou nomes convêm imortalizar. 

do houve um eclipse total solar. Isso lhe permitiu excluir o Sol como fonte direta da radiação.

Hess tomou grande número de medidas – quase uma centena nos voos de 1912 – em áreas próximas do solo e em altitudes elevadas. Sua primeira conclusão foi que, até aproximadamente 1 mil m de altitude, a radiação diminuía, porque a radiação (raios gama) proveniente do solo era absorvida pelo ar. Para além dessa altitude, havia um aumento significativo de radiação que não podia ser explicado nem pelas substâncias radioativas das nuvens ou nos nevoeiros, nem por variações meteorológicas.

Restava a Hess uma única explicação: uma radiação penetrante alcançava nossa atmosfera pelo alto e produzia nas camadas atmosféricas, mesmo as mais baixas, uma quantidade de ionização observada em recipientes fechados.

No voo de 7 de agosto de 1912, Hess tinha alcançado altitude considerável: 5.350 m. No ano seguinte, o físico alemão Werner Kolhörster (1887-1946) foi ainda mais alto, atingindo 9.300 m, onde a ionização residual era cerca de 10 vezes maior que aquela no solo.





FOTO: DICASO RODRIGUES

*Estando em curso mais um processo eleitoral, a democratização de nossas cidades é tema ausente. Passa-se ao largo do problema, que envolve o dia a dia de dezenas de milhões de cidadãos*

## À MARGEM DA AGENDA

O fantástico fenômeno de urbanização que o Brasil vive desde meados do século passado permitiu que se criasse um sistema de cidades muito expressivo, com duas dezenas de metrópoles e duas megacidades. Quase metade da população urbana vive nessas cidades. No entanto, pouco se debate a cidade em nossa prática política.

Dois temas têm sido cruciais no cotidiano citadino: o transporte e a moradia. Ambos permanecem à margem da agenda pública.

Nos anos 1960, desconstruiu-se o sistema de transporte sobre trilhos em estímulo à indústria automobilística. Enquanto grandes cidades mundiais persistiram na opção pelo transporte de alto rendimento, por metrô e trens urbanos, no caso brasileiro apostaram-se todas as fichas no sistema rodoviário. Incapaz de oferecer qualidade nos deslocamentos de média e longa distância, predominantes nas grandes cidades, o modo sobre pneus ainda promove expansão urbana em baixa densidade.

Isto é, amplia-se a cidade e reduzem-se suas condições de mobilidade.

De outra parte, a moradia popular foi deixada à própria sorte. Embora o Estado atribua a si a responsabilidade pelo atendimento dessa demanda, a maior parte da produção habitacional foi suprida pelo esforço familiar. Tratando-se de famílias com escassos recursos, os domicílios foram construídos onde possível, conforme as disponibilidades de cada uma. Muitas escolheram os loteamentos populares, em geral irregulares sob o ponto de vista de infraestrutura e de propriedade, localizados longe dos serviços e dos empregos. Mas parcela importante optou por construir moradias em favelas, ainda mais precárias em infraestrutura, mas, em geral, mais bem situadas em relação ao tecido urbano.

Assim, mobilidade e habitação são questões associadas, configurando o quadro mais evidente da problemática urbanística brasileira.

Certamente, trata-se de um passivo socioambiental gigantesco, e pressupõe-se que, no estágio de desenvolvimento econômico e político do país, já estaria na pauta do debate público, visando a seu enfrentamento. No entanto, estando em curso mais um processo eleitoral, a democratização de nossas cidades é tema ausente. Passa-se ao largo do problema, que envolve o dia a dia de dezenas de milhões de cidadãos. Será por desinteresse? Será por irresponsabilidade de nosso corpo político?

Cabe lembrar que, nessas cinco décadas, o país viveu quase metade em ditadura, com os embates públicos subjugados à ótica da 'segurança nacional'. Produziu-se uma quase naturalização dos problemas urbanos, como devidos ao próprio processo de crescimento – que, talvez, a maturidade econômica superaria. Promoveu-se a despolitização da cidade, inclusive com a ausência de eleições para as capitais estaduais.

