

CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

NÚMERO 308 | VOLUME 52 | OUTUBRO 2013 | R\$ 10,95



NANOTECNOLOGIA

Relatos históricos omitem feitos e marcos relevantes

CÉLULAS-TRONCO

Promessa ou realidade?

ESPIONAGEM

Marco Cepik fala dos serviços de inteligência e da necessidade de aperfeiçoar proteção de dados

Sérgio Buarque de Holanda

Fronteira e arcadismo definem literatura colonial no país



Aqui tudo gira em torno da inovação.

30 e 31 outubro 2013

Quem tem visão de negócio está de olho na inovação.

Inúmeras possibilidades. Um universo de oportunidades. Empreendedores com produtos surpreendentes. Soluções tecnológicas inéditas. II Expocietec: um evento para quem busca investimentos inovadores e quer fazer parte do novo mundo dos negócios. **Inscreva-se.**

- Palestras • Painéis
- Feira • Rodadas de negócios
- Seed Fórum

9h às 20h
Entrada franca

Inscrições abertas
www.expocietec.com.br

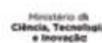
FecomercioSP – Rua Doutor Plínio Barreto, 285. Bela Vista – São Paulo – SP



Realização:



Patrocínio:



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, Cuero A. 50 A, 1193, Buenos Aires, Argentina, tels.: 005411. 4961-1824/4962-1330) e conta com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF/CNPq), e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), ISSN: 0101-8515

DIRETORIA

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

CIÊNCIA HOJE | SBPC

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

REDAÇÃO

Editora Executiva | Alicia Ivanissevich; **Editora Assistente** | 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 e Sofia Moutinho. Isadora Vilardo (estagiária); **Colaborou neste número** | Mariana Rocha; **Revisoras** | Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** | Theresa Coelho

ARTE | Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.

Diretora de Arte | Claudia Fleury; **Programação Visual** | Carlos Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** | Luiz Baltar; (ampersand@ampersand.com.br); **Diagramação** | João Gabriel Magalhães

SUCURSAIS

NORTE | Manaus | Coordenador científico | Ennio Candotti | End.: Museu da Amazônia – MUSA – Av. Constelação, 16, Conjunto Morada do Sol, Alexio, CEP 69060-081 Manaus, AM. Tel.: (92) 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.: (41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do Paraná

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

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

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

REPRESENTANTES COMERCIAIS

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

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

RECURSOS HUMANOS | Luiz Tito de Santana

EXPEDIÇÃO | Gerente | Adalgisa Bahri

IMPRESSÃO | EDIGRAFICA

DISTRIBUIÇÃO | FC Comercial e Distribuidora S/A

CIÊNCIA HOJE | Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ Tel.: (21) 2109-8999 – Fax.: (21) 2541-5342 | Redação (cienciahoje@cienciahoje.org.br)

A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, fundada em 1948, é uma entidade civil sem fins lucrativos, voltada para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país. **Sede nacional:** Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP. Tel.: (11) 3355-2130.



APOIO:



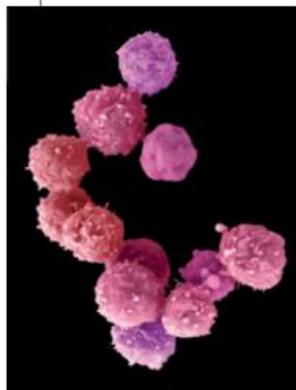
CÉLULAS-TRONCO: AINDA UM DESAFIO

Paralisia, diabetes, cegueira, doenças cardíacas e neurológicas. Muitas condições e enfermidades já foram alvo de tratamentos promissores com células-tronco e grande quantidade de recursos foi alocada para a pesquisa na área desde que elas se tornaram vedetes no final dos anos 1990. Mas o que pode ser oferecido de concreto para pacientes ou familiares que apostam no enorme potencial propalado pela mídia e pela comunidade científica?

No artigo de capa desta edição, a geneticista Lygia da Veiga Pereira, coordenadora do Laboratório Nacional de Células-tronco Embrionárias, apresenta um quadro objetivo da pesquisa atual, buscando aplacar a ansiedade e frustração geradas pela desinformação.

Em seu relato, mostra que, se ainda não há terapias disponíveis, existem avanços importantes que permitem manter a esperança de que os benefícios aparecerão em breve.

A redação



CAPA: STEVE GSCHMEISSNER / SCIENCE PHOTO LIBRARY / GLOW IMAGES

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

CH ON-LINE	3	
O LEITOR PERGUNTA	4	Por que não existem alimentos naturais de cor azul? Como se formam e de que são feitos os cristais? A escova progressiva faz mal à saúde?
ENTREVISTA	6	ESPIONAGEM: QUAL O LIMITE? MARCO AURÉLIO CEPIK Cientista político comenta espionagem eletrônica e afirma que país deve se precaver
EXATAMENTE	9	A 'DESINFORMAÇÃO' EM BURACOS NEGROS Hipótese sobre esses objetos cósmicos ainda desafia astrofísicos
MUNDO DE CIÊNCIA	10	
A PROPÓSITO	17	ADAPTAR OU EXADAPTAR? Evolução pode ocorrer por alteração de vias metabólicas já existentes

BIODIVERSIDADE QUEIMADA 18

Uso de lenha para cozinhar, na zona rural do Nordeste, ameaça remanescentes da mata atlântica na região
 Por Maria Joana S. Specht, Severino R. R. Pinto, Marcelo Tabarelli e Felipe P. L. Melo



18

MALHAS DE SOFRIMENTO 22

Novo modo de pensar o sistema de saúde pode ajudar a reduzir incertezas geradas em sua reestruturação
 Por Octavio Bonet

NANOTECNOLOGIA: UMA HISTÓRIA UM POUCO DIFERENTE 26

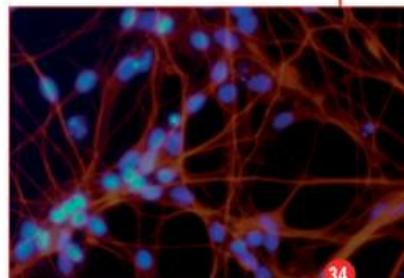
Momentos e personagens marcantes do nascimento da disciplina devem ser lembrados e valorizados
 Por Peter Schulz

ARCADISMO E FRONTEIRA 30

Ensaio inédito de Sérgio Buarque de Holanda lançam novo olhar sobre literatura do período colonial brasileiro
 Por Henrique Estrada Rodrigues

TERAPIAS COM CÉLULAS-TRONCO: PROMESSA OU REALIDADE? 34

Testes já começaram, e primeiros tratamentos com células-tronco podem estar disponíveis em breve
 Por Lygia V. Pereira



34

LINHA DO TEMPO 39

UM SÉCULO TRISTE? | Mudanças atribuídas ao século 18 nasceram no século 17

EM DIA

- 40** SECA REVISITADA | Semiárido nordestino continua a sofrer os efeitos da falta de chuvas
- 44** FRUTA EM PÓ | Novo método torna polpa de pequi e leite de babaçu disponíveis o ano inteiro
- 45** DE OLHO NO LIXO | Projeto de pesquisa monitora resíduos humanos em praias brasileiras
- 46** SOBRE MÃES, MAYARO, LEUCEMIA E CEGUEIRA | Reunião anual da Fesbe debate pesquisas recentes sobre diversas doenças
- 50** EXCREMENTOS PRECIOSOS | Estudo de fezes de múmias desvenda história das verminoses
- 52** ESCUTA SILENCIOSA | Submarino nuclear brasileiro terá sonares passivos projetados no país
- 54** IDIOMA INDÍGENA EM DEBATE | Encontro de linguistas analisa aspectos da língua pirahã

CIDADE INTEIRA

57 LINHA DE CONTINUIDADE | As cidades mudam, mas sonhos dos habitantes marcam sua continuidade

MEMÓRIA

58 UM FILTRO ESSENCIAL | Camada de ozônio na atmosfera foi descoberta há 100 anos

RESENHA

60 LEITURA IMPERDÍVEL | Resenha do livro *A Informação*, de James Gleick

CARTAS

62

QUAL O PROBLEMA

63 DE QUANTAS MANEIRAS? | Análise combinatória ajuda a resolver diferentes problemas

SOBREHUMANOS

64 A ESPÉCIE HUMANA | Livro importante sobre horror nazista será publicado no Brasil

NOTÍCIAS

GALERIA

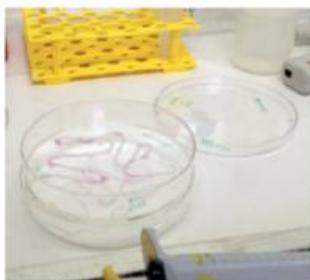
INSTITUTO CH

VÍDEO

**EXPLORAÇÃO ESPACIAL > UM PLANETA VERMELHO PARA CHAMAR DE LAR**

A *CH On-line* conversa com representante do projeto *Mars One* para conhecer melhor a iniciativa que pretende colonizar Marte e levar um grupo de humanos numa viagem sem volta ao planeta vermelho.

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



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

MEDICINA E SAÚDE > No ponto

Pesquisadores brasileiros desenvolvem fio de sutura enriquecido com células-tronco capaz de acelerar em três vezes o tempo de cicatrização dos pontos de uma operação.

A invenção promissora deve ser testada em humanos em breve.

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

PALAVREADO > *Ipsis litteris*

Linguista Sírio Possenti condena mania atual de tentar 'corrigir' expressões correntes e populares da língua para torná-las mais literais. O que dizer de 'risco de morte', 'matar a cobra e mostrar a cobra' e 'quem tem boca vaia Roma'?



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

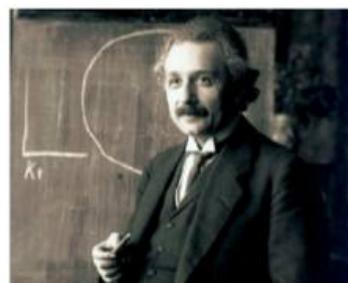
METEOROLOGIA > Das nuvens para as telas

Diretora de documentário sobre raios, que estreia este mês no cinema, fala no blogue da *CH On-line* sobre a experiência de fazer o filme, suas motivações e resultados pretendidos.

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

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA > Hora de modernizar

Ensino de física deve abordar questões controversas da mecânica quântica no ensino médio, propõem pesquisadores. Currículo baseado exclusivamente em cálculos matemáticos impediria reflexão do aluno sobre conteúdo visto em aula.



e muito mais >>>

Acompanhe a *CH On-line* também no



ANA ISABELLA IURA, POR CORREIO ELETRÔNICO

Por que não existem alimentos naturais de cor azul?

O MOTIVO É BIOQUÍMICO. Nenhum produto natural comestível tem em sua composição química algum pigmento orgânico que reflita a luz na faixa correspondente ao azul. Os alimentos que conhecemos têm em geral as cores amarela, verde e vermelha, em diferentes tons e variadas combinações. Corantes azuis podem ser obtidos a partir de plantas – o índigo, usado em roupas jeans, é originalmente extraído pela fermentação de folhas (verdes) de algumas plantas leguminosas asiáticas –, mas essas substâncias não estão presentes em plantas comestíveis.

Em alguns vegetais alimentícios, como cenoura negra, milho roxo ou frutas como mirtilo (*blueberry*, em inglês) e algumas uvas, certos compostos químicos (as antocianinas) podem dar origem a tons azulados ou arroxeados. Essas tonalidades decorrem de diferenças na estrutura das antocianinas ou da formação de complexos entre esses pigmentos e metais (como o alumínio), que modificam a cor original dos compostos (avermelhada).

A coloração dos alimentos naturais está associada ao sabor característico de cada comida. A cor amarela sugere alimentos maduros e doces, como a manga e a banana. A cor vermelha é relacionada a alimentos ácidos e adstringentes, caso do morango e da uva. A cor verde, por sua vez, parece estar associada ao sabor amargo – o do limão, por exemplo.

Paulo Cesar Stringheta

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (MG)

BENTO SENRA, POR CORREIO ELETRÔNICO

Como se formam e de que são feitos os cristais?

UM CRISTAL É UM SÓLIDO formado por conjuntos de átomos dispostos em um padrão tridimensional que se repete periodicamente no espaço, como tijolos empilhados. A propósito, as 'taças de cristal' que conhecemos são, na verdade, de vidro – material que não apresenta a organização característica de um cristal.

As dimensões dos cristais podem variar de milésimos de milímetros, como os cristais de calcita presentes na glândula pineal do cérebro humano, a alguns milímetros, como os cálculos renais (as 'pedras' nos rins) e até vários metros, como os enormes cristais de gipsita encontrados na caverna dos Cristais, em Naica, no México. Na natureza, o processo de cristalização se dá principalmente pelo resfria-

A escova progressiva faz mal à saúde?

O termo 'ESCOVA PROGRESSIVA' inicialmente foi usado para escovas com formol, mas em 2008 a Agência Nacional de Vigilância Sanitária proibiu o uso da substância em produtos alisantes em concentrações superiores a 0,2%. Até essa concentração o formol é um conservante, encontrado em diversos cosméticos, incapaz de alisar fios de cabelo. Em concentrações mais altas, pode irritar o couro cabeludo e também as mucosas ocular e respiratória do cliente e do cabeleireiro.

Hoje há diversas formas seguras de alisar os cabelos. Várias substâncias químicas podem ser usadas com esse fim: as mais seguras são tioglicolato de amônio, ácido tioglicólico, carbocisteína, guanidina e hidróxido de potássio, disponíveis em concentrações variadas em produtos alisantes.

Basicamente, o que define qual deles é o mais adequado é o tipo de cabelo. Cabelos negros, mais difíceis de alisar, requerem substâncias mais potentes,

como o hidróxido de potássio. No caso de cabelos finos ou previamente tingidos, que são frágeis e podem se tornar quebradiços com essa substância, recomenda-se tioglicolato de amônio ou ácido tioglicólico. A carbocisteína também é um produto seguro, mas não alisa completamente, só relaxa os cachos.

Estudos feitos até o presente mostram que o uso contínuo de produtos alisantes sem formol, em indivíduos não alérgicos, não causa problemas à saúde.

O cabeleireiro deve saber qual o produto mais adequado para alisamento na escova progressiva que ele usa. Mesmo assim, convém verificar se não há adição de outros produtos à fórmula comercial aplicada. Quando se adiciona formol, o odor característico é percebido pelo cliente e por quem está na área de aplicação.

Fabiane Mulinari Brenner

SERVIÇO DE DERMATOLOGIA, HOSPITAL DE CLÍNICAS,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

mento do fluido que contém o material que irá cristalizar. Cristais de quartzo podem se formar a partir do resfriamento lento do magma, a rocha fundida presente no interior da Terra.

Outro processo bastante comum – e facilmente reproduzido em laboratório – é a formação de cristais a partir de uma solução saturada do sólido em um líquido, como a água. Isso acontece nas salinas, quando a evaporação da água do mar leva à saturação da solução e resulta na formação de cristais de cloreto de sódio (o sal de cozinha).

Cientistas já criaram centenas de milhares de diferentes cristais sintéticos orgânicos, inorgânicos e 'mis-

tos', com variadas propriedades e aplicações. Algumas substâncias cristalinas naturais são bem comuns, como grãos de areia e gelo, enquanto outras são raras e podem ser muito valiosas, como algumas das chamadas pedras preciosas (diamante, rubi, esmeralda, ametista, safira, topázio e outras).

Alexandre de Oliveira Legendre

FACULDADE DE CIÊNCIAS DE BAURU,
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)

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

MARCO AURÉLIO CEPIK

ESPIONAGEM: QUAL O LIMITE?

A revelação de Edward Snowden no jornal britânico *The Guardian* sobre o monitoramento de comunicações e informações feito pelo Prism – programa de vigilância eletrônica altamente secreto mantido pela agência de segurança nacional (NSA) dos Estados Unidos desde 2007 – despertou novos questionamentos sobre os serviços de inteligência. Qual o limite para essas atividades? Elas são compatíveis com regimes democráticos? Para combater o terrorismo, é legítimo usar espionagem eletrônica e invadir a vida privada de cidadãos?

O cientista político Marco Aurélio Cepik, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), foi convidado pela *Ciência Hoje* a responder essas perguntas. Pesquisador do Núcleo de Estratégia e Relações Internacionais (Nerint) do Centro de Estudos Internacionais sobre Governo (Cegov-UFRGS), Cepik diz que é ilusão pensar que as atividades de espionagem cessarão, mas considera o momento oportuno para o Brasil extrair lições sobre a necessidade de reduzir vulnerabilidades, melhorar a proteção de conhecimentos sensíveis e infraestruturas críticas.

ALICIA IVANISSEVICH | CIÊNCIA HOJE | RJ

FOTO: ARQUIVO PESSOAL



O papel das agências de inteligência voltou à pauta de discussões com o caso [Edward] Snowden em junho passado. Mas, segundo alguns analistas, os serviços secretos sempre existiram e é ilusão pensar que as atividades de espionagem cessarão. Caberia então a cada país desenvolver meios mais eficientes para se defender da espionagem externa? De fato, é ilusão pensar que as atividades de espionagem cessarão. A inteligência é uma das atividades fundamentais de qualquer Estado, e tem reflexos diretos sobre o bem-estar de todos os cidadãos. É a partir de dados de inteligência que o Estado planeja e executa políticas públicas de defesa nacional, segurança pública e relações exteriores. Parte das atividades de inteligência diz respeito à proteção das informações que são sensíveis para a própria realização dessas políticas. Ou seja, a ideia de que cada país deve desenvolver meios efetivos de inteligência e de contrainteligência é uma faceta permanente das relações internacionais.

Em 7 de julho, reportagem do jornal *O Globo* revelou que a espionagem eletrônica norte-americana também atinge o Brasil e, em 1º de setembro, o *Fantástico* divulgou que os Estados Unidos espionaram inclusive a presidente Dilma. De acordo com a Constituição brasileira, é crime realizar inter-

ceptação de comunicações telefônicas, de informática ou telemática sem autorização judicial. Os Estados Unidos, além de desrespeitarem nossa Constituição, também estão violando normas do direito internacional, não? Quais as medidas legais que o Brasil pode tomar para se defender desse crime contra direitos fundamentais? A Constituição brasileira não tem validade em outros países. Ela se aplica apenas nos limites da jurisdição nacional. Os direitos e garantias fundamentais consagrados pela Constituição são também abarcados pela legislação penal, que proíbe e pune a interceptação de comunicações (postais, telegráficas, informáticas etc.) sem autorização judicial. Apenas pessoas físicas e jurídicas, públicas ou privadas, submetidas à jurisdição brasileira podem ser punidas por esses crimes. O que *O Globo* revelou foi um esquema bastante complexo de articulação entre empresas de telecomunicações dos Estados Unidos e empresas de telecomunicações que atuam e têm sede no Brasil no sentido de cooperar para dar acesso a metadados relativos às comunicações telefônicas que circulam por meio das respectivas infraestruturas. Isso faz com que, em caso de apuração de quebra da legislação brasileira por empresas que operam no Brasil, o Estado possa lançar mão de uma série de medidas para sua responsabilização. No plano internacional, contudo, a situação é um pouco mais complicada, porque se lida, de um lado, com agentes privados (empresas) sediados em outros países e, de outro lado, com ações oficiais de agentes e órgãos estatais.

No primeiro caso, o questionamento da legalidade das medidas de espionagem deve ser processado por meio da jurisdição de cada país. Já no segundo caso, há regimes internacionais envolvidos que lidam tanto com a proteção e a preservação da soberania dos Estados quanto com a promoção e proteção de direitos humanos fundamentais. A apuração da responsabilidade de um país por ilegalidade no plano internacional pode-se resolver tanto pela via diplomática, quanto pela via judicial (especialmente no âmbito da Corte Internacional de Justiça). Entretanto, o governo brasileiro sinalizou que pretendia buscar vias multilaterais para apurar e tratar a questão: participou de reuniões técnicas de trabalho com equipes dos dois países para esclarecer as revelações de Snowden e, de outro lado, a presidente Dilma e o ministro das Relações Exteriores disseram que a questão deve ser levada para fóruns em que se discuta governança de telecomunicações e da internet.

Qual é o limite para as atividades de inteligência? Até onde se pode justificar a invasão da vida privada? Um país poderia investigar a vida alheia de cidadãos de outros países? No plano internacional, no contexto anárquico das relações entre os países, não há limites estabelecidos. Os limites são geralmente dados pela capacidade que cada Estado tem de conduzir suas atividades de inteligên-

ESPIONAGEM INDUSTRIAL E COMERCIAL É ALGO PRATICADO ORDINARIAMENTE PELOS PAÍSES MAIS PODEROSOS CONTRA SEUS INIMIGOS, COMPETIDORES E MESMO ALIADOS. NESSA COMPETIÇÃO POLÍTICA E ECONÔMICA, OS ESTADOS MENOS DESENVOLVIDOS ESTÃO EM DESVANTAGEM

cia e de contrainteligência, ou seja, pela necessidade de neutralizar as operações de inteligência dos demais países. Esses limites são, inclusive, difíceis de precisar, uma vez que grande parte dessas atividades ocorre em segredo. Cada país, entretanto, nos termos de sua organização constitucional, tem diferentes mecanismos administrativos, institucionais, jurídicos e políticos que organizam, regulam e limitam a ação dos órgãos de inteligência. No caso brasileiro, temos a Constituição federal no topo dessa pirâmide regulatória. Temos a Lei de Acesso à Informação, determinando os diferentes níveis de acesso a dados produzidos e capturados por órgãos do Estado. Temos decretos que detalham esse arcabouço. No caso dos Estados Unidos, por outro lado, a Constituição e a legislação federal (a Lei de Controle do Crime e de Proteção das Ruas, de 1968, e a Lei de Monitoramento de Inteligência Estrangeira, de 1978) funcionam como baliza. O país é bastante claro: não há limites para ação do Estado norte-americano no que diz respeito ao monitoramento de estrangeiros fora do país. Isso se intensificou ainda mais depois do 11 de setembro, com o *Patriot Act* [Ato patriótico] que ampliou os poderes de prevenção e combate ao terrorismo internacional.