Estamos, porém, há 24 anos em reconstrução democrática, com eleições livres. Mas as intervenções urbanísticas permanecem discricionárias, ao sabor de quem está à frente do poder, quase sempre respondendo a interesses específicos. Um sistema de planejamento que ultrapasse mandatos e seja reconhecido como instrumento de cidadania não tem vitalidade.

Embora a Constituição de 1988 tenha outorgado aos municípios o papel de entes federativos, as decisões do governo central são determinantes. Vejam-se os investimentos em moradia popular, canalizados para a produção nos moldes impositivos que tornaram tristemente famoso o antigo Banco Nacional de Habitação – BNH.

Persistem, 50 anos depois, esses dois eixos herdados do alvorecer do regime militar: o privilégio ao automóvel no transporte urbano e o exclusivismo governamental nos investimentos em habitação. Ambos, provavelmente incapazes de suprir as necessidades da cidade contemporânea. **CH**

### SÉRGIO MAGALHÃES

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





*Mudança do  
clima no Brasil:  
aspectos  
econômicos,  
sociais e  
regulatórios*

Ronaldo Seroa da Motta, Jorge  
Hargrave, Gustavo Luedemann  
e Maria Bernadete G. P. S.  
Gutierrez (ed.)

Brasília, Ipea, 440 p., R\$ 40

# TRABALHO AMPLO E PROSPECTIVO

**AS COMPLEXAS QUESTÕES** econômicas, sociais e políticas associadas ao enfrentamento das mudanças climáticas globais constituem um tema essencial ao nosso futuro. Enquanto os temas científicos principais foram sendo respondidos pelos relatórios do Grupo de Trabalho 1 do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPPC), que trata das bases físicas do sistema climático, os aspectos socioeconômicos e de governança das mudanças climáticas ainda estão totalmente em aberto. Observamos isso por meio dos fracos resultados da Rio+20 e das três últimas reuniões das Conferências das Partes (COPs) da convenção climática.

Se, por um lado, o quadro científico se solidifica, cada vez com evidências

mais claras da necessidade de medidas urgentes, por outro, as alternativas políticas, econômicas e sociais não evoluem, e mostram claramente que vai ser muito difícil realizar acordos internacionais de enfrentamento dos impactos das mudanças climáticas, em particular a mitigação das emissões e as estratégias de adaptação. Isso sem falar na questão fundamental de 'quem vai pagar a conta'.

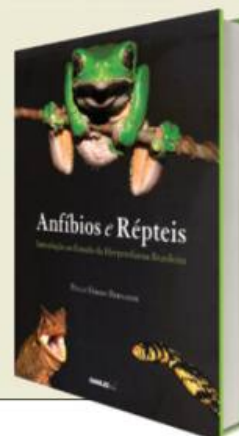
A urgência da implementação de políticas de redução de emissões e de medidas de adaptação entram em conflito com as crises econômicas europeias e norte-americanas, e na falta de governança não só da Organização das Nações Unidas (ONU), mas também dos governos nacionais e estaduais. O chamado Relatório

## *Anfíbios e répteis: introdução ao estudo da herpetofauna brasileira*

Paulo Sérgio Bernarde

Curitiba, Anolisbooks, 320 p., R\$ 120

A herpetologia (estudo de anfíbios e répteis) se desenvolveu tardiamente no Brasil, mas nos últimos 25 anos a situação mudou. Uma nova geração de herpetologistas se formou e passou a integrar instituições de ensino e pesquisa que antes não contavam com esse tipo de pesquisador. Esta obra foi elaborada por um desses profissionais e reúne grande volume de informações sobre os anfíbios e répteis que habitam o Brasil, incluindo 280 fotos coloridas. Direcionado a novatos e veteranos no estudo desses animais, o livro contém informações sobre identificação de espécies, ecologia, conduta em campo e acidentes ofídicos, entre outros temas. Há, ainda, um capítulo curioso sobre as lendas e crendices comumente associadas a sapos, cobras e lagartos.





Stern, de 2007, foi um marco na avaliação dos impactos econômicos das mudanças globais. Este livro do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), de certo modo, nacionaliza essa discussão para o Brasil, sintetizando os vários aspectos dessa complexa questão, com visões nem sempre convergentes, como condiz a um trabalho nessa área.