Em nome do combate ao terrorismo, é justificada a espionagem de cidadãos comuns? Essa vigilância 'autorizada' não poderia ser uma permissão disfarçada para a espionagem industrial e comercial entre países? Que riscos correm os Estados mais pobres e com menos recursos tecnológicos de segurança? Como disse, inteligência, no plano internacional, faz parte da competição política e econômica travada pelos Estados, o que significa que espionagem industrial e comercial é algo praticado ordinariamente pelos países mais poderosos contra seus inimigos, competidores e mesmo aliados. Nessa competição, os Estados menos desenvolvidos estão em desvantagem natural. É justamente isso que aconteceu no caso do escândalo da NSA: os Estados Unidos se valeram de sua posição privilegiada no que diz respeito à distribuição de infraestrutura de telecomunicações e à con-

>>>

O VAZAMENTO DE INFORMAÇÕES SOBRE AS OPERAÇÕES DE INTERCEPTAÇÃO E VIGILÂNCIA DOS ESTADOS UNIDOS CONTRA DIVERSOS PAÍSES E REGIÕES, INCLUINDO O BRASIL, DEMONSTRA QUE O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO NA ERA DIGITAL CRIA NOVOS DESAFIOS, RISCOS E OPORTUNIDADES PARA OS PAÍSES

centração de empresas de TI [tecnologia da informação] sob sua jurisdição.

O imperativo de segurança é compatível com o estado de direito, com a democracia? Quem pode ter acesso a informações secretas? A democracia diz respeito à institucionalização de mecanismos para garantir a participação e a oposição política no processo de condução dos rumos do Estado. Uma das tarefas fundamentais do Estado (ao lado da promoção do bem-estar social) é a garantia da ordem pública e da segurança nacional. O que é imperativo mesmo é que se articulem a agilidade do funcionamento dos serviços de inteligência e os mecanismos de controle democrático.

O Brasil espiona seus vizinhos da América Latina? Não tenho como saber ao certo, mas creio que não. Considerando as prioridades divulgadas publicamente dos órgãos de inteligência das forças armadas e da ABIN [Agência Brasileira de Inteligência], bem como os esforços brasileiros de construção de um processo de integração regional abrangente e fundado na confiança mútua, a espionagem propriamente dita contra os países vizinhos implicaria riscos maiores do que os eventuais benefícios. O Brasil quer garantir a manutenção e o aprofundamento da integração regional. Construção de confiança é requisito necessário para isso. O Brasil não espiona países vizinhos porque isso minaria a confiança que os demais países têm nele.

O governo britânico exigiu do *Guardian*, que fez as denúncias sobre os programas secretos de monitoramento das comunicações, que entregasse todos os arquivos em seu poder, ameaçando o jornal de processo judicial. Como fica a liberdade de imprensa? Qual a legitimidade dessas ordens governamentais? É importante que se ressalte que, em abstrato, não se pode tomar a segurança e a liberdade de imprensa como valores absolutos. Nesse caso, parece que a liberdade de imprensa foi ponderada relati-

vamente aos imperativos de segurança nacional do Reino Unido. Uma análise a respeito da legalidade da iniciativa deve levar em conta uma avaliação mais aprofundada do ordenamento jurídico do país. O que se pode dizer é que a destruição de discos rígidos conduzida sob ordem do governo britânico é inócua diante das diversas possibilidades de armazenamento de arquivos digitais que existem atualmente.

A informação no mundo de hoje vale mais do que muitas riquezas nacionais. O senhor acredita que, num futuro próximo, as guerras entre países acontecerão por disputa de informação? Se um país, por exemplo, decidir interferir no sistema informatizado de eletricidade de várias capitais e cidades de outra nação, poderá provocar um apagão generalizado, causando inúmeros prejuízos. O vazamento de informações sobre as operações de interceptação e vigilância dos Estados Unidos contra diversos países e regiões, incluindo o Brasil, demonstra que o desenvolvimento tecnológico na era digital cria novos desafios, riscos e oportunidades para os países. Na guerra e na paz, as atividades de inteligência dos Estados seguem existindo no século 21.

As atividades de inteligência dos países são uma função de seus recursos e de suas necessidades. Entre as várias missões que os órgãos de inteligência podem receber em diferentes contextos, o apoio ao planejamento de capacidades defensivas e o desenvolvimento e/ou aquisição de sistemas de armas, de acordo com o monitoramento das sucessivas inovações e dinâmicas tecnológicas dos adversários, são certamente algumas delas. Também se espera que a inteligência seja capaz de subsidiar o planejamento militar e a elaboração de planos de guerra, bem como de apoiar as operações militares de combate e outras (operações de paz, assistência, missões técnicas etc.). Finalmente, espera-se que a inteligência possa alertar os responsáveis civis e militares contra ataques-surpresa, surpresas diplomáticas e graves crises políticas internas que podem nunca ocorrer, mas para as quais os governantes preferem 'assegurar-se' em vez de arriscar.

Entretanto, vale lembrar que atos de sabotagem, ataques cibernéticos e operações de guerra eletrônica são atos de guerra, uma alternativa de alto custo para qualquer Estado. Neste episódio, o mais importante é o Brasil extrair lições sobre a necessidade de reduzir vulnerabilidades, melhorar a proteção de conhecimentos sensíveis e infraestruturas críticas. Nesse sentido, além de cobrarmos explicações do governo norte-americano, é importante termos maior explicitação governamental acerca das missões, recursos, requisitos, qualidade analítica esperada e controles democráticos das providências de contrainteligência e segurança informacional dos órgãos responsáveis no Estado brasileiro. **GR**



FOTO: DICÉRIO RODRIGUES

A perda de informação em buracos negros é perfeitamente consistente com toda a física conhecida

A 'DESINFORMAÇÃO' EM BURACOS NEGROS

“Deixai toda esperança, ó vós que entraís!” São esses os dizeres no portal do Inferno, do poeta e erudito italiano Dante Alighieri (1265-1321), na *Divina Comédia*. As mesmas palavras poderiam ser afixadas na ‘entrada’ dos buracos negros. Essas estruturas celestes de puro vácuo curvam tão intensamente o espaço-tempo – uno indissociável, formado pelas três dimensões espaciais (altura, largura e comprimento) e uma temporal – que partículas de matéria ou luz, para escapar do interior dos buracos negros, teriam que fazer o tempo andar para trás.

Assim, o destino de tudo o que adentra os domínios de um buraco negro é o de se dirigir, cada vez mais, para o centro, para, ao final, tornar-se parte integrante da singularidade que existe em seu interior: uma ‘região’ sem dimensão, onde as noções de tempo e espaço perdem o sentido.

Até 1974, acreditava-se que buracos negros fossem indestrutíveis, mas o físico inglês Stephen Hawking mostrou que eles devem literalmente evaporar, devido a efeitos quânticos. Funciona assim: o campo gravitacional na vizinhança dos buracos negros distorce o vácuo quântico – pense no vácuo quântico como sendo formado de pares de partículas (ditas virtuais) que surgem e se aniquilam tão rapidamente que não podem ser vistas. Então, por vezes, o campo gravitacional do buraco cede energia ao par, tornando reais as partículas antes virtuais. Uma das partículas do par escapa para o infinito, enquanto a outra entra no buraco, em uma trajetória especial, reduzindo a energia do buraco negro. Com essa perda de energia, buracos negros isolados devem evaporar, talvez, completamente, depois de um tempo suficientemente longo.

Segundo a teoria vigente, uma auditoria na informação presente antes do buraco se formar e depois de ele evaporar apontaria para um déficit líquido na informação final.

Alguns viram nessa diferença uma ameaça à mecânica quântica, teoria que lida com os fenômenos atômicos e subatômicos e – vale ressaltar – a mais precisa da história. Razão: segundo um teorema dessa teoria, informação nunca seria destruída ao longo da evolução de sistemas isolados. Se esse teorema fosse válido na presença de buracos negros, teríamos um paradoxo: o paradoxo da perda de informação em buracos negros.

O problema é que parte dos físicos se esquece de que esse teorema não é válido em espaços-tempos com singularidades, como as existentes no interior dos buracos negros. Levando isso seriamente em conta, conclui-se que a mecânica quântica é perfeitamente consistente com o fato de que, após a evaporação de um buraco negro, os observadores terão menos informação do que tinham inicialmente.

Lembro-me quando Hawking apareceu inesperadamente em Dublin, na Conferência Internacional de Relatividade de 2004, anunciando, sob os holofotes da imprensa mundial, que havia resolvido o pretenso paradoxo – isso, mais tarde, se mostrou falso. A última edição dessa conferência foi, em Varsóvia, este ano. Nela, houve uma seção de debates sobre o problema. A confusão ainda é grande. Novas especulações – algumas selvagens – sobre como se poderia recuperar a informação perdida dentro de buracos negros ainda são propostas. Mas, pelo menos, mais vezes têm se unido ao coro dos que afirmam que a perda de informação em buracos negros é perfeitamente consistente com toda a física conhecida.

A próxima edição da Conferência Internacional de Relatividade será daqui a três anos, em Nova York (EUA). Quem sabe, até lá, a maioria dos físicos da área esteja convencida de que o único paradoxo está relacionado com o fato de tantas pessoas chamarem, por tanto tempo, de paradoxo algo que de paradoxal nada tem. 

GEORGE MATSAS
Instituto de Física Teórica,
Universidade Estadual Paulista

DESTAQUE > MEDICINA > TRANSMISSÃO DE FLORA INTESTINAL ENTRE CAMUNDONGOS LEVA A PERDA DE PESO

Magreza contagiosa

Fica tentador relatar com as palavras acima o principal resultado de uma pesquisa recente. A técnica usada para transmitir 'magreza' pode dar origem a terapias personalizadas para o tratamento ou a prevenção da obesidade.

O experimento em questão começa assim: extraem-se bactérias da flora intestinal de gêmeas — isso é feito por meio de amostras de fezes. Mas, no caso, uma irmã é magra; a outra, obesa — isso ocorre em cerca de 5% dos gêmeos. Injetam-se esses micro-organismos no intestino de camundongos livres de micróbios.

Os roedores que receberam a flora das irmãs obesas ganharam mais peso e acumularam mais gordura, apesar de terem sido submetidos à mesma dieta e igual quantidade de comida que o grupo que recebeu as bactérias das magras.

Algo certamente alterou o metabolismo dos animais obesos. Mas o quê? A parte seguinte da pesquisa responde a essa pergunta — em um cenário que, certamente, faz surgir exclamações.

Vanessa Ridaura e colegas, da Universidade de Washington (EUA), puseram na mesma gaiola camundongos que haviam

recebido as bactérias das gêmeas magras e aqueles que as receberam das obesas.

Camundongos praticam a coprofagia — ou seja, comem fezes. Com base nessa prática, os autores do estudo perceberam que, depois de 10 dias, os roedores obesos começaram a emagrecer e também tiveram o metabolismo alterado. Os camundongos 'magros' não foram afetados — ou sejam, seguiram magros e sem alteração metabólica.

Ridaura descobriu — meio na base da tentativa e erro — que as bactérias provavelmente responsáveis pela mudança de metabolismo eram bacteroidetes, que já haviam sido associadas à magreza em estudos anteriores. Segundo os autores, essas bactérias talvez estejam ocupando nichos. Evidência, nesse sentido, é um trabalho de 2009, em que se mostrou que a diversidade de bactérias no intestino de obesos é menor do que aquela em magros.

O intestino hospeda trilhões de bactérias, que quebram as moléculas de alimentos e fabricam nutrientes a partir dos alimentos. As colônias variam de pessoa para pessoa.

FÍSICA

Preciso até o fim dos tempos

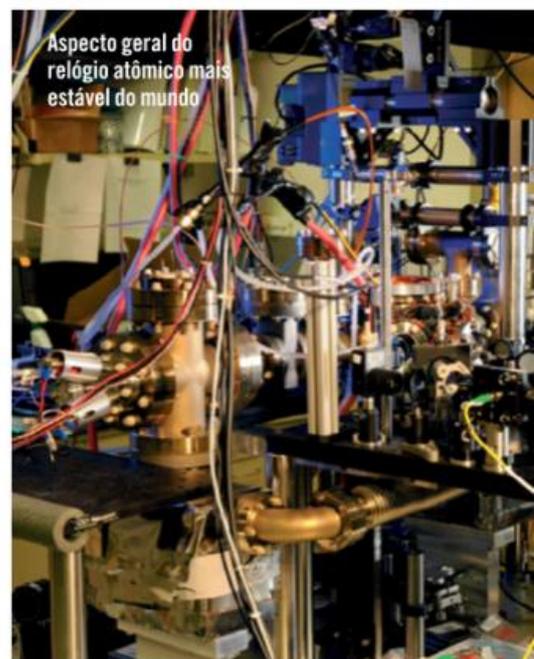
Se um dia a tecnologia desenvolvida por pesquisadores norte-americanos chegar aos relógios de pulso, então, esses admiráveis artefatos poderão marcar um tempo equivalente ao da idade do universo com uma precisão inferior a um segundo.

Por enquanto, o relógio mais preciso do mundo — esse aí da imagem — está longe de ser miniaturizado. Todo esse aparato é preciso para manter 10 mil átomos do elemento químico itérbio (Yb) resfriados a 10 milionésimos de kelvin — ou seja, muito próximo do chamado zero absoluto, um patamar inatingível no qual o objeto resfriado deixaria de ter qualquer vibração.

Os átomos de Yb ficam aprisionados em uma armadilha de luz *laser*. Um *laser* adicional, que pulsa 518 trilhões de vezes por

segundo, provoca a transição do Yb de um estado de menor energia para um de maior energia. O constante 'salto' de um estado para o outro poderia ser comparado ao tique-taque de um relógio convencional.

O relógio de itérbio, desenvolvido pelo NIST (sigla, em inglês, para Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia, dos EUA), é capaz de tiquetaquear de modo exatamente igual por um período comparável à idade do universo. "Um relógio com estabilidade de uma parte em 10^{18} [um quintilhão] poderia marcar o tempo por cerca de 14 bilhões de anos (idade do universo) com uma precisão inferior a um segundo", explica à *CH* o líder da equipe que construiu o novo relógio atômico, Andrew Ludlow. Isso é cerca de 10 vezes melhor que a es-



DEPENDE DA COMIDA Uma segunda parte do experimento colocou novamente juntos os dois grupos de camundongos. Mas, agora, a dieta era dividida em dois tipos: i) rica em fibras e pobre em gorduras saturadas (saudável); ii) pobre em fibras e rica em gorduras saturadas (não saudável).

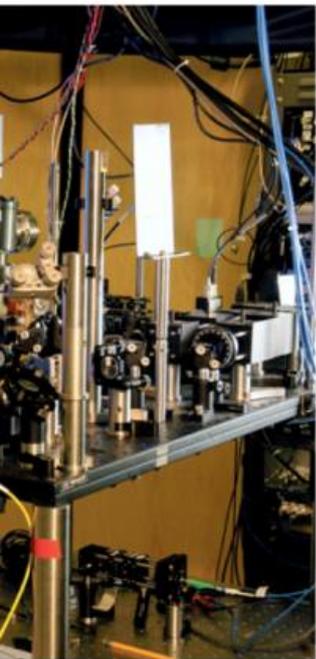
No caso da primeira dieta, os resultados foram iguais aos anteriores: camundongos magros transmitiram as bactérias para os obesos, que passaram a perder peso – e, com isso, evitaram o desenvolvimento de problemas metabólicos, que podem levar a diabetes e a doenças cardiovasculares.

Mas, quando os dois grupos foram postos juntos e a dieta era não saudável, não houve a transmissão. Ou seja, os roedores magros não puderam conferir a proteção contra o aumento de peso. Nesse caso, verificou-se que não havia bacteriódetes no intestino dos camundongos que ficaram obesos. Segundo os autores, as bactérias da magreza não conseguem se hospedar em indivíduos que não se alimentam saudavelmente. O trabalho está em *Science* (06/09/13). Ou seja, dietas não saudáveis (por exemplo, pobres em fibras) acabam inviabilizando a flora intestinal responsável pela magreza.

Um possível desdobramento desses resultados seria o desenvolvimento de terapias probióticas – micro-organismos que, na dosagem certa, fazem bem à saúde – ou à base de comidas, para levar ao intestino do indivíduo bactérias ‘emagrecedoras’.

O experimento também mostrou que os efeitos das bactérias da magreza colhidas em amostras de fezes e daquelas crescidas em laboratório foram os mesmos.

A CH já publicou texto sobre transplante de micro-organismos intestinais na edição 301.



BURROWS/ISTOCK

tabilidade de outros relógios atômicos atuais. O trabalho está em *Science* (22/08/13 *on-line*).

Para que tamanha precisão?

Em física e áreas tecnológicas, medir o tempo com tremenda exatidão é um feito importante – por exemplo, para estudar fenômenos gravitacionais, magnéticos, temperaturas etc. A confiabilidade do sistema GPS, de telecomunicações e financeiro, por exemplo, é baseada na medida muito precisa do tempo. Indústria e pesquisas sobre o meio ambiente são outros campos que precisam da medida de tempos exatos. Segundo os autores, o relógio atômico de itérbio é ideal para aplicações práticas, pois, após apenas um segundo, já está fornecendo bons resultados. Outros relógios atômicos levam até cinco dias para isso.

Minicérebro de laboratório poderá tornar o estudo do órgão mais realista



NEUROCIÊNCIAS

Minicérebro de laboratório

A imagem desta nota é um feito e tanto: um cérebro do tamanho de uma ervilha, construído em laboratório. Ele poderá ajudar a ciência a estudar, de modo mais realista, não só os mistérios desse órgão, mas também as doenças que o afetam. E, talvez, dispensar o uso de animais para esse fim.

A equipe de Juergen Knoblich, do Instituto de Biotecnologia Molecular, em Viena (Áustria), criou uma cultura de células tridimensional que se assemelha ao cérebro humano nas primeiras fases de desenvolvimento. Feito a partir de células-tronco pluripotentes humanas (CTPH) – deixadas em um meio adequado –, a estrutura, depois de cerca de 20 dias de crescimento, reproduziu várias regiões cerebrais, que, segundo os autores, influenciaram umas às outras (ver ‘Terapias com células-tronco: promessa ou realidade?’, nesta edição).

As CTPHs têm, teoricamente, a capacidade de, ao se desenvolver, gerar qualquer tecido de nosso organismo. Mas o minicérebro não tem nem a forma, nem a distribuição espacial de um cérebro humano (no mesmo grau de desenvolvimento). Além disso, as distintas regiões estão espalhadas aleatoriamente em seu volume, e o seu centro é dotado de uma região de células mortas, por falta de alimento.

Ou seja, o cérebro de laboratório e o ‘natural’ são ainda bem diferentes.

A equipe criou também um minicérebro a partir de células de um portador de microcefalia, condição neurológica em que o tamanho do órgão é inferior ao normal. Os pesquisadores foram capazes de identificar problemas por trás dessa anomalia. O artigo está em *Nature* (28/08/13).

O minicérebro poderá tornar a pesquisa sobre a estrutura do órgão e as doenças que o afetam mais realistas. E, talvez, um dia, aposentar o uso de animais como cobaias nessa área.

MANDEL FINE/ALAMY/ISTOCK

ZOOLOGIA

O novo velho conhecido

Ele era conhecido há um século e gozava de popularidade local. Mas, ao se tornar nova espécie, virou fenômeno mundial: é o primeiro mamífero carnívoro descoberto no hemisfério Ocidental nos últimos 35 anos.

A fama mundial do olinguito — esse é seu nome popular — foi alavancada, em parte, pelo fato de ele ter uma cara simpática e algo de 'ursinho de pelúcia' — para alguns, ele também tem jeito de 'gatinho'. Mas o fato é que o animal já era conhecido dos habitantes dos Andes, em uma faixa de selva na Colômbia e no Equador que contorna o estado do Amazonas — é possível que ele viva também em território brasileiro, ao norte da floresta.

Exemplares do olinguito já estavam em museus, e um deles foi exibido em zoológicos nas décadas de 1960 e 1970. Mas uma equipe do Museu Nacional de História Natural, do Instituto Smithsonian (EUA), resolveu dar uma segunda olhada no animal, concluindo que se tratava de uma nova espécie.

A reclassificação foi por acaso. A equipe do Smithsonian, liderada por Kristofer Helgen, queria fazer um estudo detalhado dos olingos, mamíferos carnívoros e arborícolas, de hábitos noturnos, que habitam a América Central e a região da floresta amazônica.

A desconfiança da equipe começou ao analisar crânios e peles em museus. Perceberam que as características do olinguito eram distintas das normalmente encontradas nos olingos. Notou-se que era uma nova espécie.

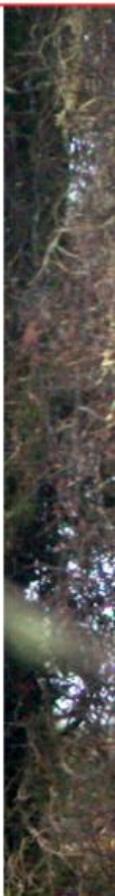
Aí, veio a pergunta crucial: esse animal ainda existia?

Uma expedição de três semanas — em conjunto com Miguel Pinto, zoólogo equatoriano — flagrou o olinguito na parte ocidental dos Andes, entre 5 mil e 9 mil metros de altitude em relação ao nível do mar.