Para contribuir com esse diálogo fundamental, o Ipea editou e organizou o estudo *Mudança do clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios*, que integra contribuições de grande número de pesquisadores líderes em suas áreas, em um trabalho amplo, prospectivo e que lida com aspectos-chave tanto da política nacional de mudanças climáticas quanto do papel do Brasil nas negociações internacionais.

O livro é dividido em duas partes. A primeira lida com vários aspectos do perfil das emissões brasileiras de gases de efeito estufa, trabalhando os impactos das mudanças climáticas na estrutura socioeconômica brasilei-

ra. Aspectos ligados à eficiência energética do Brasil, emissões do setor agropecuário, transporte rodoviário e muitos outros temas são discutidos em 16 capítulos de fácil leitura. Um aspecto interessante é a abordagem da vulnerabilidade das megacidades brasileiras às mudanças climáticas, já que a sociedade é majoritariamente urbana. Soluções de mobilidade urbana devem fazer parte de uma política de redução de emissões no setor de transporte e, nesse contexto, as reflexões levantadas são bastante oportunas. Os cobenefícios de redução dos níveis de poluição do ar nas grandes cidades brasileiras e a redução concomitante de emissões de gases de efeito estufa são temas muito atuais e com possibilidades efetivas de implementação em curto prazo.

A segunda parte do livro trata do papel de forte liderança do Brasil nas negociações climáticas internacionais. Aspectos como a redução de emissões por desmatamento e degradação (REDD), a implementação do segundo período de compromisso

do protocolo de Kyoto e a compatibilização das metas de reduções voluntárias de emissões estabelecidas por muitos países, entre os quais o Brasil, são discutidos de maneira pertinente. O fato de nosso país ter reduzido fortemente suas emissões por meio da redução do desmatamento da Amazônia é uma vantagem estratégica importante e deve ser utilizada convenientemente nas mesas de negociação. A questão dos mecanismos de transferência de tecnologia para facilitar a redução de emissões em países em desenvolvimento é também estratégica e oportunamente discutida em detalhe.

Este livro, portanto, representa o estado da arte nas questões socioeconômicas relativas às mudanças climáticas, e é uma contribuição essencial a qualquer pesquisador ou formulador de políticas públicas na área.

**Paulo Artaxo**

*Instituto de Física,  
Universidade de São Paulo*

## *O homem que fazia chover*

**Edson Amâncio**

*São Paulo, Barcarolla, 326 p., R\$ 36*

Resultado de um trabalho de cinco anos de pesquisa, o livro reúne os casos cotidianos compilados pelo autor em sua prática em neurologia. São 19 capítulos que descrevem de maneira minuciosa problemas neurológicos, neuropsiquiátricos e neurocirúrgicos. Nesta segunda edição revista e ampliada, o leitor encontrará casos como o do desenvolvimento de novas personalidades e mesmo novas realidades inventadas pela mente. O livro traz ainda a descrição da evolução de cada um dos pacientes e as adaptações necessárias para que eles pudessem se inserir de novo no mundo real.



## *Sobre as leis da física*

**Richard Feynman**

*Rio de Janeiro,  
Contraponto/editora PUC-Rio, 180 p., R\$ 32*

Além de físico de destaque – ganhou o Prêmio Nobel de Física em 1965 por suas contribuições ao entendimento do mundo subatômico –, o norte-americano Richard Feynman (1918-1988) foi um grande professor. Este livro foi organizado a partir de sete conferências proferidas por ele no início dos anos 1950 na Universidade de Cornell (EUA) e no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, no Rio de Janeiro, onde passou vários meses. Temas como gravitação, relação entre matemática e física, simetria nas leis físicas e distinção entre passado e futuro são alguns que aborda com o estilo leve e bem-humorado que o notabilizou como excelente divulgador de ciência.