O olinguito pesa, em média, 1 kg, tem pelo marrom alaranjado e agora nome científico: *Bassaricyon neblina* — *neblina*, pelo fato, de viver na região da floresta onde essa névoa é comum. Come preferencialmente frutas, mas sua dieta inclui também insetos e néctar. Tem um filhote por ano. Da cabeça ao final do corpo, tem 35 cm e igual tamanho de cauda. Os resultados estão na revista *ZooKeys* (15/08/13).

Como dito pelo jornal *The Guardian*, o olinguito está entre nós há muito tempo, e esperamos que ele permaneça assim. A equipe do Smithsonian já percebeu que quase metade do hábitat da nova espécie já está ocupada pela agricultura.

MAIS NO Tumblr da CH On-line: <http://goo.gl/BCAI2n>



NEUROCIÊNCIAS

Cobre e Alzheimer

Se as conclusões de um artigo sobre um fator ambiental que causa uma doença neurodegenerativa estiverem corretas, dois cenários, pelo menos, se abrirão: i) a prevenção do quadro ficará mais fácil, com base no fato de que se passou a entender melhor o mecanismo da doença; ii) será difícil praticar a prevenção, pois o tal fator é onipresente.

A doença do parágrafo anterior é o Alzheimer, marcada por perda de memória, sendo mais comum em idosos. O fator ambiental é o cobre.

A equipe de Rashid Deane, do Centro Médico da Universidade de Rochester (EUA), concluiu, a partir de seus experimentos, que o cobre é um dos principais fatores ambientais. O metal seria responsável não só por iniciar o Alzheimer, mas também por aumentar sua progressão.

Razão: o cobre, ao se acumular no cérebro, danifica o mecanismo cerebral responsável por 'limpar' o órgão da beta-amiloide, proteína que é uma das marcas da doença — em cérebros de pacientes com esse quadro, encontram-se placas de beta-amiloide.

A proteína LRP1 é um tipo de faxineira cerebral. Ela gruda na beta-amiloide e a conduz para fora do órgão. A LRP1 fica nas paredes dos vasos que levam sangue ao cérebro. E é justamente aí que se deposita o cobre, que acaba danificando (oxidando) as LRP1. Sem a faxineira, a beta-amiloide se acumula.

As LRP1 são também um tipo de porteiro na região que separa o cérebro do restante do corpo (barreira sangue-cérebro). Como elas agora estão danificadas, o próprio cobre e outros elementos furam o bloqueio e chegam ao órgão. Uma vez lá, o cobre aumenta a produção de beta-amiloide, danifica o processo de limpeza, bem como promove a aglutinação da beta-amiloide e a inflamação do órgão.

O experimento — cujos resultados estão em *PNAS* (19/08/13) — foi feito com camundongos. Os animais receberam, por três meses, cobre via água. A quantidade do metal era de apenas um décimo do patamar superior indicado como seguro pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA. Ou seja, equivalente à encontrada em uma dieta normal, dizem os autores.

Se o cobre realmente for "um dos principais fatores ambientais" a desen-





O olinguito é o primeiro mamífero carnívoro descoberto no Ocidente nos últimos 35 anos

FOTO MARK GURNEY

calear e fazer progredir o Alzheimer, ficará difícil para aquele que quiser evitá-lo. O metal está presente em frutas, carnes vermelhas, sementes (nozes, avelãs, castanhas etc.), frutos do mar, vegetais e... água e bebidas alcoólicas que tenha contato com tubulações de cobre.

Evitar o cobre? Esse elemento químico tem papel importante no organismo: formação de tecidos, condução de sinais nervosos, secreção de hormônios, crescimento dos ossos etc.

Resumo: pouco é ruim; muito é ruim.

Os autores recomendam cautela na interpretação de seus resultados. O ideal, dizem eles, é um equilíbrio entre pouco e muito cobre. Mas, até agora, não se sabe qual seria o nível correto.

Vale lembrar que algo semelhante foi dito sobre o alumínio. Especialistas levantaram essa hipótese há décadas. E muita gente passou a evitar cozinhar em panelas à base desse metal. Mas, aos poucos, ela foi descartada — apesar de, por vezes, voltar à literatura científica.



AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE / THE UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE

NEUROCIÊNCIAS

Jogo eletrônico para a memória

Se os desdobramentos imaginados pelos autores do experimento vingarem, então, em alguns anos, um idoso com perda de memória poderá sair do consultório médico com a seguinte indicação de tratamento: jogo eletrônico.

A equipe de Adam Gazzaley, da Universidade da Califórnia, em San Francisco (EUA), desenvolveu um jogo eletrônico, o NeuroRacer, que conseguiu reparar declínios cognitivos que surgem com a idade.

O jogo tinha basicamente duas versões: uma simples, na qual se apertava um botão quando se avisava na tela um círculo de certa cor, e uma versão multitarefa, na qual o jogador tinha também que usar um controle para dirigir um veículo por uma estrada. Os voluntários (total de 174) usaram toucas especiais, para medir a atividade cerebral.

O óbvio foi obtido: os mais jovens se saíram melhor que os idosos. Mas resultados interessantes começaram a surgir quando 16 voluntários, entre 60 e 85 anos, foram divididos entre três grupos: i) o primeiro jogou a versão multitarefa do NeuroRacer; ii) o segundo, a versão mais simples; iii) o terceiro grupo não jogou.

Os dois primeiros grupos jogaram uma hora por dia, três vezes por semana, por um mês, em casa. E, após esse treino, no laboratório. Antes e depois do experimento, os três grupos foram submetidos a testes padronizados para medir funções cognitivas.

Os resultados — publicados em *Nature* (05/08/13) — mostraram que os voluntários do primeiro grupo passaram a realizar melhor tarefas simultâneas quando comparados aos dois outros grupos. Eles chegaram a níveis melhores que jovens de 20 anos sem treinamento no jogo. Os ganhos cognitivos do primeiro grupo se mantiveram por cerca de seis meses depois do fim do experimento e se estenderam para funções que não foram treinadas no jogo, como atenção sustentada e memória de trabalho (ou operacional).

O segundo grupo mostrou melhoras nas funções cognitivas, apesar de inferiores à do primeiro. O terceiro grupo (grupo-controle) não apresentou reversão dos sinais de declínio mental.

Os resultados mostram que um jogo eletrônico desse tipo ajudaria a diagnosticar déficits cognitivos e a melhorar esses problemas. Há muitos jogos eletrônicos com essa função no mercado, mas, nas palavras de um especialista, a capacidade de eles fazerem mudanças cognitivas significativas e duradouras não está comprovada.

FOTO THE GAZZALEY LAB



Voluntário jogando o NeuroRacer

SINTONIA FINA

Seríamos ETs?

Se as ideias do bioquímico Steven Brenner, do Instituto Westheimer para Ciência e Tecnologia (EUA), um dia ganharem uma prova experimental indubitável, pais e professores que se defrontarem com a eterna pergunta de crianças curiosas 'De onde viemos?', terão que apontar o dedo para o céu, indicando Marte.

Os argumentos de Brenner a favor da origem marciana da vida: i) enquanto a Terra, em sua infância, era totalmente coberta por água, o planeta vermelho tinha áreas não inundadas, onde as primeiras moléculas genéticas (provavelmente, RNA, por ser menos complexo que o DNA) poderiam se desenvolver sem serem 'quebradas' pela água; ii) as rochas de Marte seriam mais oxidativas que as terrestres, e isso facilitaria a formação de moléculas com oxigênio; iii) essas moléculas com oxigênio – mais especificamente, molibdatos – evitariam que o material orgânico,

sob a ação de calor e luz, se degradassem, transformando-se em substâncias que se assemelham ao alcatrão; iv) os tais molibdatos (moléculas formadas por molibdênio e oxigênio) ajudam – como mostram experimentos de laboratório – a converter moléculas orgânicas em ribose – esta última, parte importante das moléculas da vida; daí, o nome ácido ribonucleico.

Essas moléculas complexas – ou mesmo formas primitivas de vida – teriam vindo de Marte para cá, há cerca de 3,5 bilhões de anos, carregadas por meteoritos resultantes de impactos cósmicos violentos contra a superfície marciana. Vale ressaltar que Brenner é um especialista de renome internacional em bioquímica da vida.

Problemas apontados por críticos ouvidos pela revista *Science*: i) não se sabe ao certo se a Terra era realmente toda coberta por água e se Marte tinha suas partes secas; ii) há teorias sobre a origem da vida que dispensam os

molibdatos; iii) como há troca intensa de meteoritos entre os dois planetas, pode-se pensar que a vida começou aqui, foi para lá e voltou para cá – quem contaminou quem primeiro é irrespondível.

Por sinal, onde a vida começou talvez seja uma questão sem resposta, pois seria muitíssimo difícil arrebatar provas que indicassem, sem dúvida, o berço do fenômeno. Assim, dizem especialistas, o melhor seria se deter a 'como' a vida poderia ter começado – mais simples, porém não menos complexa do ponto de vista de provas experimentais, já que o caminho partindo de uma simples molécula orgânica até uma célula é longo e cheio de dificuldades.

O jornalista Salvador Nogueira, em seu blogue 'Mensageiro Sideral', no jornal *Folha de S. Paulo* (<http://mensageirosideral.blogfolha.uol.com.br/>), levanta uma delas: teriam surgido primeiramente as proteínas,

Teríamos vindo
desse solo
vermelho?



essenciais para o metabolismo, ou o material genético, que emite as instruções para a fabricação delas? Ou seja, o ovo ou a galinha?

Brenner apresentou suas ideias na última Conferência Goldschmidt da Associação Europeia de Geoquímica, em Florença (Itália).

No final das contas, é bem provável que os dedos de pais e mestres terão mesmo, por bom tempo, que apontar para o solo deste planeta.

Vale aqui uma gota de história. As origens da astrobiologia estão em Cambridge, no Reino Unido, quando, entre meados da década de 1950 e da seguinte, três disciplinas (biologia, cosmologia/astrofísica e física de partículas) ganharam momento e se entrelaçaram. Surgiu, então, o ambiente para a astrobiologia, que buscava inicialmente a unificação das questões postas pela astrofísica e a biologia. Mais sobre assunto em: <http://bit.ly/14IC989>

tal/0524



Sem fios e... sem bateria

Os dois 'cartões de crédito com antenas' da imagem aí abaixo são a prova de que pode ser possível um mundo em que aparelhos se comunicariam entre si não só funcionando sem fios, mas também sem baterias. Os autores levaram o prêmio de melhor artigo na conferência da prestigiosa ACM (sigla, em inglês, para algo como Associação para Equipamentos de Computação), em Hong Kong, no último dia 13 de agosto.

A ideia – desenvolvida por engenheiros e cientistas da computação da Universidade de Washington (EUA) – é aproveitar as ondas eletromagnéticas que banham nosso ambiente – principalmente, nesta era das telecomunicações globais –, para delas extrair energia para equipamentos e, com isso, permitir que eles troquem informação.

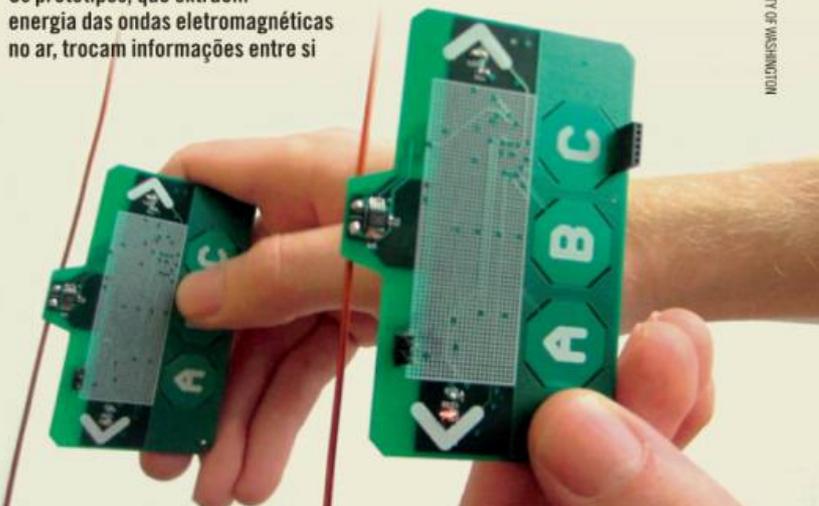
Como toda tecnologia nascente, essa vem acompanhada das promessas – as quais, a mídia, por sinal, adora incensar. A mais intrigante delas é o fato de permitir conectar à internet óculos, carteiras, chaves, roupas etc. Para isso, bastaria acoplar a esse objetos o tal processador. Perdeu os óculos? Não sabe onde deixou as chaves? Basta procurá-los na rede, com a ajuda, por exemplo, de um computador ou celular.

Sem bateria e comunicando-se entre si, sensores poderiam ser instalados em locais de difícil acesso – por exemplo, para monitorar as condições da estrutura de uma ponte – ou em lugares inóspitos e pouco visitados. A tecnologia também poderia servir como um tipo de bateria reserva em celulares, ou seja, entrariam em funcionamento quando o aparelho ficasse totalmente descarregado.

Os autores conseguiram fazer dois aparelhos sem fio e sem bateria trocarem informação com uma taxa de até mil *bits* por segundo (1 kbs). Isso só permite a troca de mensagens curtas, por exemplo. E os dois aparelhos estavam separados por apenas cerca de 2 m.

Dá para notar que falta muito para esse tipo de tecnologia se popularizar. O caminho é longo, asfaltado com muita verba para pesquisa e, nas palavras de um especialista, muita intervenção governamental para aprovações e regulamentações. Mas é bom lembrar que as invenções que hoje permeiam nosso cotidiano (lâmpadas, rádios, TVs, computadores, celulares, *laser* etc.) também se iniciaram como uma ideia – em geral, simples.

Os protótipos, que extraem energia das ondas eletromagnéticas no ar, trocam informações entre si



UNIVERSITY OF WASHINGTON



CORTESIA MIE PECH-DE-LAZE 1 PROJECTS

Made in neandertal?

O fragmento – mostrado em quatro posições distintas – pode ser parte do primeiro instrumento de osso feito na Europa. Construtores: os neandertais, extintos há cerca de 35 mil anos. A descoberta e a conclusão são de pesquisadores da Alemanha e Holanda que descobriram a peça em Abri Peyrony, sítio arqueológico no sudoeste da França.

Feito a partir de costelas de veados ou renas, o instrumento – datado como tendo entre 48 mil e 41 mil anos – serviria para polir e impermeabilizar o couro por fricção constante – daí a ponta arredondada. Um similar é usado ainda hoje na indústria.

Segundo os autores, em artigo na *PNAS* (27/08/13), a invenção não teve influência do homem moderno (*H. sapiens*). E vão além: defendem que o *H. sapiens* pode ter aprendido a fazer instrumentos de osso com os neandertais. Essas conclusões foram recebidas com ceticismo por especialistas.



FOTO: CACERO RODRIGUES

A exadaptação constitui um verdadeiro “ás na manga” da evolução, uma maneira de inovar a partir de acervo previamente disponível em determinado organismo

A história da civilização recebeu influência decisiva do tipo de alimentação que acompanhou a espécie humana de seus primórdios até os dias de hoje. Uma transição importante nessa história parece ter sido o abandono do hábito da caça e da coleta, típico dos povos nômades, e o advento da agricultura e da pecuária como estratégia de sobrevivência. Para o biólogo norte-americano Jared Diamond, foi o cultivo de uma variedade de trigo muito rica em proteínas que permitiu o surgimento das culturas neolíticas na região do Oriente Médio, o chamado Crescente fértil, há cerca de 10 mil ou 11 mil anos.

Mas esse não foi o único fator que colaborou para o sucesso dos habitantes do neolítico. No artigo 'A revolução do leite', publicado na revista *Nature* (v. 500, nº 7.460, 2013), o jornalista Andrew Curry faz interessante relato sobre uma mudança genética que teria ajudado os humanos a colonizar a Europa. Essa alteração genética, crucial para a ocupação não só do território europeu, mas do mundo inteiro, foi a tolerância à lactose – a capacidade de digerir o leite mesmo na fase adulta.

A digestão do leite depende fundamentalmente da enzima lactase. Esta quebra a lactose, principal açúcar do leite, gerando glicose e galactose. O problema é que, com o tempo, o gene responsável pela lactase se desliga, e com isso a lactose deixa de ser metabolizada. Em humanos, o desligamento ocorre aos sete ou oito anos e, para os indivíduos sem a lactase, a lactose não só deixa de ser um nutriente como se torna quase um veneno – é a situação conhecida como intolerância à lactose.

Estudos científicos mostram que, hoje, somente 35% dos humanos adultos digerem a lactose, como fruto da persistência da lactase. O artigo de Curry narra que essa persistência teria ocorrido recentemente, há cerca de 7,5 mil anos, a partir da produção de queijos e outros subprodutos do leite com menos lactose. A descoberta de cerâmicas perfuradas com essa idade, contendo restos de gorduras

do leite, indica seu uso como peneiras na produção de queijo e reforça essa hipótese. O processo que levou à persistência da lactase envolveu a mutação de apenas um nucleotídeo (a unidade estrutural do DNA) e teve consequências significativas, como a colonização bem-sucedida do norte da Europa, onde ainda hoje a produção de derivados do leite tem forte presença na economia.

Difícilmente se poderia prever que uma discreta mutação no genoma humano tivesse tanta repercussão na migração e subsistência da espécie. Essa mutação é um exemplo claro de adaptação que se encaixa muito bem na moderna teoria sintética da evolução darwiniana – um caso de modificação do DNA selecionada pelo ambiente. Mas o que dizer das misteriosas pré-adaptações ou exadaptações? Essa modalidade evolutiva foi comentada por Aditya Barve e Andreas Wagner, da Universidade de Zurique, em recente artigo na *Nature* (v. 500, nº 7.461, 2013). Eles defendem que a exadaptação constitui um verdadeiro “ás na manga” da evolução, uma maneira de inovar a partir de acervo previamente disponível em determinado organismo.

A exadaptação inclui casos em que certas 'invenções' evolutivas precedem seu uso mais moderno. São exemplos as penas, surgidas antes de seu emprego no voo, e as proteínas do cristalino (lente interna do olho), que originalmente eram apenas componentes do tecido conjuntivo. Barve e Wagner se concentram no metabolismo e propõem que as vias metabólicas, com suas numerosas interconexões e plasticidade, se prestam a incontáveis 'invenções' futuras. Segundo eles, as espécies têm 'armazéns' cheios de experimentos latentes, que apenas aguardam ser explorados. Ao final de seu artigo, os cientistas sugerem que, em contraste com a adaptação, cujos resultados são aleatórios, a exadaptação pode representar uma bola de cristal, que leva em conta o presente e delimita mais ou menos como será o futuro. ■

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

BIODIVERSIDADE QUEIMADA

USO DE LENHA PARA COZINHAR AMEAÇA MATA ATLÂNTICA NO NORDESTE

O simples ato de acender um fogão a gás para preparar as refeições é uma realidade distante para mais de 700 mil habitantes da região da mata atlântica do Nordeste, a porção de floresta mais ameaçada do Brasil. Essas pessoas dependem ainda, para cozinhar, de lenha retirada dos remanescentes de floresta. Já que, em média, cada indivíduo queima anualmente meia tonelada de lenha, a mata atlântica perde 350 mil toneladas de madeira por ano, em séria ameaça à conservação dos fragmentos florestais que ainda resistem nessa parte do país.

Maria Joana S. Specht

Severino R. R. Pinto

Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (Cepan)

Marcelo Tabarelli

*Laboratório de Ecologia Vegetal, Departamento de Botânica,
Universidade Federal de Pernambuco*

Felipe P. L. Melo

*Laboratório de Ecologia Aplicada, Departamento de Botânica,
Universidade Federal de Pernambuco*



A mata atlântica é o ecossistema mais rico e mais ameaçado do Brasil. Nesse cenário inglório, a situação mais grave é a do trecho mais ao norte dessa floresta, em áreas costeiras dos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte, onde restam apenas cerca de 10% da vegetação nativa original. O risco é maior nessa parcela da mata atlântica porque a região apresenta uma das maiores densidades populacionais do nordeste do Brasil.

O censo de 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), registrou pouco mais de 12 milhões de pessoas nos 271 municípios na área de ocorrência da mata atlântica ao norte do rio São Francisco. Desse total, cerca de 2 milhões foram classificados como população rural. Na região, portanto, a mata atlântica (ver 'Reduzida e sob ameaça') está cercada de gente por todos os lados e, infelizmente, uma parcela importante dessas pessoas está em situação de pobreza. Imersas nessa combinação indesejável de pobreza e degradação ambiental estão dezenas de espécies de aves, anfíbios, répteis e plantas, muitas já criticamente ameaçadas de extinção.

É nesse cenário que, ao longo de mais de uma década, pesquisadores da Universidade Federal de Pernambuco e do Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (Cepan) têm feito estudos para entender como a perturbação extrema da paisagem altera a dinâmica dos remanescentes da mata atlântica, causando perda de espécies, colapso da estrutura florestal e redução de serviços ambientais importantes para o bem-estar humano.

Esses são os efeitos em grande escala, resultantes de modificações severas na estrutura da paisagem. Há, porém, outras perturbações de origem humana e de menor escala, mas contínuas e generalizadas, que podem ser descritas como crônicas: a caça, a retirada ocasional de madeira (a maior parte da madeira nobre já desapareceu) e a coleta de lenha, entre outros. Estudo recentemente concluído buscou quantificar esse 'efeito formiguinha' e trouxe dados inéditos sobre o impacto da retirada de lenha para consumo doméstico sobre a mata atlântica nordestina.

Os dados da pesquisa foram coletados de 2009 a 2011, com entrevistas sistematizadas com 270 chefes de família e medição do uso de lenha em cada casa. Foram investigadas áreas rurais, assentamentos e vilas agrícolas de usinas de açúcar em Pernambuco, na Paraíba e no Rio Grande do Norte. O estudo registrou o consumo de lenha de 67 espécies de árvores (apenas sete exóticas) e, do total da lenha utilizada, 79% vieram diretamente da mata atlântica.

Dependência da lenha A madeira foi o primeiro combustível usado pela humanidade para cozinhar alimentos. Estima-se que, hoje, no mundo, mais de 2 bilhões de pessoas ainda precisem de lenha e/ou carvão para uso doméstico. A dependência de biomassa para >>>

fins energéticos está diretamente associada à pobreza – isso acontece em geral porque não há oferta de fontes industriais de energia onde as populações mais pobres vivem ou porque elas não podem pagar por essas fontes.

Em áreas rurais próximas a fragmentos de floresta, famílias de baixa renda com frequência fazem uso direto de lenha, madeira e produtos naturais não madeireiros, além de praticar a caça. Dessas ações, a retirada de recursos madeireiros é a de maior potencial para causar danos à estrutura florestal e às populações vegetais. No Brasil, em 2010, segundo o Balanço Energético Nacional (do Ministério das Minas e Energia), cerca de 30% da energia consumida no setor residencial veio da lenha – e a contribuição do Nordeste é, sem dúvida, grande.

Neste estudo, estimamos que mais de 700 mil pessoas (pouco mais que 40% da população rural) dependem de lenha para preparar alimentos nos municípios que compõem a zona da mata do Nordeste. Usando metodologia adotada pela Organização das Nações Unidas, estimamos que uma família da área rural dos municípios estudados consome por ano, em média, 3,2 toneladas de lenha. Como as famílias da região têm, em média, 5,6 pessoas, cada pessoa consome por ano mais de meia tonelada de lenha.

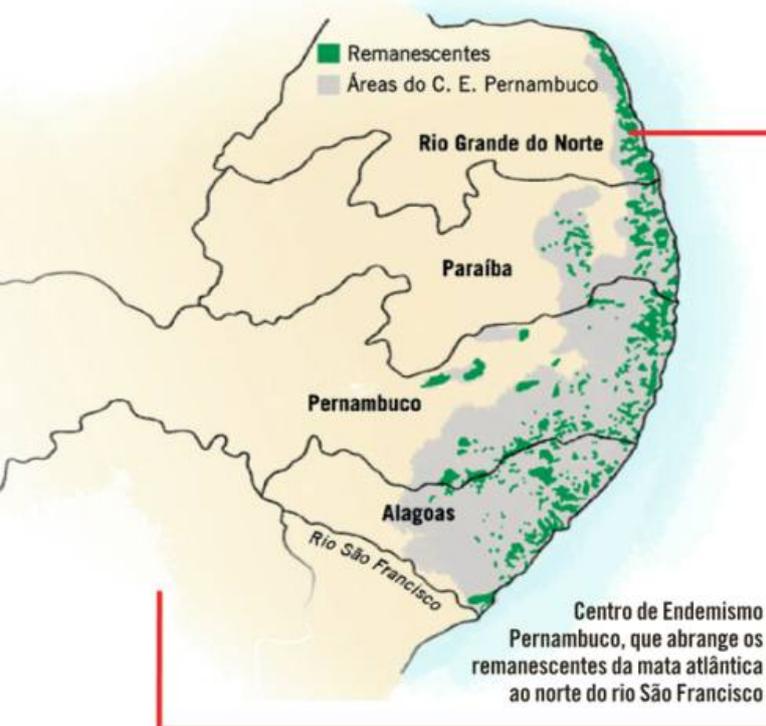
São, portanto, pouco mais de 410 mil toneladas de lenha por ano, extraídas ao acaso de fragmentos de mata atlântica e áreas de regeneração florestal. Considerando que um hectare (ha) de floresta tropical úmida contém em média cerca de 245 toneladas por hectare de biomassa acima do solo, a região perde, portanto, o equivalente, em biomassa, a 1,6 mil ha por ano.

No entanto, não são todas as famílias que vivem na zona rural do chamado Corredor de Biodiversidade do Nordeste que utilizam lenha para cozinhar. Certos fatores tornam as famílias mais suscetíveis ao uso de lenha: entre os muitos que avaliamos, verificamos forte relação entre quantidade de lenha consumida, a renda *per capita* familiar e o tamanho da família. Ou seja, quanto mais numerosa e de baixa renda, maior a probabilidade de a família consumir lenha para cozinhar.

Na classe de renda mais baixa, é frequente o uso exclusivo de lenha ou de lenha e gás combinados. Já famílias com renda mais elevada utilizam apenas gás – raramente ou nunca lenha. Em nosso estudo, o ponto de corte, em que a probabilidade de usar lenha é maior que o esperado pelo acaso, foi de 25% do salário mínimo de 2010 (em torno de R\$ 127). Famílias com renda abaixo desse valor, portanto, têm altíssima probabilidade de consumir lenha.

Na mata atlântica nordestina, pobreza e degradação florestal andam juntas. Assim, vale mencionar que 40% da população rural da região têm renda familiar *per capita* (renda de toda a família dividida pelo número de seus integrantes) mensal de R\$ 130 por mês, em média, e que um botijão de gás pode custar quase 10% da renda total de uma família. A despesa pode ser ainda maior, pois muitas vezes são acrescentados ao preço do gás os custos do transporte para comunidades mais afastadas.

Risco para a saúde A retirada seletiva de madeira para uso doméstico pode ser considerada uma ameaça crônica à floresta. Essa retirada não é contabilizada no Balanço Energético Nacional, nem pode ser avaliada por imagens de satélite, no monitoramento remoto de matas remanescentes. É uma atividade pontual e, portanto, não deve ser comparada com os impactos de desmatamento da Amazônia, por exemplo.



REDUZIDA E SOB AMEAÇA

A região onde o estudo foi realizado é conhecida como Centro de Endemismo Pernambuco e inclui todas as porções de mata atlântica restantes entre Alagoas e Rio Grande do Norte. Essa floresta, hoje reduzida e fragmentada (há milhares de fragmentos florestais menores que dois campos de futebol), ocupava originalmente nessa região uma área de 56,4 mil km². O Centro, distribuído em uma estreita faixa litorânea, abriga cinco tipos florestais e aves, plantas lenhosas, bromélias, sapos e borboletas endêmicos dessa região, ou seja, só existem ali. São registrados no Centro mais de 50% das diferentes aves (417 espécies) que ocorrem em toda a mata atlântica e ao menos 8% de todas as espécies de plantas lenhosas dessa floresta. Dados do Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (Cepan), de 2002, revelam que nessa porção da mata atlântica vivem ao menos 31 espécies de bromélias, 22 de plantas lenhosas e 25 de aves ameaçadas de extinção.

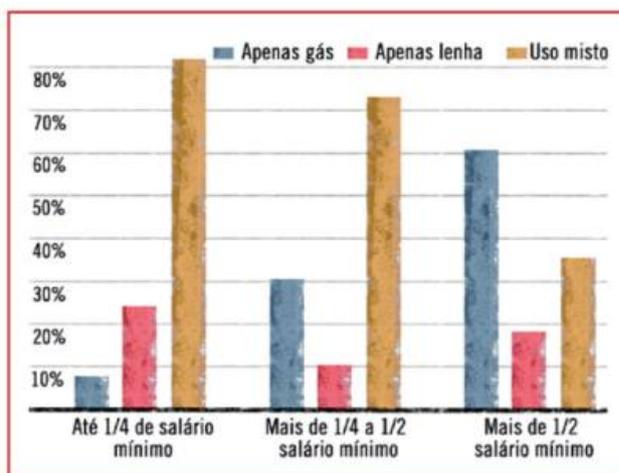
Entretanto, não podemos desprezar o fato de que mais de 350 mil toneladas de lenha são consumidas por ano pela população rural de baixa renda da zona da mata nordestina. Associadas a essa atividade, geralmente estão a caça, a abertura de trilhas e de pequenas roças, entre outras perturbações que podem não levar à perda maciça de floresta, mas deixam cicatrizes nos poucos e ameaçados fragmentos de mata atlântica do Nordeste.

Os impactos do uso da lenha – ainda não descritos adequadamente – vão além das alterações na estrutura florestal ou da perda de biodiversidade. A queima da madeira gera micropartículas que podem causar irritações e infecções nos pulmões. Na União Europeia, o limite para a inalação de partículas tóxicas do ar em ambientes externos é de 40 microgramas (μg) por m^3 , mas esse índice pode atingir 10 mil $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dentro das casas, quando se cozinha em fogão a lenha tradicional. Estima-se que a fumaça inalada por mulheres e crianças em casas com esses fogões equivale à absorvida por quem fuma dois maços de cigarro por dia.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (de 2000), a exposição à fumaça de fogões a lenha é a causa da morte prematura de 1,6 milhão de pessoas no mundo (e de 2,7% das doenças). Em fogões a lenha tradicionais, a fumaça contém os chamados ‘produtos da combustão incompleta’, nocivos à saúde: monóxido de carbono, benzeno, butadieno, formaldeído, hidrocarbonetos, óxido de nitrogênio e partículas de fuligem. Essas substâncias causam inflamações nas vias respiratórias e nos pulmões e reduzem a imunidade, em especial em mulheres e crianças. E essas pessoas ficam expostas por décadas, muitas da infância até a velhice.

Estratégias de mudança Deveriam ser criados programas para substituir a lenha nessas comunidades rurais? Um ‘vale-gás’, talvez? Não podemos esquecer que a biomassa, se usada com manejo e eficiência adequados, é uma fonte de energia renovável e neutra do ponto de vista do balanço de carbono, pois suas emissões podem ser recuperadas por regeneração da floresta, o que não ocorre com os derivados de petróleo. E muitas zonas rurais do Brasil e do mundo não dispõem de infraestrutura adequada para uma distribuição constante de gás.

Assim, reduzir o consumo de lenha (e seus efeitos sobre a mata e a saúde humana) pode ser um bom ponto de partida. Há experiências nesse sentido na Bahia e no Ceará. Em Murici (AL), o Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste e parceiros implantaram um projeto-piloto de eficiência energética. Famílias rurais vizinhas à Estação Ecológica de Murici receberam 80 fogões eficientes, que reduzem à metade o consumo de lenha, realizam combustão completa e canalizam a fumaça para fora das casas. Além disso, todos recebem informações sobre os impactos do uso da lenha na floresta e na saúde dos usuários.



Associação entre faixa de renda familiar e combustível (apenas gás, apenas lenha e ambos) usado por populações rurais da zona da mata do Nordeste: o maior consumo de gás está diretamente vinculado ao aumento da renda

Os fogões ecológicos diferem dos fogões tradicionais porque são fechados e têm câmara de combustão e chaminé, ambas projetadas para não emitir fumaça e material particulado dentro das residências. Como a queima da lenha é total, os gases lançados são menos nocivos à saúde humana e à atmosfera.

Para a floresta, os principais benefícios desses fogões são o menor consumo de lenha e a possibilidade de usar madeira vinda de poda de quintais ou restos de madeira de cerca ou de construção, evitando sua retirada de áreas de vegetação nativa. A maior eficiência (estimados cerca de 50% de redução no consumo) mantém cerca de 128 toneladas de biomassa na floresta a cada ano e reduz impactos associados, como a caça. Projetos como esse podem e devem ser complementados com estratégias que evitem o desmatamento, por meio de programas de venda de créditos de carbono que gerem renda para as comunidades rurais envolvidas. Afinal, a natureza não é inesgotável.

Sugestões para leitura

- ANHALT, J. 'Disseminação de fogões ecoeficientes no Ceará', em Brose, M. (Org.). *O pagamento por serviços ambientais: o mercado de carbono promove a inclusão social?* Goiânia, Editora da UCG, 2009.
- MOTTA, R. S.; HARGRAVE, J.; LUEDEMANN, G.; GUTIERREZ, M. B. S. (Orgs.). *Mudança do clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios*. Brasília, Ipea, 2011.
- TABARELLI, M.; PINTO, S. R. R. & LEAL I. R. 'Floresta atlântica nordestina: fragmentação, degeneração e perda de biodiversidade', em *Ciência Hoje*, n° 263, p. 36, 2009.

NA INTERNET

Aliança Global para Fogões Limpos: www.cleancookstoves.org (em inglês)

MALHAS DE

Caminhos de cuidado no novo

A nova estruturação do sistema de saúde pública proposta no país há cerca de duas décadas, com o Sistema Único de Saúde (SUS), gerou incertezas tanto entre os profissionais quanto entre os usuários. Como desfazer os mal-entendidos e implantar a noção de uma atenção à saúde descentralizada e integrada às comunidades? Parte da resposta pode estar na maneira de pensar esse atendimento: não como uma rede de estrutura estanque e definida, e sim como uma malha fluida, de linhas emaranhadas de histórias de sofrimento, que vai sendo construída com o tempo.

Octavio Bonet

*Programa de Pós-graduação em Sociologia e Antropologia,
Instituto de Filosofia e Ciências Sociais,
Universidade Federal do Rio de Janeiro*

No início da década de 1990, começou no Brasil um processo de reforma do sistema de saúde que continua até hoje. Consistiu basicamente na implantação do Sistema Único de Saúde (SUS). Esse processo transformou completamente as concepções sobre saúde e doença em que se baseavam as políticas públicas para o setor, mas também modificou a organização concreta dos serviços de saúde.

O SUS foi incorporado à Constituição de 1988 e regulamentado pelas Leis 8.080 e 8.142, ambas de 1990. Nos artigos constitucionais (196 a 200), a saúde foi definida como um direito da população e um dever do Estado. A nova proposta tinha como princípios fundamentais a universalidade, a descentralização, a territorialização e a integralidade da atenção em saúde. Esses princípios organizaram o SUS em um sistema hierarquizado de atendimento, baseado na ideia de que as práticas de saúde passariam a estar relacionadas a um território e a uma população, ambos associados a um serviço e a uma equipe de saúde.

Essa equipe deveria impulsionar uma nova concepção de práticas saneadoras, com ações integradas de promoção e prevenção. Em outras palavras, as práticas de saúde deveriam evitar o adoecer e o sofrimento. O SUS, assim, estabeleceria uma noção ampliada de saúde, na qual não se buscaria apenas tratar o indivíduo doente, mas também avaliar como ele está associado a seu bairro e a sua comunidade. Agora, importaria o contexto social

SOFRIMENTO

modelo de atenção à saúde

em que as pessoas adoecem. Essa ideia ampliada de saúde é o que se conhece como o princípio da integralidade.

A implantação do SUS implicava reorganizar as relações entre o público e o privado no setor saúde, já que o novo modelo propunha dar forte ênfase na estrutura pública desse setor e ter grande controle estatal sobre a estrutura privada. Isso levou a um período de transição e a um movimento 'antiSUS', que, em 1992, buscava manter duas características do modelo anterior: a centralização das decisões no nível da União e a fragmentação entre a assistência hospitalar e as demais ações de saúde.

As disputas entre essas duas lógicas, a centralizadora (e fragmentadora) e a descentralizadora (baseada na integralidade da atenção), mantiveram-se na primeira metade da década de 1990. A primeira era contrária a transferir poder para estados e municípios e privilegiava a atenção nos grandes hospitais, em detrimento da atenção básica nos centros de saúde periféricos. Essas duas ações levavam à fragmentação do sistema de atendimento e das ações em saúde.

A segunda lógica, ao contrário, descentralizava as decisões e o poder, ampliava a autonomia das secretarias de Saúde estaduais e municipais, e isso derivava em maior ênfase na atenção básica, que por definição buscava implantar uma visão abrangente das ações em saúde e do sistema de atenção em saúde. Assim, a descentralização se associava à integralização das ações.

Atenção integral Essa situação resultou na chamada 'reforma da reforma': a reorganização do setor por meio das normas operacionais básicas (NOB), lançadas entre 1991 e 1996. Essa reorganização enfatizava dois programas principais: o Programa de Agentes Comunitários de Saúde (PACS), iniciado em 1991, e o Programa de Saúde da Família (PSF), de 1994. A norma conhecida como NOB/96 alterou a concessão de recursos, propondo incentivos financeiros para esses dois programas.

A partir da NOB/96, o PSF se estabelece como um modelo de reestruturação das práticas de saúde, procurando, como disse em 1996 o médico Hesio Cordeiro, um dos formuladores do novo modelo, "superar a fragmentação dos cuidados com a saúde derivados da divisão social e da divisão técnica do trabalho em saúde (...) [e prestar] serviços com continuidade, no sentido de entender a totalidade das condições que determinam os problemas de saúde".

As ideias-chave para superar esse modelo segmentário seriam "uma concepção de saúde relacionada à qualidade de vida, a noção de equipe de saúde, a intervenção desta na família e na comunidade e a ação intersetorial", como resumiu o médico César Favoreto, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, em 2002. Segundo o modelo, a equipe de saúde deveria realizar o cuidado em saúde de adultos e crianças, doentes ou sãs, de forma integral e contínua, e promovendo a qualidade de vida.

COMPOSIÇÃO A PARTIR DE FOTO ROBERT ELLIOTT/SYGMA

>>>

Percebe-se que a reestruturação do SUS propôs uma ênfase no que se conhece como atenção primária para a saúde, ou atenção básica. Esta baseia-se em essência na relação contínua com os pacientes-usuários. Por essa razão, parte da equipe deve morar nas comunidades em que realiza as práticas – caso dos agentes comunitários de saúde. Também se acredita que os médicos, mesmo que não morem ali, ao longo do tempo de trabalho adquirirão o conhecimento cultural que permitirá uma prática de cuidado em saúde capaz de conciliar o saber profissional e o saber local.

Não é difícil deduzir que, para levar adiante um modelo de sistema de saúde baseado na atenção básica, como o proposto pelo Programa Saúde da Família, é preciso contar com profissionais com formação específica para lidar com pessoas de saberes e percepções diferentes. Parte das funções desses novos profissionais é explicar à população como funcionará o novo modelo. Surgem ainda novas normas de funcionamento, como, por exemplo, a diferenciação entre consulta programada (com hora marcada anteriormente) e demanda espontânea (quando o usuário precisa de um atendimento e se dirige à unidade de saúde sem consulta marcada).

O mundo da vida Em pesquisas realizadas em postos de saúde da família, percebeu-se que a implantação desse novo modelo provocou uma série de mal-entendidos entre os profissionais e os usuários, que tomaram a forma de queixas e reclamações e que dificultam a comunicação. Da parte dos profissionais, ocorrem expressões como “os usuários não entendem o sistema”, ou “aqui fazemos de tudo, menos medicina”. Da parte dos usuários, é comum ouvir “se você depende do posto, morre”, ou “a consulta programada está matando a gente”, ou “essa política da medicina de família está toda errada”. Essas afirmações e certezas aparecem regadas por emoções de desespero, raiva, desolação ou desilusão.

Pode-se perguntar: que medicina é essa, se um profissional de atenção básica, em uma unidade de saúde da família, diz que o que faz não é medicina? Que sistema de saúde é esse que os usuários não entendem? O que eles entendem para dizer que está tudo errado, ou que a consulta programada mata? Como surgiu o mal-entendido? Como um modelo de saúde que tem entre seus fundamentos a proximidade entre a população e os profissionais ficou preso nesses mal-entendidos?

Uma explicação poderia estar na ideia de que tanto os profissionais quanto os usuários estão imersos no processo de viver a vida, ou seja, eles estão no mundo. Adotar uma política de saúde e esperar que usuários e profissionais se submetam passivamente a ela é negar-lhes a possibilidades de agir, ou seja, de viver. Em outras palavras, podemos dizer que a vida resiste às políticas.

Para dar conta desse fator, o ‘mundo da vida’, é necessário olhar para os fluxos, para os processos. Não para



os processos de saúde e doença, nem para os percursos dos usuários pelo sistema de saúde, mas para o sistema de saúde como processo. É necessário considerar que, ao tomar decisões quanto ao seu sofrimento, o usuário constrói aos poucos uma história e, ao se movimentar pelo sistema de saúde, ele inclui os profissionais em sua história. Assim, nos deslocamentos pelo sistema de saúde, os usuários o vão estruturando e reestruturando, de forma que, com frequência, seu entendimento desse sistema não coincide com o dos profissionais. Nasce daí os mal-entendidos: da parte dos profissionais, os usuários não entendem o sistema; de parte dos usuários, o modelo está errado.

Quando os usuários percebem seu sofrimento (que os profissionais têm que traduzir como problema de saúde) e buscam cuidados profissionais, constroem nessa busca um itinerário que diz respeito não apenas ao problema específico, mas também ao contexto familiar e comunitário que os envolve. Esse itinerário, ou história, o levará para a rede oficial de saúde (no caso, os postos de saúde da família) e também para outras pessoas que oferecem cuidados que talvez sejam vistos como terapêuticos.

Esses outros cuidadores, que podem ser religiosos ou não, estão nas comunidades e, portanto, entremeados à rede oficial de saúde. Isso não significa que essas outras redes de cuidadores estejam constituídas, esperando para serem usadas, e sim que elas existem, que essa oferta alternativa de cuidados terapêuticos está presente como possibilidade nas histórias de vida construídas anteriormente pelo usuário e por seus familiares e vizinhos.



FOTO MARTIN WALTSCHICK, INI

FOTO ROBERT ELLIOTT-SKENE, INI

O caminho e a história do usuário dependerão dos recursos terapêuticos que ele ativará em sua busca de cuidados.

Essa busca, que pode levar os usuários para dentro ou para fora do sistema de saúde, não se transforma em escolhas antagônicas. Os itinerários de cuidados juntam, com frequência, recursos terapêuticos de ambas as redes. A rede de atenção do SUS é, assim, atravessada por inúmeros outros recursos de cuidados.