## ANIMAIS E ÉTICA

Escrevo para destacar o excelente texto 'Experimentos com animais: quando ser a favor ou contra não quer dizer nada', publicado na seção Opinião (CH 291). O destaque vai para a visão clara e sóbria do autor do artigo (Octavio A. F. Presgrave). Infelizmente, ainda temos necessidade de usar modelos animais, por conta de nossa ignorância no que se refere aos fenômenos que temos de estudar. Entretanto, não podemos esquecer o cuidado com o animal, a postura ética e a busca por modelos que, no futuro, livrarão tanto o animal quanto o experimentador dessa situação, desconfortável para ambos.

Gelson Genaro  
Ribeirão Preto, SP

## NU MAIS ANTIGO

Muito boa a matéria sobre a gravura descoberta em Minas Gerais (CH 292)! Como historiadora, fico feliz em saber

que as pesquisas arqueológicas no Brasil estão cada vez mais atuantes e trazendo contribuições significativas para a história mundial. E, mais uma vez, comprovando que o primeiro habitante das Américas foi a Luzia, aqui do Brasil.

Monique Hellen  
Por correio eletrônico

## TRINTA ANOS I

Parabéns pelos 30 anos. Sou assinante da revista desde o primeiro número e tenho a coleção completa, toda encadernada. Ela progrediu extraordinariamente na forma e no conteúdo. Tenho feito sua divulgação entre os amigos.

Marcelo Bidart  
Por correio eletrônico

## TRINTA ANOS II

Parabéns pelo aniversário de 30 anos. E pelo prêmio Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, concedido ao Progra-

ma Ciência Hoje de Apoio à Educação (PCHAE).

Augusto Nakao  
Por correio eletrônico

## PINHA NÃO É FRUTO

A nota 'Escamas da pinha contra metais pesados' (CH 292) diz que a pinha é o fruto da araucária. Essa afirmação não está correta, pois a araucária (*Araucaria angustifolia*) pertence a um grupo de plantas que não produzem frutos. As 'flores' femininas são estróbilos, conhecidos popularmente como pinhas, e as masculinas são cones cilíndricos com escamas que protegem os sacos de pólen. As araucárias não têm frutos verdadeiros, ou seja, suas sementes não são envolvidas por uma polpa. Os pseudofrutos ficam agrupados nas pinhas que, maduras, assumem uma forma esférica, as sementes, conhecidas como pinhões.

Norman Corrêa Moreira  
São Paulo, SP

CH O leitor está correto.

## ERRO EM TÍTULO

Esta mensagem visa notificar que, na edição de junho da CH (293), houve um erro ortográfico no título 'Combustível

em cheque' (p. 57). O correto seria 'em xeque'.

Emanuel Artiaga  
de Santiago da Silva  
Theobroma, RO  
CH O leitor está correto.

## A MEDULA CERTA

Na nota 'Acorda, medula! Anda, rato!', na seção Mundo de Ciência (CH 294), medula espinhal é confundida com medula óssea, erro comum nos meios de comunicação, mas que não poderia ocorrer nessa publicação. Ao comentar resultados promissores em pesquisa sobre a recuperação de movimentos voluntários dos membros posteriores de ratos com lesões na medula espinhal, o texto diz: "A medula óssea, porém, demonstrou capacidade que os fios elétricos não têm: plasticidade, ou seja, poder de regeneração." (...) Nenhum tipo de medula óssea está associado ao controle de movimentos dos membros ou realiza conexão entre o cérebro e diferentes partes do corpo, função desempenhada pela medula espinhal ou nervosa (...).

Ricardo D'addio da Silva  
São Paulo, SP

CH O leitor está correto.

## CORREÇÕES

- Na resenha 'As outras faces de um físico clássico' (CH 295), o primeiro nome do físico alemão Werner Heisenberg (1901-1976) foi trocado, incorretamente, por Erwin. A troca é de responsabilidade da redação, e não do autor do texto.
- No artigo 'Interação voluntária – implicações éticas, clínicas e legais', o ano correto da Lei 10.216 é 2001, e não 2011, como foi indicado pela redação.

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

# SEM PALAVRAS

## DESAFIO

Como é possível chegar à conclusão de Galileu sobre o movimento acelerado?