Costuma-se pensar o SUS como formando um sistema – daí seu nome. E o Programa Saúde da Família, com seus postos e suas equipes, tem que se relacionar de modo sistemático com o SUS. Mas será que as práticas cotidianas de cuidado com a saúde funcionam tão sistematicamente? Será que formam um sistema? Os fluxos de materiais, cuidados e sofrimentos das pessoas (usuários

ou profissionais) ocorrem conforme o proposto na política de saúde? Em outras palavras: não existiria uma descontinuidade entre o 'mundo da vida' e as políticas que tentam regulá-lo?

A preocupação, então, seria como dar conta dos mal-entendidos que agravam – sendo em parte produto deles e em parte suas causas – o sofrimento dos usuários. Esse sofrimento envolve dimensões biológicas e sociais. A hipertensão ou o diabetes, para mencionar duas das doenças frequentes, podem ser medidas por uma alteração nos níveis de determinada substância no sangue, mas o sofrimento associado a elas escapa a essa medição. Ele está ligado à dificuldade dos usuários na busca de melhor qualidade de vida, à dificuldade de viver a vida, à falta de perspectivas de futuro, à falta de trabalho. E também às dificuldades da busca de cuidados terapêuticos. Essa dimensão social aproxima o sofrimento dos usuários e o dos profissionais. Estes não podem, em muitas situações, dar respostas aos sofrimentos dos usuários, gerando, assim, o próprio sofrimento. Não se trata de falta de ação, mas de impossibilidade de agir para evitar o sofrimento dos usuários. E isso gera mais um mal-entendido.

Linhas emaranhadas Onde é vivido esse enredo entre profissionais e usuários? Na verdade, os itinerários de cuidados podem ser mais bem percebidos não como uma 'rede' de atenção, mas como uma 'malha' de linhas de vida. No caso da rede, as conexões seriam os postos de atenção primária à saúde, conectados por percursos sempre 'corretamente orientados' dos usuários. No outro caso, nas malhas da vida, há outros caminhos possíveis

– já não existem percursos certos, mas tentativas, ajustadas a experiências passadas, que são experimentadas timidamente na busca de cuidados.

Para fundamentar a proposta de pensar o contexto da atenção à saúde como malha, e não como rede, pode ser citado o exemplo de Carla (nome fictício), usuária do sistema no Rio de Janeiro que há quatro anos apresentou um problema que paralisou um dos seus braços (os nomes dos hospitais são omitidos por questões de ética) – caso acompanhado durante a pesquisa. Nesses anos, Carla consultou-se em três serviços: medicina de família, neurologia (este, em dois hospitais) e psiquiatria. O primeiro contato foi no serviço de medicina de família: ao acompanhar uma tia em uma consulta, a médica percebeu o problema em seu braço, e indicou uma consulta com um neurologista, mas Carla buscou esse serviço em outro hospital, porque era mais fácil marcar atendimento. No segundo hospital, recebeu o diagnóstico de que sofria de uma doença neurológica, foi medicada e mandada para casa.

Em 2011, Carla voltou ao serviço de medicina da família do primeiro hospital. Foi pedida nova consulta com um neurologista, que não confirmou o diagnóstico inicial e a encaminhou à psiquiatria. Carla compareceu às consultas, por meses, mas depois mudou-se para longe do hospital, por questões familiares. Assim, os profissionais perderam novamente o contato com a paciente, e viram isso como um escape. Esse exemplo mostra que o itinerário e o tempo da Carla parecem ter uma lógica diferente da lógica dos profissionais. Embora pareça estar fugindo deles, ela está respondendo a interesses pessoais e usando os serviços segundo esses interesses.

Esse percurso tortuoso pelos serviços, sem seguir as lógicas do sistema e dos profissionais em saúde, permite pensar no sistema como malha. Esta é mais plástica. As malhas da vida são formadas por linhas de crescimento, por linhas de fuga, que não se conectam a outros pontos, mas deixam possibilidades de conexões virtuais. As malhas da vida, onde se vivencia o sofrimento, são emaranhados de linhas, de histórias de sofrimento. Cada história, cada itinerário de cuidados, tece uma malha diferente, na qual se vive a vida. A imagem mais adequada, portanto, é a de uma teia de aranha, na qual profissionais e usuários estão capturados, mas também na qual sentem e vivenciam o sofrimento próprio e do outro. 

Sugestões para leitura

CORDEIRO, H. 'O PSF como estratégia de mudança do modelo assistencial do SUS', em *Cadernos da saúde da família*, nº 1, p. 10, 1996.

FAVORETO, C. *Programa de Saúde da Família no Brasil: do discurso e das práticas* (dissertação de mestrado). Instituto de Medicina Social, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2002.

INGOLD, T. *Being alive: essays on movement, knowledge and description*. Nova York, Routledge, 2011.

Nanotecnologia

Uma história um pouco diferente

Muitos manuais de introdução à nanotecnologia já foram escritos para divulgar essa aparentemente nova tecnologia, que estuda e manipula a matéria nas dimensões do bilionésimo de metro. No entanto, esses textos têm, em geral, uma característica comum: debruçam-se pouco sobre as origens dessa área multidisciplinar. E, quando o fazem, reforçam datas, feitos e personagens que, sob a luz de uma apuração histórica mais minuciosa, não se sustentam como marcos fundadores da área.

Mesmo que, por vezes, equivocada, essa narrativa histórica traz elementos importantes para entender e contextualizar essa atividade humana, bem como sua divulgação para o grande público.

Peter Schulz

*Faculdade de Ciências Aplicadas,
Universidade Estadual de Campinas (SP)*

A nanotecnologia baseia-se na investigação e manipulação da matéria na escala dos bilionésimos de metro – ou seja, dos nanômetros –, emprestando esforços de disciplinas vistas, até há pouco tempo, como separadas: biologia, física, química e ciências dos materiais.

Da comunidade científica ao grande público, diversos grupos, quando questionados sobre a história da nanotecnologia, parecem se contentar com poucas informações, que não variam muito de sítio para sítio da internet – caso emblemático é o do chamado Instituto Foresight.

Vejamos, então, alguns dos fatos mais disseminados sobre as supostas origens da nanotecnologia.

O marco fundador da área teria sido a palestra proferida, ainda em 1959, pelo famoso físico norte-americano Richard Feynman (1918-1988), ‘Há muito espaço lá embaixo’ – voltaremos ao assunto.

Já a palavra nanotecnologia foi cunhada, em 1974, pelo pesquisador japonês Norio Taniguchi (1912-1999). A ‘paternidade’ da tecnologia em si seria do primeiro doutor na área, o engenheiro norte-americano Eric Drexler, autor do livro *Engines of creation: the coming era of nanotechnology* (*Engenhos da criação: o advento da era da nanotecnologia*), de 1986, importante na disseminação dessa nova tecnologia para o grande público.

Naquela década, a descoberta fundamental das moléculas com 60 átomos de carbono, os fulerenos, e a invenção dos microscópios de varredura de prova – entre eles, o microscópio de força atômica, com o qual a ‘manipulação átomo a átomo’ passou a ser, de fato, possível – abririam as portas para essa nova era.

Além dessa nanotecnologia ‘moderna’, haveria também uma nanotecnologia ‘antiga’, remontando às nanopartículas

logia



de ouro e prata, dando características especiais a vidros produzidos na Roma antiga. Evidentemente, aqueles romanos não tinham ideia de que se tratava de partículas coloidais, que, hoje, são chamadas nanopartículas e – fato raramente lembrado nas várias histórias da nanotecnologia – estudadas sistematicamente pelo físico inglês Michael Faraday (1791-1867), em meados do século 19.

Espaço lá embaixo Contar a história desse modo nada acrescenta à compreensão da nanotecnologia como uma atividade humana de pesquisa e inovação, com importantes repercussões sociais. No entanto, esse pequeno conjunto de, digamos, notas de rodapé fornece excelentes pontos de partida para ir um pouco mais a fundo e construir um olhar diferente sobre o tema.

Começemos pela palestra de Feynman – Nobel de Física de 1965 –, adormecida por mais de 20 anos e transformada em uma profecia por, entre outros, Drexler – afinal, nada melhor do que um oráculo renomado para fomentar uma proposta supostamente nova.

O propósito da palestra aparecia logo no começo: “Quero falar sobre o problema de manipular e controlar as coisas na escala atômica”. E uma meta era anunciada em seguida: “Por que não podemos escrever os 24 volumes inteiros da *Enciclopédia Britânica* na cabeça de um alfinete”? Para responder a essa pergunta, Feynman encaixou uma série de elaborações conceituais que hoje soam, de fato, proféticas – e, à época, eram, sem dúvida, interessantes.

Mas seriam assim tão visionárias?

Perscrutando o contexto da época, o leitor pode chegar às próprias conclusões, lembrando que Feynman não

cita resultados científicos em sua palestra, mas certamente era uma pessoa muito bem informada.

O que se passava, então? Em 1958, foi desenvolvida a prova de conceito do circuito integrado (CI), rapidamente reconhecido como a primeira rota eficiente para miniaturização da eletrônica em escala sem precedentes. O físico e engenheiro norte-americano Jack Kilby (1923-2005) – Nobel de Física de 2000 pela invenção do CI – teria anotado, em seu caderno de laboratório, em 1958: “Miniaturização extrema de muitos circuitos elétricos pode ser alcançada, fazendo resistores, capacitores, transistores e diodos em uma única fatia de silício”.

A palavra ‘extrema’ abria as portas para a imaginação em uma época em que competições de miniaturização já eram moda – e isso antes mesmo do prêmio oferecido por Feynman em sua palestra para quem construísse o menor motor do mundo. Assim, a profecia de Feynman não era desprovida de pistas claras de que poderia ser realizada.

A palestra de Feynman tampouco influenciou diretamente o desenvolvimento da nanotecnologia, como aponta o antropólogo cultural norte-americano Chris Toumey, em seu artigo ‘Lendo Feynman no contexto da nanotecnologia’. Nele, Toumey escreve que as reais motivações de Feynman – frequentemente associadas à antecipação da nanotecnologia – vêm sendo discutidas também por historiadores da física. Mesmo assim, a palestra abriu-se para a fama, chancelada por milhares de citações.

Mas seria possível um artigo praticamente desconhecido hoje ter tido, de fato, forte influência direta no desenvolvimento da nanotecnologia?

>>>

Engenharia molecular O físico teuto-americano Arthur von Hippel (1898-2003), três anos antes da palestra de Feynman, publicou na revista *Science* um artigo-manifesto chamado 'Engenharia molecular', que abre com a pergunta: "O que é engenharia molecular?".

A resposta é a própria definição de nanotecnologia: "Em vez de tomarmos materiais pré-fabricados e tentarmos encontrar aplicações de engenharia para eles, consistentes com suas propriedades macroscópicas, podemos construir materiais a partir de átomos e moléculas para um fim desejado... [o engenheiro] pode jogar xadrez com partículas elementares de acordo com regras preestabelecidas, até que novas soluções de engenharia tornem-se aparentes".

As elaborações conceituais oferecidas pelo artigo para alcançar esse objetivo são mais modestas que as de Feynman. Porém, von Hippel ataca o problema de qual seria o arcabouço institucional para isso: "O que estamos tentando criar como resposta para essa situação são laboratórios verdadeiramente interdepartamentais para a ciência e engenharia moleculares". À época, von Hippel chefiava um laboratório no MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts), nos EUA, formado por "físicos, químicos, engenheiros elétricos e especialistas em cerâmicas, com a esperança de estabelecer alianças com engenheiros mecânicos, químicos, metalúrgicos, bem como biólogos, com o crescimento da experiência e confiança".

Assim, nota-se que von Hippel não só definiu o escopo da nanotecnologia, mas também antecipou seu ambiente de pesquisa, ou seja, aquele marcadamente interdisciplinar, como observado hoje.

O conceito de engenharia molecular foi logo usado no âmbito da microeletrônica – então nascente – como possível alternativa ao silício, atravessando as portas da indústria à época, com programas ambiciosos que, no entanto, foram revistos anos depois. As razões desse redirecionamento são discutidas no artigo 'A longa história da engenharia molecular: origens microeletrônicas da nanotecnologia', de Hyungsub Choi e Cyrus Mody. As promessas iniciais dessas alternativas acabaram esbarrando em problemas que, em parte, ainda não foram totalmente resolvidos a ponto de elas concorrerem, em condições de igualdade, com a microeletrônica – hoje, já a nanoeletrônica – convencional baseada em silício.

Apesar desse impasse inicial, as ideias ficaram no ar, e um produto delas se concretizou no ano em que a palavra nanotecnologia teria sido cunhada: em 1974, o pesquisador da IBM Ari Aviram e o químico teórico norte-americano Mark Ratner anunciam o desenvolvimento, nos laboratórios daquela empresa, de um diodo molecular, ou seja, o primeiro dispositivo eletrônico da 'engenharia molecular'.



Os anos seguintes testemunharam um despertar da eletrônica molecular, catalisado por Forrest Carter, químico norte-americano do Laboratório de Pesquisas Navais (EUA). Carter – hoje, praticamente esquecido – conheceu Feynman e buscou construir uma comunidade científica nessa área emergente, promovendo, em 1981, o primeiro Workshop Internacional sobre Dispositivos Eletrônicos Moleculares. É nesse ambiente que se forma, por exemplo, Eric Drexler.

Química dos coloides Qual é o papel de livros de divulgação no fomento de uma nova área do conhecimento? O livro de Drexler faz lembrar outro, mais antigo, *O mundo das dimensões esquecidas*, de 1914, do químico alemão Wolfgang Ostwald (1883-1943). Aqui, voltamos às partículas coloidais – cujas dimensões estão entre milionésimos e bilionésimos de metro –, que não eram mera curiosidade científica no início do século passado.

Para promover essa área do conhecimento, Ostwald dizia que "não conhecia uma área da ciência contemporânea que abordasse tantos e tão distintos campos de interesse, como a química dos coloides. É certo que a teoria atômica e a radioatividade interessam a qualquer ser humano culto. Mas são especiarias intelectuais comparadas com a química dos coloides, que é necessária para várias áreas teóricas e práticas".

Essa ciência dos coloides chegou ao clímax de sua percepção acadêmica com o prêmio Nobel de Química de 1925, para o austríaco Richard Zsigmondy (1865-1928), e, no ano seguinte, para o sueco Theodor Svedberg (1884-1971) e para o francês Jean Perrin (1870-1942) – este último, na categoria Física.

Havia, portanto, todo um projeto de pesquisa interdisciplinar que buscava aplicações tecnológicas e estava baseado em nanopartículas, como resumido pelo historiador da ciência norte-americano Gerald Holton, em seu ensaio 'Subelétrons, pressupostos e a polêmica Millikan-Ehrenhaft': "Acreditava-se, em geral, que a pesquisa dos coloides era uma grande fronteira, tanto para a ciência pura quanto para a aplicada e que poderia constituir uma ponte entre a matéria inorgânica e a orgânica. Esse campo parecia encerrar grandes promessas para a pesquisa médico-biológica e também para a indústria". Ou seja, outra

definição muito próxima das promessas e dos alcances atribuídos à nanotecnologia atualmente.

Bala mágica Associados às nanopartículas – um dos carros-chefe da nanotecnologia –, estão os sistemas de carregamento e liberação de drogas: remédios nanoparticulados encapados por um material que se associa seletivamente a células doentes, permitindo atingir apenas o alvo (a doença) com maior eficiência, necessitando, assim, de doses menores e diminuindo os efeitos colaterais. Anunciada frequentemente como uma revolução viabilizada pela nanotecnologia, essa ideia remonta ao início do século passado, com o conceito de ‘bala mágica’, do médico e cientista alemão Paul Ehrlich (1854-1915), Nobel de Medicina de 1908: remédios que vão apenas e diretamente às células doentes.

Desde então, não parou o desenvolvimento de estratégias para obter essas ‘balas mágicas’. Um caso que serve como ilustração: o artigo ‘Uso de ouro e ouro coloidal radioativo recoberto por prata na mitigação de ascites e efusões pleurais’, de 1958, publicado no *British Journal of Radiology*.

De que se tratava? Ouro radioativo tem efeito terapêutico em doenças enunciadas no artigo, mas se descobriu que chegava à região pretendida apenas quando recoberto com prata. Pode-se dizer que é um exemplo de ‘bala mágica’ viabilizada pela nanotecnologia da década de 1950 e comercializada à época.

Imperativo cultural Podemos nos perguntar o que os exemplos mencionados aqui têm em comum. Vimos que a ‘agenda contemporânea’ da nanotecnologia já havia sido proposta, pelo menos, duas vezes, antecipando tanto a estrutura de instituições interdisciplinares para levar esse projeto adiante quanto a obtenção de projetos ambiciosos de financiamento.

Richard Jones, do Departamento de Física da Universidade de Sheffield (Reino Unido), argumenta que, “em vez de pensar na emergência de um novo campo científico, a nanotecnologia seria mais bem definida como um projeto sociopolítico, resultado de influências tanto da ciência quanto de um clima político, econômico e cultural” – exatamente como nos exemplos mostrados aqui.

Assim, pode-se dizer que estamos presenciando uma ‘nova onda’ da nanotecnologia – com as primeiras ‘ondas’ não recebendo o devido crédito na mídia. Devemos, então, abordar a questão como um todo: a nanotecnologia começando, de fato, com a química dos colóides e ideias como a da ‘bala mágica’.

A nanotecnologia seria um ‘imperativo cultural’, conceito formulado pelo arqueólogo da cultura norte-americano Michael Schiffer, que ilustrou o conceito



O rádio de pilha é um exemplo notável de miniaturização bem-sucedido e que guarda certa analogia com o percurso da nanotecnologia

aplicando-o ao caso do rádio de pilha – notável exemplo de miniaturização bem-sucedido e que guarda certa analogia com o que discutimos aqui.

Imperativo cultural seria um “mandato para um desenvolvimento tecnológico”, “um produto ou ideia intensamente desejados por um grupo – seu ‘círculo eleitoral’ – e considerados inevitáveis e à espera de meios tecnológicos para tornar-se realidade”. Nesse círculo eleitoral, assumem papel de destaque os promotores da ideia (Ostwald, Von Hippel, Carter e Drexler), bem como leigos e a mídia – com veículos de difusão da ideia, como as revistas sobre rádio e eletrônica do começo do século passado, no caso analisado por Schiffer –, que contribuem para manter o interesse, além dos pesquisadores e técnicos propriamente ditos.

Um imperativo cultural pode demorar décadas até que se viabilize, podendo passar por várias rotas de desenvolvimento independentes entre si, como vem ocorrendo com a nanotecnologia. Ao se disseminar, novas rotas tendem a minimizar o papel das outras, recorrendo, às vezes, a imagens que provavelmente nunca passarão de provas de conceito, como é o caso das nanomáquinas, popularizadas nessa ‘terceira onda’ da nanotecnologia.



Sugestões para leitura

- SCHULZ, P. *A encruzilhada da nanotecnologia: inovação, tecnologia e riscos*. Rio de Janeiro, Editora Vieira & Lent (2009).
- FERNANDES, M. F. M. *História da ciência do tempo presente: o caso da nanotecnologia*. Disponível em: <http://bit.ly/15eJ3YK>
- CHOI, H. e MODY, C. C. M. ‘The long history of molecular electronics: microelectronics origins of nanotechnology’. *Social Studies of Science*, v. 39, n. 11 (2009). Disponível em: <http://bit.ly/15gt1GU>
- HOLTON, G. *A imaginação científica*. Rio de Janeiro, Zahar (1979).

NA INTERNET

Instituto Foresight (em inglês): <http://www.foresight.org/nano/history.html>

Arcadismo e fronteira

Sérgio Buarque de Holanda
e os capítulos de literatura colonial

Após a morte do historiador Sérgio Buarque de Holanda, em suas gavetas foram encontrados ensaios inéditos sobre a literatura do período colonial luso-brasileiro. Publicados algum tempo depois, esses escritos analisam as razões que levaram os poetas coloniais a representar a América lusitana como uma região de fronteira, indecisa entre uma paisagem idealizada e a realidade bruta de terras desconhecidas. Sérgio Buarque de Holanda, com esses textos, elabora uma forma inovadora de análise para essa 'literatura de fronteira'.

Henrique Estrada Rodrigues
*Departamento de História,
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro*

Em 1982, morreu Sérgio Buarque de Holanda. Nascido 80 anos antes, foi um intelectual que marcou época, embora ele próprio brincasse ter ficado mais conhecido, a partir dos anos 1960, como o “pai do Chico”. Antes de o filho músico ofuscar sua fama, porém, havia produzido uma obra de larga repercussão na crítica literária e na historiografia, a exemplo do livro *Raízes do Brasil*, publicado em 1936 e hoje com mais de 20 edições. Deixou ainda muita coisa inacabada e, de maneira surpreendente, esquecida no fundo de suas gavetas.

Desse material, a porção mais notável talvez seja a que Maria Amélia Buarque de Holanda, sua viúva, encontrou certa vez. Em 1988, entre os guardados do marido, ela se deparou com um amplo conjunto de textos. Uma rápida olhada pelo material permitiu à viúva identificar do que se tratava: muitos escritos sobre literatura colonial. Parece que Sérgio Buarque compusera largos estudos sobre obras e autores que, em território brasileiro, circularam entre o final do século 16 até as vésperas da Independência. O material não é de pequena monta.

Ali estão autores como Bento Teixeira, que desde 1580 transita entre Bahia e Pernambuco, frequenta o Colégio da Companhia de Jesus, mata a mulher, recolhe-se entre os beneditinos de Olinda e escreve o livro *Prosopopeia*. Impresso em 1601, o livro fora escrito para lisonjear os dirigentes da capitania de Pernambuco. Ali está também um autor como frei Francisco de São Carlos (1768-1829). Nascido no Rio de Janeiro, torna-se franciscano, completa cursos de filosofia e teologia, transita por São Paulo e Minas Gerais e compõe o poema sacro *A assunção*, publicado em 1819 e dedicado à Virgem Santíssima. E, entre Bento Teixeira e frei Fran-

cisco, Maria Amélia reconhece muito mais, em especial anotações sobre escritores ou correntes literárias que, atravessando o Renascimento, o Barroco e a Arcádia, fecundaram as letras no mundo colonial.

Foco no arcadismo Mas o que Maria Amélia percebeu é que a maior parte dos escritos era dedicada ao arcadismo, corrente literária que absorveu e reelaborou algo contido na própria história dessa palavra: ‘Arcádia’. Esse termo aponta, ao menos, para cinco sentidos pontuais: 1) designa uma província da Grécia antiga, concebida como território idealizado, habitado por pastores em relação harmoniosa com a natureza; 2) essa mesma paisagem ideal identifica uma imagem literária, mobilizada por amplo conjunto de poetas antigos e modernos, a exemplo do romano Virgílio (70-19 a.C.) ou do poeta lusobrasileiro Claudio Manuel da Costa (1729-1789); 3) também foi o nome dado, em 1690, a um grêmio literário fundado em Roma, em que homens de letras se reuniam para celebrar a memória da recém-falecida rainha Cristina da Suécia; 4) desde a Arcádia Romana, o termo nomeou outros grêmios literários, fundados, notadamente, na Itália e em Portugal, para congregar letrados que compartilhassem laços sociais ou gostos literários; 5) por fim, a palavra identificaria, nas Minas Gerais do século 18, um grupo de poetas que, influenciados pelos árcades romanos e lusitanos, partilharam obras e ideias sobre literatura e sobre os próprios destinos do mundo colonial, a ponto de alguns deles, como Tomás Antônio Gonzaga (1744-1810) e Cláudio Manuel da Costa, entrarem para a história como protagonistas da Inconfidência Mineira.

Como se vê, entre Bento Teixeira e Tomás Antônio, o historiador deixou na gaveta uma elaborada obra de história literária. Reconhe- >>>

cendo a importância desse legado, Maria Amélia convidou um velho conhecido de Sérgio Buarque, o crítico literário Antonio Candido, para ler e avaliar o material. Candido fez mais: editou e organizou um livro com aqueles estudos. A obra, com o título de *Capítulos de literatura colonial*, veio a público em 1991, precedida de uma introdução do próprio organizador. Nessa introdução, aliás, ele tenta decifrar os motivos que teriam levado Sérgio Buarque a, primeiro, produzir esse farto material e, segundo, deixá-lo engavetado.

Primeira parte dessa história: Sérgio Buarque se jogou nessa tarefa por conta de uma encomenda, feita na década de 1940, de uma obra sobre a literatura colonial. Ela seria publicada pela editora José Olympio como parte de um conjunto de livros (ao todo, 15 volumes) sobre a sociedade e a cultura brasileiras. Essa coleção nunca foi completada, como se percebe pelo próprio livro 'engavetado'.

Segunda parte: quanto às razões de grande parte do material ter permanecido inédito, salvo pequenos trechos publicados em jornais e no livro *Tentativas de mitologia*, Candido sugere que isso ocorreu devido a uma mudança de percurso na carreira do autor. Na segunda metade da década de 1950, de fato, Sérgio Buarque assume o cargo de professor de história da civilização brasileira na Universidade de São Paulo. Desde então, atenua seus interesses em crítica ou história literária.

Esses dois lados seriam os únicos a explicar a origem dos estudos e as razões de permanecerem no fundo da gaveta? Difícil dizer. Seja como for, o que se sabe é que Sérgio Buarque deixou para trás, ao todo, oito ensaios. Alguns estão inacabados. Outros, aparentemente, estavam prontos para publicação. Mas todos, ainda hoje, dão muito o que pensar, seja sobre o autor que os produziu, seja sobre a maneira bastante erudita de relacionar história e literatura.

Das raízes aos sertões Sobre o autor, o que se pode dizer é que o interesse pela literatura entrou cedo em sua vida. Aos 20 anos, já era conhecido nos círculos letrados de São Paulo (onde nasceu) e do Rio de Janeiro (onde vivia desde 1921). No Rio, foi correspondente dos modernistas da Semana de Arte de 1922, ocorrida no Teatro Municipal de São Paulo. Foi, sobretudo, um divulgador das obras de seus principais protagonistas, como Mário de Andrade (1893-1945) e Oswald de Andrade (1890-1954). Também ajudou a fundar, em 1924, uma revista modernista, intitulada *Estética*, que durou pouco. Sérgio Buarque, porém, continuou escrevendo resenhas e críticas literárias nos jornais. E escreveu muito, alimentando o debate sobre o valor de obras recém-publicadas, sobre os destinos do modernismo ou sobre o papel dos intelectuais na vida pública.

Desde 1936 era lembrado, antes de tudo, pelo livro *Raízes do Brasil*, no qual investigou as formas de sociabi-

lidade brasileira, das aventuras do descobrimento e da colonização até as reviravoltas provocadas pela abolição da escravatura e pela urbanização do país, na passagem do século 19 para o 20. Esse livro é muito sinuoso em suas intenções. No primeiro parágrafo, por exemplo, o historiador que busca as 'raízes' do Brasil reconhece: "Somos ainda hoje uns desterrados em nossa terra".

Talvez por isso sejam sinuosas e divergentes, ainda hoje, as interpretações desse livro. Antonio Candido, por exemplo, reconhece em sua leitura a preocupação do historiador em destacar o protagonismo do povo na história, fruto do radicalismo democrático de Sérgio Buarque. Já Leopoldo Waizbort, professor de sociologia na Universidade de São Paulo, reconhece na obra a identificação de Sérgio Buarque com uma ideologia antidemocrática e conservadora. Como um mesmo texto gerou tamanha divergência? Com a palavra o leitor que desejar ler ou reler esse livro.

O que se pode dizer é que essas divergências testemunham a vitalidade de um autor cujas raízes intelectuais ainda provocam espanto ou admiração. O mesmo pode ser dito da fase intelectual que se inicia nos anos 1940 e se estende até meados da década seguinte. Ao militante modernista, ao autor de *Raízes do Brasil* e ao estudioso da literatura colonial se soma um historiador cada vez mais especializado na análise da conquista e ocupação dos sertões do Brasil pelos colonizadores, sobretudo pelos paulistas que, entre os séculos 17 e 18, lançaram-se rumo ao interior em busca de índios para escravizar e de metais e pedras preciosas para enriquecer.

Esse é o historiador que publica *Monções* (1945) e *Caminhos e fronteiras* (1957), nos quais investiga, a partir das rotas fluviais e terrestres que serviram de passagem para o interior do Brasil, o confronto dos aventureiros com as contingências de um meio inóspito e desconhecido, adverso a condutas e hábitos vindos do Velho Mundo. É nesse contraste entre antigos costumes europeus e as imprevisíveis exigências de um continente desconhecido que o historiador concentra sua atenção.

Pois não seria com seus velhos hábitos alimentares que os colonizadores sobreviveriam meses e meses nos sertões desconhecidos; com roupas pesadas e de couro não conseguiriam atravessar com presteza alagados, pântanos e rios; sem o auxílio dos índios não aprenderiam a se orientar nas matas tropicais. Enfim, foi se despidendo de velhos costumes que os aventureiros recriaram suas formas de existência, conheceram um novo mundo e conseguiram conquistá-lo.

É certo que, aos poucos, os conquistadores implantaram rotinas e formas de vida trazidas do solo europeu. Mas o que Sérgio Buarque nota é que essa conquista não ocorreu, apenas, "a ferro e fogo". A partir de um olhar para a vida material e cultural – bem analisado por Robert Wegner no livro *A conquista do oeste* –, o historiador também reconhece, nos aventureiros, uma



Sérgio Buarque de Holanda (na imagem, em 1975) deixou textos inéditos em que analisa a literatura colonial sob uma nova perspectiva

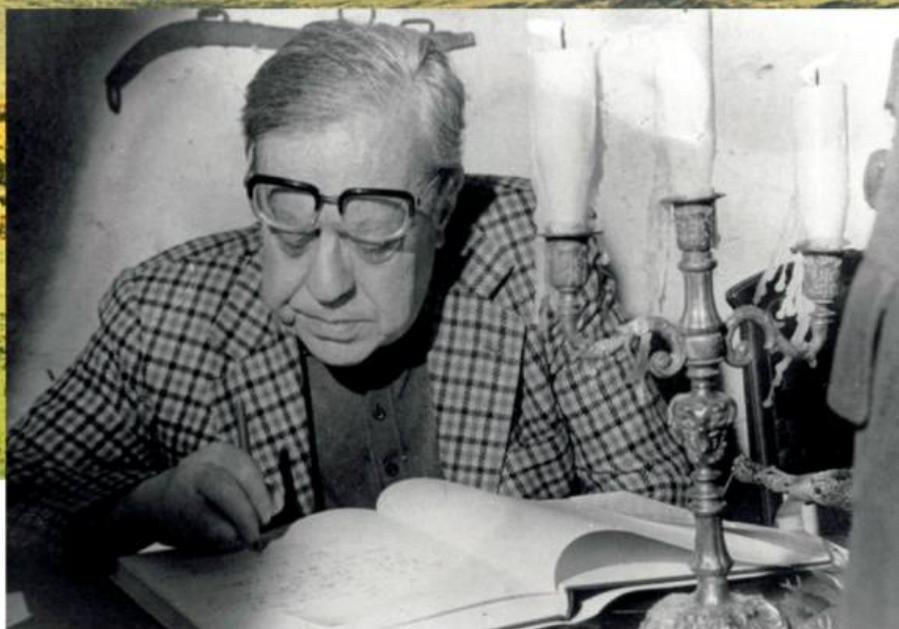


FOTO: ARQUIVO CENTRAL/ISAIR

“experiência de fronteira”, caracterizada, no prefácio do livro de 1957, dessa maneira: “Fronteira, bem entendido, entre paisagens, populações, hábitos, instituições, técnicas, até idiomas heterogêneos que aqui se defrontavam, ora a esbater-se para deixar lugar à formação de produtos mistos ou simbióticos, ora a afirmar-se, ao menos enquanto não a superasse a vitória final dos elementos que se tivessem revelado mais ativos, mais robustos ou mais bem equipados. Nessa acepção a palavra ‘fronteira’ já nos surge nos textos contemporâneos da primeira fase da colonização do Brasil”.

Perspectiva notável Enfim, todas essas histórias sobre a conquista dos sertões corriam paralelas àqueles estudos de Sérgio Buarque a respeito da história literária. E isso tem suas consequências. Interessa notar, em especial, que a poesia da época parece ser lida, em *Capítulos de literatura colonial*, como uma espécie de ‘literatura de fronteira’. Tudo se passa como se o autor reconhecesse, nas imagens literárias dos poetas coloniais, um “produto misto ou simbiótico” entre o que era visto ou sentido e o que se aprendia na leitura de antigos (como Homero ou Virgílio) e modernos (como os arcades romanos). Talvez por isso ele destacasse Cláudio Manuel da Costa.

Nascido em Minas e educado em Portugal, a obra de Cláudio Manuel representaria, de maneira exemplar, o contraste entre “o espetáculo da rudeza americana e a lembrança dos cenários europeus”, entre a paisagem ideal (aprendida na leitura dos autores favoritos) e a realidade bruta da própria terra (percebida na fadiga dos mineradores). Ou, para dizer com as palavras do poeta, citadas pelo historiador, entre “o ruído horrendo/ do tosco ferro que me vai rompendo” e os motivos árcades de uma terra cortada por rios “já de leite”.

E isso não é tudo. Nos momentos mais especulativos da obra, notadamente no capítulo ‘O ideal arcádico’, Sérgio Buarque chegou mesmo a se perguntar sobre a figura

da racionalidade que tornara possível esse modo de pensar, poeticamente, a experiência de fronteira. Motivado por essa questão, retomou autores que, na Itália do século 18, não tomaram a poesia como inimiga da razão, mas como fonte de reflexão sobre o próprio estatuto da racionalidade.

Esse foi o caso do arcade romano Gian Vincenzo Gravina (1664-1718), autor de *A razão poética* (1708), e do napolitano Giovan Battista Vico (1668-1744), cujo *Método de estudos de nosso tempo* (1709) quase se chamou, segundo o filósofo, *Sobre a conciliação do método de estudos moderno com o antigo*. Esses autores, de fato, irradiaram sua influência por todo o arcadismo.

Não por acaso, foi a partir dessas referências que Sérgio Buarque nomeou a figura da racionalidade tipicamente arcade: o “racionalismo conciliatório”. Que teóricos italianos sejam a fonte especulativa desse conceito, esse é um eixo central de sua pesquisa. Mas que tal conceito fosse mobilizado para estudar, nas imagens poéticas, as razões daquela reconciliação entre a rudeza americana e a paisagem ideal, essa é uma perspectiva notável. Sob o lastro italiano de ‘O ideal arcádico’, ou melhor, sob a chave do “racionalismo conciliatório”, os *Capítulos* constituiriam o fino ouro de uma trajetória historiográfica que, tudo leva a crer, elaborava um “método de estudos de nosso tempo” para uma literatura de fronteira. **EH**

Sugestões para leitura

- HOLANDA, S. B. *O espírito e a letra I e II*. São Paulo, Cia. das Letras, 1996.
LACERDA, S. *Metamorfoses de Homero: história e antropologia na crítica setecentista de poesia*. Brasília, Editora da UnB, 2003.
WEGNER, R. *A conquista do oeste*. Belo Horizonte, Editora da UFMG, 2000.

TERAPIAS COM CÉLULAS-TRONCO PROMESSA OU REALIDADE?

Há algum tempo as pessoas escutam ou leem notícias sobre o imenso potencial das chamadas células-tronco para o tratamento de diferentes doenças, algumas hoje incuráveis. A expectativa criada em torno desse novo tipo de terapia gera ansiedade e, às vezes, frustração, porque o tempo passa e elas não são anunciadas. Mas, se ainda não há terapias disponíveis, a ciência vem superando os obstáculos que surgiram nas pesquisas com células-tronco. Este artigo relata esses avanços, e eles permitem manter a esperança de que em breve aparecerão os benefícios.

Lygia V. Pereira

*Laboratório Nacional de Células-tronco Embrionárias,
Departamento de Genética e Biologia Evolutiva, Universidade de São Paulo*



De todas as perguntas feitas a quem pesquisa células-tronco, a mais delicada é: “Em quanto tempo essas terapias serão oferecidas a pacientes?”. A pergunta exige uma clarividência desconfortável para qualquer cientista sério, que conhece os rumos incertos da pesquisa. Além disso, a resposta deve ter um equilíbrio entre a absoluta verdade e uma boa dose de otimismo – já fui acusada de jogar “um balde de água fria nos telespectadores” ao declarar que ainda não havia qualquer terapia com células-tronco aprovada para uso em humanos... Por isso, respondo, há vários anos: “Não sei, mas tenho convicção de que nossa geração ainda se beneficiará desses estudos”.

Mas hoje, qual é o ‘estado da arte’ nessa área? Quais os estudos clínicos em andamento? O quanto avançamos na direção de usar as células-tronco para tratar doenças como lesão de medula, doença de Alzheimer e diabetes? Esse texto procura responder a essas questões.

Primeiros resultados No final dos anos 1990, a medula óssea era a grande vedete da terapia celular. Doenças do sangue já são tratadas há décadas com transplantes de medula óssea, onde as células-tronco hematopoiéticas – que produzem todas as células sanguíneas – de um doador saudável e imunologicamente compatível com o paciente são transplantadas para este,

e nele vão gerar células normais do sangue. Além disso, foi descoberto, no final dos anos 1980, que o sangue do cordão umbilical e da placenta dos recém-nascidos é rico nessas preciosas células-tronco hematopoiéticas, e assim foram criados bancos de sangue de cordão que complementam os bancos de doadores de medula óssea para o tratamento das doenças do sangue.

A grande novidade na virada do século era a possibilidade de, na medula óssea, existir outras células-tronco, capazes de regenerar órgãos – coração, fígado e até cérebro –, como sugeriam alguns trabalhos com camundongos. Assim, vários ensaios clínicos foram iniciados com essas outras células para testar a hipótese em humanos.

Dez anos depois, aprendemos que: 1) essas células-tronco não têm a versatilidade imaginada (embora alguns grupos insistam que elas podem se tornar neurônios); 2) que o mecanismo de ação mais provável dessas células é o de produzir substâncias que promovem uma autorregeneração nos diferentes órgãos para os quais são transplantadas, ou uma supressão do sistema imunológico (o que é interessante para o tratamento de doenças autoimunes, como diabetes tipo I e lúpus); e 3) infelizmente, o efeito terapêutico das células-tronco da medula óssea não é suficiente para justificar seu uso como tratamento em doenças cardíacas, lesão de medula espinhal, diabetes tipo II e epilepsia, entre outros males humanos. >>>

Uma segunda classe conhecida de células-tronco é a das chamadas células-tronco tecido-específicas, que produzem somente as células de um tecido ou órgão. As células-tronco hematopoiéticas, que dão origem às células sanguíneas, são um exemplo. Na última década, foram identificadas outras células-tronco tecido-específicas, como as do coração (que produzem células do músculo cardíaco e de vasos sanguíneos), da pele (que produzem epiderme, derme e até bulbo capilar), do cérebro (ou neurais, que produzem neurônios e glias) e da linhagem germinativa (produzem óvulos ou espermatozoides).

Essas células, existentes em pequenas quantidades nos respectivos órgãos, são responsáveis pela manutenção dos mesmos ao longo de nossa vida. No entanto, em situações extremas, como um infarto ou uma degeneração neurológica, elas não conseguem dar conta do recado. Os cientistas aprenderam como isolar as células-tronco específicas dos diferentes órgãos e multiplicá-las no laboratório, e elas já começaram a ser testadas em seres humanos, em especial as cardíacas e neurais.

Estudos clínicos de fase 1 (onde se testa a segurança do procedimento em um número pequeno de pacientes voluntários) com células-tronco cardíacas, para reverter lesões causadas por isquemias, e com células-tronco neurais, em pacientes com uma doença neurodegenerativa rara, foram publicados nos últimos dois anos. Não ocorreram, nos dois casos, efeitos adversos, e agora será realizada a fase 2, onde é avaliada a eficácia do tratamento. Em outro estudo, publicado no ano passado, células-tronco que geram espermatozoides restauraram a fertilidade em macacos, passo importante antes de o procedimento ser testado em humanos.

Células embrionárias À medida que os estudos com células da medula óssea revelavam que elas não se transformavam em músculo, neurônio ou outros tipos celulares, ganhou espaço na comunidade científica uma classe especial de células-tronco: as embrionárias. Como o nome indica, elas são derivadas de embriões – especificamente, de blastocistos, embriões com cinco dias de desenvolvimento que ainda não se implantaram no útero. Nessa fase, o embrião tem cerca de 100 células, que darão origem a todos os órgãos e tecidos do recém-nascido. Tais células, portanto, são capazes de gerar qualquer tipo de célula do nosso corpo, mas ainda não se comprometeram a se transformar em nenhuma – são as chamadas células pluripotentes.

Em 1981, o geneticista inglês Martin Evans – hoje, Sir Martin Evans, premiado com o Nobel de Medicina em 2007 – conseguiu isolar essas células de embriões de camundongo e multiplicá-las no laboratório, gerando bilhões de células pluripotentes (ver ‘Camundongos nocaute’ em CH 244). O processo criou uma fonte potencial de células extremamente versáteis para transplantes: as células-tronco embrionárias.



As células-tronco hematopoiéticas, produzidas na medula óssea, podem se transformar em células do sangue. Já são utilizadas há décadas em transplantes de medula óssea, para o tratamento de algumas doenças do sangue (leucemias e outras).

As células-tronco tecido-específicas existem em diferentes tecidos ou órgãos, como o cérebro e o coração, e podem ser usadas para gerar as células adultas que compõem essas partes do organismo. Acredita-se que possam ajudar a regenerar os órgãos dos quais se originam, quando estes sofrem lesões.



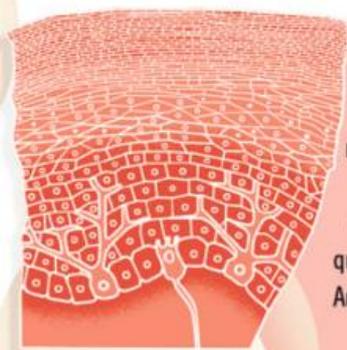
Entretanto, a injeção dessas células pluripotentes em camundongos inicia um processo desorganizado de diferenciação, originando uma massa de tipos celulares diferentes e misturados – ou seja, um tumor. E isso é a última coisa que deveria acontecer quando essas células fossem transplantadas para, por exemplo, o cérebro de um paciente com a doença de Parkinson. As células-tronco específicas de cada tecido já são naturalmente programadas para se transformar apenas em células do tecido ou órgão de onde foram retiradas – por isso sabem, a princípio, o que fazer, e podem ser injetadas nesse mesmo local. As embrionárias, porém, são tão versáteis que precisam primeiro ser domadas, para se transformar no tipo celular desejado e então ser transplantadas para o paciente. Essa é a grande dificuldade atual das terapias com células-tronco embrionárias.

Esse desafio vem sendo enfrentado com muita competência por diversos grupos de pesquisa no mundo todo. Já existem estudos que descrevem como transformar as células-tronco embrionárias especificamente em neurônios, células do coração, células produtoras de insulina, células do fígado e até células do sangue, entre outras. E mais: quando tais células especializadas, derivadas de células-tronco embrionárias, são injetadas em animais

As células-tronco embrionárias são obtidas de blastocistos, estágios iniciais do desenvolvimento de um embrião (com poucas células não diferenciadas). Elas se transformam em qualquer tipo de célula do organismo (ou seja, são pluripotentes), o que abre a possibilidade de tratamento para grande variedade de doenças e lesões.