Já se disse que uma demonstração não deve mostrar que algo é verdade, mas explicar por que é verdade. Para isso, há técnicas cuja escolha depende, por vezes, do gosto do freguês. Alguns resultados podem ser demonstrados apenas com o auxílio de figuras – por exemplo, o teorema de Pitágoras (ver ‘Ver para crer... e entender’, em *CH* 255) –, o que é bem gratificante, pois permite, literalmente, ver e entender.

Nesta coluna, mais provas visuais. Para isso, façamos um experimento simples. Observe as seguintes somas:

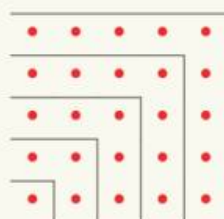
$$\begin{aligned} 1 + 3 &= 4 \\ 1 + 3 + 5 &= 9 \\ 1 + 3 + 5 + 7 &= 16 \\ 1 + 3 + 5 + 7 + 9 &= 25 \end{aligned}$$

Todas são a soma dos primeiros números ímpares. E, com um pouquinho de atenção, dá para perceber que os resultados são quadrados perfeitos:  $4 = 2^2$ ;  $9 = 3^2$ ;  $16 = 4^2$ ;  $25 = 5^2$ .

Acaso?

Se você fizer mais algumas delas, ficará convencido de que não.

Agora, a pergunta crucial: por quê? Para explicar – e justificar o tema que abre esta coluna –, façamos um desenho.




A figura mostra 25 pontos, em cinco linhas e cinco colunas, formando um quadrado. Nela, vemos exatamente os primeiros números ímpares (1, 3, 5, 7 e 9). Se aumentássemos o quadrado, teríamos que pintar 11 bolinhas a mais, passando a um quadrado de 6 por 6. Cada vez que o aumentamos, temos que desenhar ‘o próximo’ número ímpar.

Essa demonstração visual deixa claro por que a soma dos números ímpares é um quadrado perfeito.

Essa soma foi importante para Galileu Galilei (1564-1642) em seu estudo do movimento acelerado. Esse físico e matemático italiano percebeu que uma bolinha em queda livre satisfaz a uma lei matemática muito bonita. Vejamos. Se medirmos a distância  $D$  que ela percorre no primeiro intervalo de tempo  $T$  – que pode ser de um segundo, um minuto... não importa –, no próximo intervalo, ela percorrerá, então, uma distância  $3D$ ; no seguinte, uma distância  $5D$ ; e assim por diante.

Isso quer dizer que, depois de sucessivos intervalos de tempo  $T$ , a distância total que nossa bolinha em queda livre percorre é  $D + 3D + 5D + \dots$ , que é a soma dos primeiros ímpares multiplicados por  $D$ .

Dessa observação, Galileu concluiu que, no movimento acelerado – o que inclui a queda livre –, a distância é proporcional ao quadrado do intervalo de tempo, uma lei fundamental do movimento. Como ele chegou a essa conclusão? – veja ‘Desafio’ deste mês.

Nas palavras de Galileu, “o livro da natureza está escrito em linguagem matemática”. E, frequentemente, podemos entender algumas passagens desse livro, olhando apenas as figuras. 

**SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO** Para sete lançamentos, podemos tirar zero cara e sete coroas; uma cara e seis coroas... até sete caras e zero coroa. Temos, respectivamente, o seguinte número de possibilidades para cada arranjo: 1 (todas as moedas são coroas; portanto, um só arranjo possível), 7 (uma moeda é cara, e qualquer outra das seis restantes pode ser coroa; portanto, sete arranjos possíveis), e, prosseguindo de maneira análoga, 21, 35, 35, 21, 7 e 1. São, ao todo, 128 possibilidades diferentes de arranjar as moedas. Por exemplo, a probabilidade de termos três ou mais caras em um lance das sete moedas é  $(21 + 35 + 35 + 21 + 7 + 1)/128 = 120/128 = 93,75\%$ .

MARCO MORICONI

Instituto de Física,  
Universidade Federal  
Fluminense

moriconi@cienciahoje.org.br





FOTO: CECILIO RODRIGUES

*A expectativa, nas sociedades democráticas, é a de que liberdade e usufruto generalizado de condições de vida dignas andem ao par*

## DEMOCRACIA E CRISE

O termo democracia é de antiguidade quase imemorial. Sua longa duração foi acompanhada por diversas ressignificações. Sendo tão antigo, seria impossível que perdurasse os significados originais, que evocam os bons tempos gregos. Até o século 18, se consultarmos pensadores do porte de Charles de Secondat, barão de Montesquieu (1689-1755), Jean-Jacques Rousseau (1712-1778) ou James Madison (1751-1836), democracia significa governo diretamente exercido pela multidão. Não terá sido muito diferente a ideia que do termo faziam os *communards*, protagonistas da efêmera e heroica Comuna de Paris, em 1871.

Mudam-se os tempos, mudam-se as vontades, assim como os casulos civilizatórios que a espécie humana constrói para abrigar seu desconforto inerente. Entre os objetos de mudança, figura a ideia de democracia. Com efeito, a ideia que hoje dela temos é muito recente – não excede a um século, se tanto. De modo mais rigoroso, não é impossível sustentar que o que entendemos por democracia é um experimento civilizatório que se configurou de modo mais nítido e com alguma generalização a partir do fim da Segunda Guerra Mundial (1945).

Como a conhecemos, a democracia resulta de uma tripla combinação, um tanto estranha, entre:


1. alguns princípios da democracia antiga (a ideia do 'povo' como base legítima do poder),
2. outros da tradição liberal, constituída a partir do século 17 (direitos individuais, estado de direito e princípio da representação política) e
3. valores e práticas suscitados pela tradição do socialismo e dos movimentos sociais a ele associados (sobretudo instituições e valores do estado de bem-estar social).

Esse amálgama afirmou-se a partir do segundo pós-guerra, apesar das antecipações: o New Deal norte-americano (anos 1930/40) e, na América do Sul, o notável experimento de democracia social do Uruguai (nas primeiras décadas do século 20). No Brasil,

não ficamos imunes à onda democrático-liberal-social. A Constituição de 1946 consagrou princípios associados aos três componentes daquele amálgama. Os exemplos mais notáveis, contudo, pertencem às reformas sociais do governo trabalhista de Clement Atlee, na Grã-Bretanha, ao modelo social democrático dos países nórdicos e aos fundamentos do estado social europeu, presentes na França, na Alemanha, na Itália e em outros países a partir de 1945.

Não se tratava, após a Segunda Guerra, de reencenar os rituais políticos da *ágora* grega. Alguns, como a filósofa política alemã Hannah Arendt (1906-1975), viram nessa escolha um retrocesso. Nostalgias à parte, é inegável que o novo modelo introduziu uma exigência forte para a consistência de experimentos democráticos: não bastam as regras formais – indispensáveis – do jogo; exige-se um componente de justiça social. Assim, a expectativa, nas sociedades democráticas, é a de que liberdade e usufruto generalizado de condições de vida dignas andem ao par.

O estado democrático de bem-estar social e de garantia de direitos individuais implantou-se apenas em sociedades de tipo capitalista. Esse aspecto acrescenta mais complexidade ao amálgama: a democracia, como a praticamos, abriga lógicas díspares e por vezes contraditórias. Certa instabilidade constitui sua norma: tensões entre valores igualitários e valores orientados para o mercado parecem replicar o atrito que em cada um de nós opõe inclinações altruístas e movimentos egoístas.

De qualquer forma, viver em democracia implica usufruir de liberdades individuais, direitos políticos e direitos sociais. O pacote é complexo e vem sendo desafiado desde a década de 1970. A crise corrente, que assola países como Espanha, Itália, Grécia e Portugal, todos de algum modo vinculados ao modelo do estado social europeu, revela-se um terrível laboratório: até quando, ou até quanto, expectativas de qualidade de vida dos cidadãos podem ser reduzidas, sem quebra do contrato democrático básico? 

### RENATO LESSA

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



MESTRADO E DOUTORADO

**PUC-SP**

O CONHECIMENTO  
EM PESSOA.



MESTRADO E DOUTORADO  
INSCRIÇÕES: 01/10 A 30/10

**(11) 3670-8526**  
**[www.pucsp.br/pos](http://www.pucsp.br/pos)**



pucsp.official



@puc\_sp



**PUC-SP**

SÃO PAULO - BARUERI - SOROCABA