As células-tronco pluripotentes induzidas são obtidas por uma nova técnica. O processo reprograma células adultas, de vários tecidos (da pele, por exemplo), fazendo com que retornem a um estado pluripotente. Acredita-se que possam gerar qualquer tipo de célula, com as mesmas possibilidades de uso médico das células-tronco embrionárias.



com doenças que servem de modelo para diabetes, Parkinson e lesão de medula, elas se integram ao órgão ou tecido danificado, regenerando-o e promovendo a melhora clínica do indivíduo.

Em 1998, foram isoladas e multiplicadas as primeiras células-tronco embrionárias humanas, derivadas de blastocistos humanos produzidos por fertilização em laboratório – os excedentes dos processos de reprodução assistida. Desde então, tudo o que havia sido feito com as células de camundongos foi repetido com células-tronco embrionárias humanas, mostrando que podem ser uma importante fonte de tecidos para transplantes em nossa espécie.

Por muitos anos, falei com entusiasmo da capacidade terapêutica das células-tronco embrionárias em animais, mas quando me perguntavam que doenças já eram tratadas com elas, eu tinha que admitir: nenhuma. Isso era verdade até 2010, quando foi iniciado o primeiro ensaio clínico com células produzidas a partir de células-tronco embrionárias humanas para o tratamento de lesão de medula espinhal!

Pesquisadores de uma empresa dos Estados Unidos haviam demonstrado que oligodendrócitos (um tipo de célula neural) gerados a partir das células embrionárias eram capazes de restaurar parcialmente os movimentos das pernas de ratos com lesões medulares. Eles revela-

ram ainda que aquelas células não produziam tumores nos animais, algo fundamental para terapias com células-tronco embrionárias, e assim obtiveram permissão para realizar os primeiros testes de segurança em humanos. Infelizmente, o estudo foi interrompido devido a dificuldades financeiras da empresa – sua linha de pesquisa em células-tronco foi vendida para outra empresa, que deverá prosseguir com esses estudos.

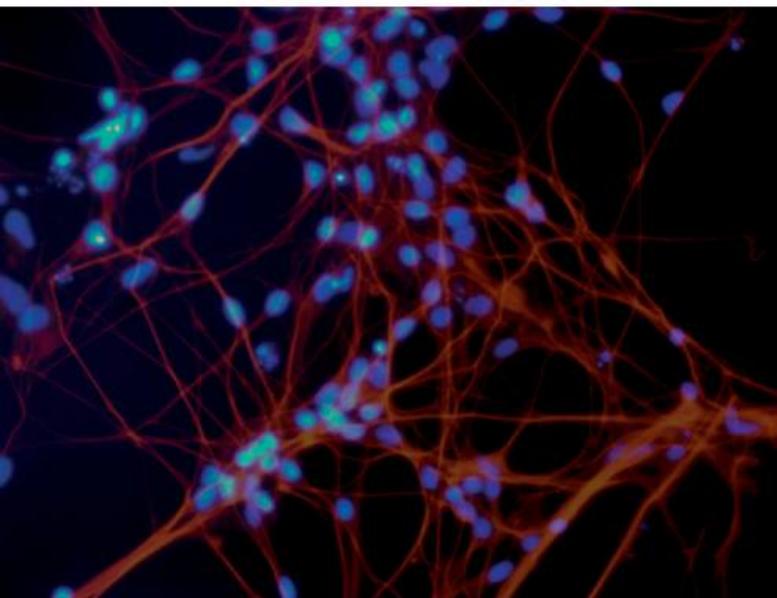
Pouco depois, outra empresa norte-americana iniciou um ensaio clínico em humanos com células da retina produzidas a partir de células-tronco embrionárias, para tratar degeneração da mácula (a área central da retina). Em 2012, foi publicado um artigo que descreve a segurança do procedimento em dois pacientes, quatro meses após os transplantes: não houve formação de tumor nem rejeição das células transplantadas.

Terapia personalizada Rejeição é uma palavra chave. Este é o segundo complicador das terapias com células-tronco embrionárias. Como o embrião pode não ser imunologicamente compatível com o paciente, as células mais especializadas geradas a partir de suas células-tronco correm o risco de ser rejeitadas pelo organismo do paciente. Por isso, os dois ensaios clínicos descritos anteriormente usaram imunossuppressores para aumentar as chances de sobrevivência das células transplantadas no paciente.

Obter células-tronco embrionárias geneticamente idênticas ao paciente resolveria a questão da compatibilidade? Sim, mas como fazer isso? Usando uma técnica desenvolvida em 2007 pelo médico e pesquisador japonês Shinya Yamanaka: a reprogramação celular. Ele desenvolveu uma forma de fazer uma célula adulta regredir ao estado de célula-tronco embrionária, e deu a essas células reprogramadas o nome de células-tronco pluripotentes induzidas (iPSCs). A técnica é relativamente simples. Tanto que, atualmente, centenas de grupos no mundo todo, inclusive no Brasil, são capazes de gerar as iPSCs, que se tornaram uma alternativa às células embrionárias. Por sua descoberta, Yamanaka recebeu o prêmio Nobel de Medicina em 2012 (ver 'Reprogramação possível' em CH 299).

Agora, é possível fazer a terapia celular personalizada: retirar células da pele ou do sangue de um paciente com, por exemplo, a doença de Parkinson, transformá-las em iPSCs, e a partir delas gerar neurônios produtores de dopamina. Estes, ao serem transplantados para o cérebro daquele paciente, não sofrerão rejeição, porque são geneticamente idênticos a ele!

A terapia personalizada tem a vantagem de driblar a questão da compatibilidade entre a célula e o paciente. Por outro lado, por ser sob medida, estima-se que terá um custo muito mais elevado do que terapias que usem as mesmas células para vários pacientes diferentes, co- >>>



Neurônios (em azul, os núcleos) produzidos a partir de células-tronco embrionárias humanas

mo no caso das terapias em teste citadas, desenvolvidas por empresas biotecnológicas norte-americanas. Nessas terapias, as células são administradas como medicamentos – o mesmo para muitos. Além disso, ainda não sabemos se as iPSCs são de fato iguais às células-tronco embrionárias, e alguns grupos alegam que elas têm muitas mutações em seu genoma, geradas pelo processo de reprogramação.

Estes são só mais desafios para as terapias com células-tronco pluripotentes, e o momento é de abrir o leque das pesquisas e investir nos diferentes modelos. O mundo vive um momento histórico nas pesquisas com essas células. Espera-se que, nos próximos cinco anos, sejam iniciados ensaios clínicos em seres humanos usando células produzidas a partir de células-tronco pluripotentes, embrionárias e iPSCs, para várias doenças, incluindo infarto, leucemia, diabetes, Parkinson e glaucoma.

A conclusão é que dentro de alguns anos serão colhidos muitos frutos de toda a pesquisa básica e clínica já feita com os diferentes tipos de células-tronco. Sabemos quais as células mais adequadas para o tratamento de cada doença e teremos os resultados dos ensaios clínicos com células-tronco tecido-específicas e pluripotentes. Assim, será possível verificar se os importantes efeitos terapêuticos observados em animais se reproduzem em humanos.

É fundamental, porém, deixar claro que essas terapias ainda estão restritas ao âmbito de pesquisa, e nenhum médico pode receitá-las aos pacientes. Hoje, o único tratamento consolidado com células-tronco é o transplante de medula óssea ou de sangue de cordão umbilical para tratar doenças do sangue (uma lista completa delas, em

inglês, está disponível na página http://bethematch.org/Patient/Disease_and_Treatment/About_Your_Disease/Learning_More_about_Your_Disease.aspx).

Mesmo assim, existe em vários países, infelizmente, um grande comércio de tratamentos com células-tronco, que explora o desespero de pacientes e familiares na busca de opções terapêuticas para doenças hoje incuráveis. Clínicas anunciam tratamentos para esclerose múltipla, lesão de medula, câncer e até Aids, valendo-se de brechas na legislação de seus países. A comunidade científica repudia com veemência essas práticas sem base experimental, que submetem pacientes a riscos desnecessários. Por enquanto, não há tratamento comprovado com células-tronco para qualquer dessas doenças – logo, na melhor das hipóteses, esses tratamentos deveriam ser tratados como terapias experimentais, e não como 'curas milagrosas'. E terapias experimentais só devem ser realizadas em instituições de pesquisa, com a aprovação de comitês de ética e sem custo financeiro para os pacientes voluntários.

Os cientistas que trabalham com células-tronco entendem e são solidários com o sofrimento e a ansiedade dos pacientes e familiares que aguardam os tão prometidos tratamentos com essas células. No entanto, é preciso primeiro averiguar se essas terapias são seguras, e depois se são de fato eficazes, antes de sua aprovação como um procedimento médico disponível para a população. **ES**

CÉLULAS-TRONCO E GENÉTICA

A autora pesquisa atualmente o estabelecimento de novas linhagens de células-tronco embrionárias humanas para uso clínico e aspectos epigenéticos da inativação do cromossomo X em humanos. Além disso, faz estudos sobre os mecanismos moleculares envolvidos na síndrome de Marfan, uma doença genética, e participa da construção de um banco de células-tronco pluripotentes da população brasileira (uma importante fonte para testes clínicos em laboratório com essas células).

Sugestões para leitura

- PEREIRA, L. V. *Células-tronco: promessas e realidades*. São Paulo, Editora Moderna (no prelo), 2013.
- REHEN, S. e PAULSEN, B. *Células-tronco. O que são? Para que servem?* Rio de Janeiro, Vieira e Lent, 2007 (disponível em formato digital).
- TAKAHASHI, K. e outros. 'Induction of pluripotent stem cells from adult human fibroblasts by defined factors', em *Cell*, v. 131(5), p. 861, 2007.
- ZAGO, M. A. e COVAS, D. T. *Células-tronco. A nova fronteira da medicina*. Rio de Janeiro, Editora Atheneu, 2006.



FOTO: OCCIO RODRIGUES

O século 17 gestou todas – ou quase todas – as grandes transformações em geral atribuídas ao século 18

UM SÉCULO TRISTE?

Algumas décadas atrás, corria entre os historiadores uma anedota. Dizia que o século 17 era um século triste, por se achar entre o século 16 – ainda embebido de Renascimento – e o século 18, o das Luzes. Numa ponta, Maquiavel, Erasmo, Lutero, Calvino, Rafael, Michelangelo. Na outra, Hume, Voltaire, Mozart, Beccaria, Montesquieu, Rousseau. Por mais absurda e anacrônica que fosse a formulação, ela expressava uma ideia então vigente: a de que no século 17 houve um sério desvio de rota e o caminho do homem rumo à liberdade de espírito se trincou, em meio aos abismos da intolerância religiosa e da excessiva centralização do poder monárquico. Perdeu-se o nexo que uniria dois extraordinários polos de luz, o Renascimento e a Ilustração, semelhantes em muitos pontos.

Paul Hazard (1878-1944), historiador francês da literatura e das manifestações culturais, foi um dos primeiros a se levantar contra essa perspectiva simplificadora e estereotipada. Em *A crise da consciência europeia*, obra-prima que só agora ganha tradução no Brasil, Hazard mostrou que o século 17 gestou todas – ou quase todas – as grandes transformações em geral atribuídas ao século 18. O grande momento de viragem situou-se entre 1680 e 1715. Como tudo em história, as mudanças não se fizeram do dia para a noite, nem de modo irreversível, mas abarcaram praticamente todos os domínios da atividade humana: as crenças, os costumes, o método de investigação, as formas de governo, os gostos.

Hoje, renomados estudiosos da Ilustração, como o britânico Jonathan Israel e a norte-americana Dorinda Outram, recuaram as fronteiras iniciais desse movimento, adotando a perspectiva de Hazard ou, no caso de Israel, indo mais para trás ainda. O século 17, ninguém duvida, é um século extraordinário, e abrigou bem mais do que os nomes que é imperativo lembrar: Baruch Spinoza, Isaac Newton, Pierre Bayle.

Foi naquele século absolutista, contrarreformista, entrecortado por guerras longas

e terríveis – como a dos 30 anos, que destruiu a Europa central – e sacudido por revoltas generalizadas, da Inglaterra (onde se executou o rei Carlos I) à Catalunha, a Nápoles e Portugal (onde a nova dinastia dos Bragança recuperou o trono perdido em Alcácer-Quibir), que surgiu o pensamento propriamente moderno. Os grandes polos irradiadores do conhecimento deixaram de ser meridionais e mediterrânicos e passaram a ser setentrionais, as ilhas britânicas e os Países Baixos exportando ideias e costumes: o segundo capítulo da obra de Hazard chama-se, por isso, 'Do sul ao norte'.

Foi ainda no século 'triste' que os europeus começaram a viajar furiosamente, observando as culturas diferentes das suas com olhos que mais perscrutavam do que rejeitavam. E o século do 'fanatismo' religioso viu nascer a crítica bíblica – basta citar o nome de Richard Simon (1638-1712) – e a generalização da dúvida, partilhada por céticos, pirrônicos, libertinos, deístas de primeira hora. Esse século assistiu a um duelo de titãs, o de Gottfried Leibnitz (1646-1716), que desejava a união das igrejas, com Bénigne Bossuet (1627-1704), teórico do direito divino dos reis franceses. Nem Bossuet, paladino de Luís XIV, o mais absoluto dos monarcas europeus, ficou infenso à dúvida. A religião revelada achava-se irremediavelmente corroída pela razão.

Pierre Bayle (1647-1706) talvez seja o eixo do livro de Hazard, sua personagem principal. Protestante que virou católico para virar protestante de novo e terminar seus dias praticamente ateu, dardejando a Europa com seus escritos inflamados, a partir da Holanda, terra que sua França natal e intolerante o obrigou a adotar. Uma espécie de herói cético, autor do *Dicionário histórico e crítico* (1692) que inspirou a *Enciclopédia* de Diderot e D'Alembert. Um livre-pensador, mais ilustrado do que muito homem do século 18, este sim um século que acreditou na felicidade sobre a terra. **64**

LAURA DE MELLO E SOUZA

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

SECA REVISITADA

PESQUISADORES EXPLICAM ORIGEM DO FENÔMENO QUE ATINGE SEMIÁRIDO NORDESTINO E COMENTAM SUAS CONSEQUÊNCIAS SOCIOPOLÍTICAS

Sol escaldante no semiárido nordestino. A inclemência das secas há tempo arrasa a terra e a vida do sertanejo. Ainda assim, “apesar das dolorosas tradições que conhece através de um sem-número de terríveis episódios, ele alimenta a todo transe esperanças de uma resistência impossível”, narrou Euclides da Cunha (1866-1909) em *Os sertões*. Esse texto é de 1902. De lá para cá muito mudou, mas ainda hoje a complexidade do sistema climático continua

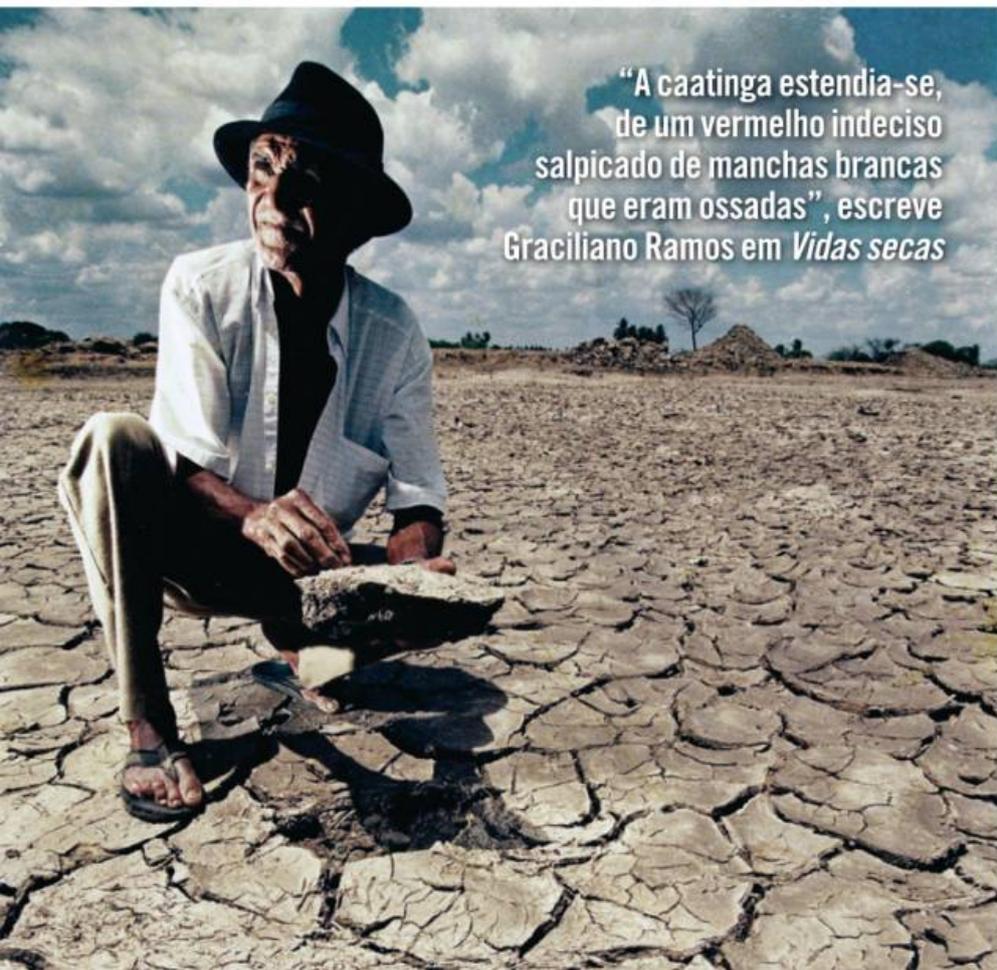
a desafiar a ciência; e as consequências da seca na região ainda nutrem acirrados debates entre acadêmicos, técnicos e gestores.

Como entender a origem das agruras climáticas que afligem o Nordeste de nosso país? “As secas costumam ser ocasionadas por dois fenômenos climatológicos de escala global”, explica o climatologista José A. Marengo, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). O primeiro deles é o El Niño. Trata-se de um aqueci-

mento incomum das águas superficiais do oceano Pacífico – o que origina, na costa oeste da América do Sul, índices de evaporação e precipitação bastante elevados. E, por incrível que pareça, essa mudança ocasional em um oceano distante é capaz de alterar, também, os padrões de circulação atmosférica no território brasileiro. Uma das consequências do El Niño é o decréscimo – por vezes radical – no regime das chuvas sobre o Nordeste de nosso país. A periodicidade desse fenômeno natural é incerta, mas ele costuma ocorrer em ciclos de dois a sete anos.

O segundo fenômeno responsável pelas sucessivas secas na região tem um nome ligeiramente mais complicado: é o que climatologistas chamam de variação do gradiente de temperatura da superfície do Atlântico Tropical. O conceito é bastante simples. De tempos em tempos, as águas do Atlântico Tropical Norte – região oceânica entre o Equador e a latitude 15° Norte – ficam mais aquecidas que as águas do Atlântico Tropical Sul – localizado entre o Equador e a latitude 15° Sul. Isso acarreta notórias alterações nas zonas de precipitação. “Onde temos águas mais quentes, há mais evaporação; e maiores taxas de evaporação favorecem a formação de chuvas”, ensina Marengo. Quando as águas do norte se aquecem, portanto, a precipitação tende a se concentrar por lá – abandonando parte do Atlântico Tropical Sul e reduzindo significativamente o índice pluviométrico do Nordeste do Brasil.

É comum confundir os conceitos de seca e estiagem. Vale o esclarecimen-



“A caatinga estendia-se, de um vermelho indeciso salpicado de manchas brancas que eram ossadas”, escreve Graciliano Ramos em *Vidas secas*

to. “O clima da região Nordeste é semiárido, o que significa que o ano é dividido em estações chuvosas e estações de estiagem”, explica Marengo. “Seca é quando não chove nos meses em que deveria chover.” No caso do semiárido nordestino, há expectativa de chuva entre janeiro e junho; e ausência de precipitação é esperada entre julho e dezembro.

“Com nossos sistemas de previsão meteorológica, somos cada vez mais capazes de prever os períodos de seca”, afirma Marengo (ver ‘Incertas, mas previsíveis’). “Mas não podemos prever seus impactos, pois a falta d’água costuma trazer sérias consequências sociais e políticas.”

LITERATURA E REALIDADE A figura clássica do retirante talvez não exista mais. O camponês castigado pela falta d’água, com seu gado magro a definhar na caatinga, é parte de um momento pretérito que, ao que tudo indica, foi superado. Pelo menos em parte. “Não vemos mais aquele êxodo em massa, como retratado em *Vidas secas*, de Graciliano Ramos [1892-1953]”, comenta o engenheiro Marcos Freitas, da Agência Nacional de Águas (ANA). Nos idos passados, levadas de nordestinos deixavam suas terras e rumavam para as grandes cidades. Hoje, no entanto, a vida dos sertanejos parece menos difícil. “Parte desse sucesso se deve às políticas governamentais de incremento de disponibilidade hídrica”, diz o engenheiro da ANA.

Açudes, cisternas, carros-pipa. São algumas das principais estratégias adotadas nas últimas décadas para atenuar a falta d’água em muitos municípios do semiárido. Méritos ao Departamento Nacional de Obras contra as Secas (Dnocs), vinculado ao Ministério da Integração Nacional (MIN). “É preciso reconhecer os avanços, sim, mas estamos distantes de uma situação ideal e ainda há muito a se fazer”, pondera Freitas.



O chamado polígono das secas envolve cerca de 1.400 municípios, nos estados de Sergipe, Alagoas, Bahia, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e Minas Gerais

Incertas, mas previsíveis

Predizer o clima e o tempo é sempre um desafio para a ciência. “Mas, no caso das secas do Nordeste, os índices de acerto nas previsões têm sido bastante satisfatórios”, comenta Marengo. “Estações meteorológicas automáticas distribuídas nos mares e no continente coletam dados precisos sobre temperatura, pressão e diversas outras variáveis climatológicas”, que permitem aos meteorologistas elaborar cenários com grau razoável de confiabilidade. Atualmente, porém, mesmo com sistemas sofisticados, não somos capazes de prever o tempo com mais de três meses de antecedência. Por exemplo: em setembro, pode-se ter alguma acurácia nas previsões para outubro, novembro e dezembro. A previsão oficial do governo para o Nordeste é anunciada normalmente em janeiro – quando já se sabe como será o regime de chuvas durante os meses de fevereiro, março e abril.

Uma curiosidade: ainda hoje vivem os chamados ‘profetas da chuva’ – figuras locais que, entre o misticismo e a tradição, lançam palpites sobre o regime pluviométrico do sertão. Marengo confidencia: em algumas reuniões entre meteorologistas, esses inusitados magos do semiárido são convidados a participar. “Em muitos casos, o que eles especulam por métodos tradicionais se aproxima do que nossa ciência prevê”, comenta o pesquisador. “Não há nada de errado no fato de a ciência dar ouvidos à experiência.”

Açudes: São reservatórios de água formados por represamentos em cursos d'água. Os rios do semiárido nordestino são, na maioria dos casos, intermitentes – isto é, têm vazão ao longo dos quatro a seis meses em que há chuva, mas secam durante a estiagem. A construção de um açude pode regularizar esse fluxo, armazenando a água do período de maior escoamento e distribuindo-a, por meio de vias adutoras, ao longo dos meses mais secos. São usados, principalmente, para abastecer centros urbanos em praticamente todos os estados do Nordeste. “O Brasil tem a maior rede de açudagem do mundo”, segundo o engenheiro João Abner, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (ver mapa interativo em <http://bit.ly/v0SH5Z>). “Mas eles são subutilizados; e não usamos com inteligência o volume de água naturalmente disponível no semiárido”, opina Abner.

Carros-pipa: São usados no abastecimento de populações difusas, principalmente em áreas rurais. Em geral esses caminhões transportam de 5 mil a 50 mil litros d'água. O governo federal tem investido pesado nesse método de distribuição. Em 2012, teve início a Operação Carro-pipa, que, com o apoio logístico do Exército, designou 5.461 carros a levar água para 3,6 milhões de pessoas que habitam 780 municípios do semiárido. Segundo o MIN, é a maior operação do gênero já colocada em prática no país. Em tempo: contam as más línguas que os carros-pipa já foram – ainda seriam? – instrumentos de barganha política. Segundo algumas ‘tradições’ nordestinas, não é incomum prometer água em troca de votos. Tema polêmico. Os imbróglios políticos concernentes aos carros-pipa são apontados pelo engenheiro agrônomo João Suassuna, considerado um dos maiores críticos em relação às questões da seca no Nordeste, em entrevista disponível em <http://bit.ly/19zzAZY>.



AMANHECER SEMIÁRIDO Especialistas estão de acordo: “O que caracteriza a seca no semiárido nordestino não é a falta pura e simples de água, e sim a forma lotérica como as chuvas se distribuem no tempo e no espaço”, explica o engenheiro agrônomo João Suassuna, da Fundação Joaquim Nabuco. Um só trimestre pode registrar até 90% da precipitação anual.

“Desafio, portanto, é armazenar essa água de maneira eficiente e segura para que ela seja distribuída de maneira igualitária durante o ano”, diz Freitas. “Mas não basta armazenar; é preciso atentar para a qualidade da

água estocada”, alerta. Esgoto nos rios, resíduos sólidos a poluir cursos d'água são alguns dos problemas que insistem em permanecer em pauta – não somente no Nordeste, mas em todo o Brasil. “Tratamos apenas algo em torno de 60% de nossos esgotos”, diz Freitas. Outro desafio, segundo ele, é incentivar o uso mais racional dos recursos hídricos na agricultura do semiárido. Os sistemas convencionais acarretam desperdício notório de água. “Por isso devemos incentivar a irrigação por gotejamento ou microaspersão”, sugere o engenheiro. “São muito mais eficientes, pois evi-



Cisternas: São depósitos de águas pluviais mantidos geralmente no subsolo. Na maioria das regiões do semiárido nordestino, o índice de precipitação anual é de 500 mm a 800 mm. “É uma disponibilidade hídrica razoável, se comparada, por exemplo, à média do continente europeu, que é de 800 mm por ano”, diz Freitas. O problema é que, no Nordeste, o índice de evaporação é muito maior (2.000 mm, enquanto na Europa esse valor fica em torno dos 400 mm). Por isso as cisternas são importantes. Além de armazenar a água das chuvas, elas evitam que o líquido seja atingido diretamente pelos raios solares e evapore com facilidade. Ao longo de quatro meses de chuva, uma cisterna caseira convencional pode armazenar água suficiente para uma família beber e cozinhar durante o ano todo. Desde 2011 o governo instalou mais de 350 mil cisternas no semiárido, e a meta é chegar a 750 mil até 2014. Podem ser boas soluções residenciais – mas, sozinhas, essas instalações não conseguem dar conta do abastecimento de sistemas urbanos com indústrias, áreas agrícolas, hospitais e escolas, por exemplo.

FOTO ANA FRILHA COSTA/ANIMA

tam perdas por evaporação.” O terceiro grande desafio, para Freitas, é o abastecimento de populações difusas. Aglomerados urbanos, em geral, contam com infraestrutura hídrica satisfatória. Mas habitantes de paragens remotas sofrem. “Longas caminhadas, quilômetros a fio com uma lata na cabeça para buscar água; isso ainda acontece”, lamenta Freitas.

Dado desolador: segundo o engenheiro da ANA, no Brasil perde-se de 30% a 40% de água nos processos de distribuição. Motivo: infraestrutura precária – vazamentos, tubulações avariadas, desvios clandestinos...

A contenda do velho Chico

Impossível falar de seca no Nordeste sem mencionar a transposição do rio São Francisco. A obra é das mais polêmicas – e tem dividido opiniões desde o início. Um dos maiores críticos ao projeto é o engenheiro João Abner, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Segundo ele, a transposição é uma grande fraude técnica (mais em: <http://bit.ly/13LUAet>). “Ela permanecerá no imaginário como a solução para a seca, e não é”, censura Abner. “Essa obra não vai terminar nunca.” O governo rebate: o MIN informou à *Ciência Hoje* que a obra estará concluída em 2015.

Um dos pontos de disputa é o fato de que a transposição, segundo seus críticos, é uma obra que beneficiará o grande capital – grandes propriedades agrícolas e industriais –, e não as populações difusas que carecem de abastecimento. “Não é verdade”, contra-argumenta o MIN. “Os canais dos eixos Leste e Norte, por exemplo, levarão a água do São Francisco para 325 comunidades difusas.” Segundo Abner, entretanto, são os financiamentos de campanhas eleitorais – por parte das empreiteiras responsáveis pela obra – que motivam a controversa transposição.

SERTÃO: RETRATO INSTITUCIONAL A última seca do Nordeste foi registrada em 2012. E os baixos índices pluviométricos de 2013 confirmam: esta seca ainda perdura. Quanto a 2014, pouco se sabe. Previsões de janeiro poderão trazer melhores notícias. Ou não. Segundo Marengo, as secas tendem a durar de um a dois anos. Não é incomum, entretanto, que se estendam por tempo maior. Na década de 1950, por exemplo, a terra sedenta do semiárido permaneceu sob esse regime implacável por nove anos.

“Mas hoje, mesmo no segundo ano consecutivo da seca, os habitantes da região não têm tido graves problemas de abastecimento”, observa Freitas. É a prova, segundo ele, de que as políticas públicas estão funcionando a contento. “Recentemente, o governo federal ampliou as medidas ao anunciar um aporte de R\$ 9 bilhões em uma série de iniciativas, como a prorrogação das operações de crédito rural, a renegociação das dívidas agrícolas e a expansão dos programas Bolsa Estiagem, Garantia-Safra e Operação Carro-Pipa”, informou o MIN à *Ciência Hoje*. As ações devem atender a mais de 10 milhões de pessoas que vivem

nas regiões afetadas pela imprevisibilidade do clima.

“Mas, infelizmente, é comum haver descontinuidade entre um governo e outro”, aponta o engenheiro da ANA. “Um estado ou município pode ter boa estrutura institucional durante um mandato; mas ela pode ser totalmente desmobilizada no governo seguinte.” Para Freitas, as instituições ainda funcionam de forma precária – sem um quadro efetivo de servidores permanentes e concursados.

Para os pesquisadores, a solução para o semiárido requer visão integrada. “O meteorologista preocupa-se com as chuvas; o agrônomo com as culturas agrícolas; o hidrólogo com a vazão dos rios; o economista com os impactos econômicos; e o político poderia auxiliar no planejamento orçamentário e nas negociações de questões federativas”, aponta o engenheiro da ANA. “O avanço do conhecimento divide as ciências, mas devemos superar a visão compartimentada do saber para solucionar os problemas do semiárido nordestino.”

HENRIQUE KUGLER | CIÊNCIA HOJE | RJ

FRUTA EM PÓ

TECNOLOGIA TORNA POLPA DE PEQUI E LEITE DE BABAÇU DISPONÍVEIS O ANO INTEIRO

Cada fruta tem sua época certa, quando fica mais saborosa, nutritiva e também mais barata. No entanto, mesmo azeitinhas, boa parte delas fica disponível para consumo o ano todo. Isso não acontece com o babaçu e o pequi, que só podem ser consumidos cinco meses por ano. Para estender esse período e combater o desperdício, a engenheira de alimentos Audirene Amorim Santana transformou em pó a polpa desses dois frutos do cerrado sem perda significativa de suas propriedades nutricionais.

Com a pesquisa, realizada durante o doutorado na Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), San-

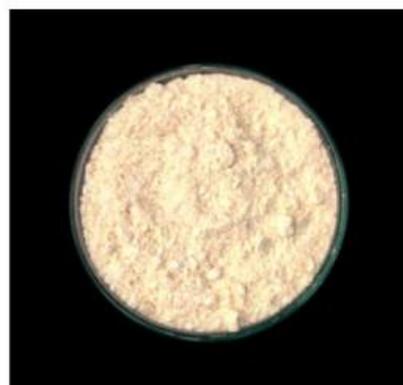
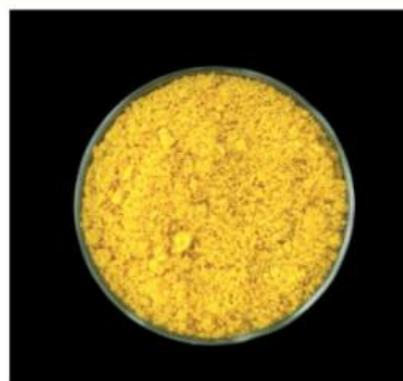
tana pretende que os dois frutos, que fazem parte do cardápio regional nordestino e são ricos em nutrientes, possam ser usados pela população durante todo o ano.

SECAGEM Como o pequi e o leite de babaçu são colhidos em grande quantidade, mas apenas durante quatro ou cinco meses, e logo estragam, era necessário criar uma forma de estoque prolongado dos frutos que não implicasse na perda de nutrientes. A pesquisadora empregou, para isso, o processo de secagem por aspersão, tecnologia muito utilizada na indústria alimentícia e farmacêutica para a produção de leite em pó, sucos, sopas, café instantâneo, remédios e sabão.

A técnica é simples: o secador por aspersão transforma o alimento, originalmente em estado fluido, em uma 'nuvem' de gotículas. Em contato com o ar quente, dentro do equipamento, a parcela líquida evapora, restando apenas um pó com os componentes do alimento. Além do baixo custo operacional, a rapidez desse processo pouco influi nas características físicas e químicas dos produtos, mantendo suas qualidades nutricionais.

Após essa etapa, para fixar os componentes nutritivos dos frutos, Santana utilizou microencapsulantes. São carboidratos – no caso, a maltodextrina, a goma arábica e a dextrina ou amido modificado – mistu-

O atomizador, aqui em versão laboratorial, transforma os produtos em pó pelo processo conhecido como secagem por aspersão



O pó do pequi e do leite de babaçu permite que esses frutos típicos do cerrado possam ser consumidos fora da estação de colheita, sem perda de suas ricas propriedades nutricionais

rados na polpa do pequi e do leite de babaçu que protegem os alimentos tanto no processo da secagem quanto no estoque. “Com esses cuidados, em média, 80% dos componentes nutritivos dos frutos se mantiveram”, conta Santana, enfatizando o poder antioxidante natural que as duas espécies apresentam.

A pesquisadora sinaliza que o pó obtido tanto pode ser consumido diretamente pela população quanto utilizado na indústria para fabricação de produtos como sucos, bolos e outros. Preservado do calor e da umidade, o pó pode ser consumido em até quatro meses, praticamente dobrando o tempo de disponibilidade dos frutos na região. “Com a união da comunidade, governos e indústria, o projeto pode ser bem-sucedido para melhor aproveitamento das matérias-primas da Amazônia”, aposta.

ISADORA SILVA VILARDO | CIÊNCIA HOJE | RJ

FOTOS AUDIRENE AMORIM SANTANA



DE OLHO NO LIXO

MONITORAMENTO DE PRAIAS BRASILEIRAS AJUDA A IDENTIFICAR RESÍDUOS MARINHOS

Qual a origem e a composição do lixo nas praias e oceanos? Para obter a resposta, pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) vêm monitorando há um ano o litoral brasileiro. Os dados reunidos poderão ajudar na formulação de políticas públicas para a área e também a evitar o descarte de resíduos no mar por parte das indústrias.

O monitoramento começou por seis praias do litoral paulista: Ubatimirim, Boraceia, Itaguapé, Barra do Una, Jureia e Ilha Comprida. “Agora, estamos seguindo para três praias na Bahia e mais três em Alagoas”, conta o biólogo Alexander Turra, do Instituto Oceanográfico da USP, que coordena o projeto.

O monitoramento segue o protocolo do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma). “Primeiro, precisamos de praias que não participem de programas de limpeza”, diz o pesquisador. “Delimitamos uma faixa de praia de 500 metros de extensão paralela ao mar e coletamos o lixo dos 100 metros centrais. Repetimos o processo a cada três meses no mesmo local para visualizar qual é a tendência de acúmulo do lixo.”

Segundo o biólogo, embora se reconheça que o lixo marinho e costeiro é um problema grave para o meio ambiente, o monitoramento sistemático e de longa duração da ocorrência desses resíduos nas praias brasileiras ainda é uma lacuna. “É preciso entender a dinâmica do lixo marinho para direcionar as políticas públicas

de conservação ambiental. Que tipo de resíduo é mais frequente? De onde vem?”, questiona.

Os resultados preliminares do estudo já acenam com algumas respostas. A principal descoberta foi o local de acúmulo do lixo marinho. “Identificamos que o lixo não se acumula necessariamente na praia, mas sim na vegetação atrás desta, como a restinga”, diz Turra. “Isso mostra que monitorar o lixo na praia não é a melhor forma de conhecer a tendência de acúmulo do lixo marinho, já que grande parte dele só passa pela areia.”

A pesquisa revela que, nas áreas estudadas, 88% do lixo eram compostos de itens plásticos. “É preciso alertar que não necessariamente 88% do que chega ao mar é plástico, mas, como esse material boia, é ele que tem mais chance de chegar à praia pela correnteza. O resto tende a afundar no caminho”, esclarece o biólogo.

ORIGEM DO LIXO O monitoramento também ajuda a identificar a origem do lixo marinho. Turra explica que os resíduos chegam ao mar de três formas: a continental, que ocorre quando, por falta de saneamento básico e varrição das ruas, o lixo terrestre segue para a rede de drenagem após a chuva e chega ao mar; a marinha, quando o lixo é jogado na água pelas embarcações; e a geração na própria praia, caracterizada pelo abandono de embalagens e palitos de sorvete, além de preservativos e seringas usadas para a aplicação de drogas.

No litoral paulista, de acordo com os dados obtidos, a origem do lixo é predominantemente continental. “Esse é um problema bem característico do Brasil quando comparado a países onde a gestão dos resíduos sólidos é mais eficiente”, comenta o pesquisador. “Aqui, a questão do saneamento ainda é um problema e em muitos lugares os resíduos não são coletados e descartados de maneira correta, indo parar no mar.”

Além do monitoramento das praias, o estudo busca diminuir a quantidade de plásticos nas praias, atuando diretamente na fonte. A equipe visita fábricas de material plástico, avalia o processo de produção e procura identificar onde ocorrem perdas dos chamados *pellets*, grânulos de plástico usados como matéria-prima na indústria.

Quando há perdas durante a produção do plástico ou transporte da matéria-prima, esses grânulos podem ser descartados no mar, acumulando-se nas praias e causando impactos ambientais. “Queremos identificar os pontos de perda para orientar a indústria sobre como reduzir a entrada desse resíduo no ambiente”, explica o biólogo.

Para Turra, a iniciativa, além de gerar benefício para o meio ambiente, também traz ganhos para a indústria de plásticos. “A empresa evita perda de matéria-prima e sua imagem é valorizada por ter uma política clara de responsabilidade ambiental”, completa.

MARIANA ROCHA | CIÊNCIA HOJE | RJ

SOBRE MÃES, MAYARO, LEUCEMIA E CEGUEIRA

COMPORTAMENTO MATERNO, DOENÇA NEGLIGENCIADA, CÂNCER E VISÃO SÃO ALGUNS DOS TEMAS DISCUTIDOS NA REUNIÃO ANUAL DA FESBE

A 28ª REUNIÃO ANUAL DA FEDERAÇÃO DAS SOCIEDADES DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL (Fesbe) mudou de lugar este ano: em vez de Águas de Lindoia (SP), ela foi realizada em Caxambu (MG). Mas essa foi a única mudança – o evento continuou sendo um local onde cientistas e estudantes do país se encontram para apresentar e discutir pesquisas nas áreas biológica e médica. Realizada entre os dias 21 e 24 de agosto, a reunião contou com 1.523 participantes e 687 trabalhos, incluindo palestras, simpósios e pôsteres. Um dos tópicos abordados em mais de um simpósio foi como a dieta e uso de substâncias controladas durante a gestação, assim como o comportamento materno, podem afetar a prole. O evento também contou com um trabalho que elucida a maneira como o vírus responsável pela febre de Mayaro entra nas células, outro que abre novo caminho para entender a leucemia mieloide crônica e um possível tratamento da degeneração macular com células-tronco.

FRED FURTADO* | CIÊNCIA HOJE | RJ

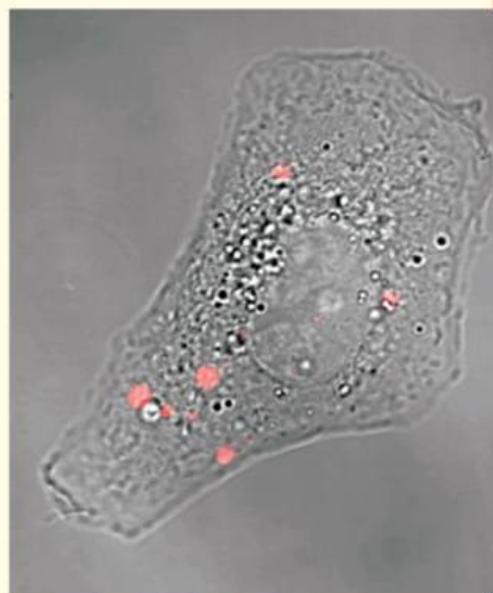
* O repórter viajou a Caxambu a convite da Fesbe.

Rastreamento do Mayaro

A febre de Mayaro, que causa sintomas similares aos da dengue, só tem mil casos registrados no mundo desde sua descoberta em 1954 e por isso é pouco estudada. No entanto, acredita-se que o número de casos esteja bastante subestimado. Nesse cenário, pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) procuraram saber mais sobre o ciclo biológico do agente infeccioso, o vírus Mayaro, endêmico da floresta amazônica. Marcando o envelope (uma membrana que encobre a estrutura viral) do vírus com uma molécula fluorescente, o grupo foi capaz de rastrear a via de entrada do micro-organismo nas células de macaco-verde africano (*Chlorocebus sabaeus*) – macacos são os prováveis reservatórios do Mayaro.

“O Mayaro entra por meio de endocitose: ele é englobado pela célula e fica contido em uma vesícula, cuja membrana se funde com o envelope do vírus e libera a estrutura viral no citoplasma”, revela o biomédico Carlos A. M. Carvalho, doutorando do Laboratório de Biologia Estrutural de Vírus da UFRJ, que realiza a pesquisa. O processo todo leva apenas três minutos. “Ele é mais veloz que os vírus da dengue e da gripe”, ressaltou Carvalho. O grupo pretende agora marcar outras estruturas do vírus para rastrear o resto do caminho. O objetivo é elucidar toda a via de infecção e pensar numa estratégia antiviral, o que pode ser vital no futuro. “O Mayaro é transmitido por mosquitos do gênero *Haemagogus*, mas há a suspeita de que também seria transmitido pelo *Aedes aegypti*, o mosquito transmissor da dengue, o que ampliaria o seu alcance”, observa o biomédico.

FOTO CARLOS A. M. CARVALHO



Vírus Mayaro marcado com molécula fluorescente (em vermelho) invadindo por endocitose uma célula de macaco

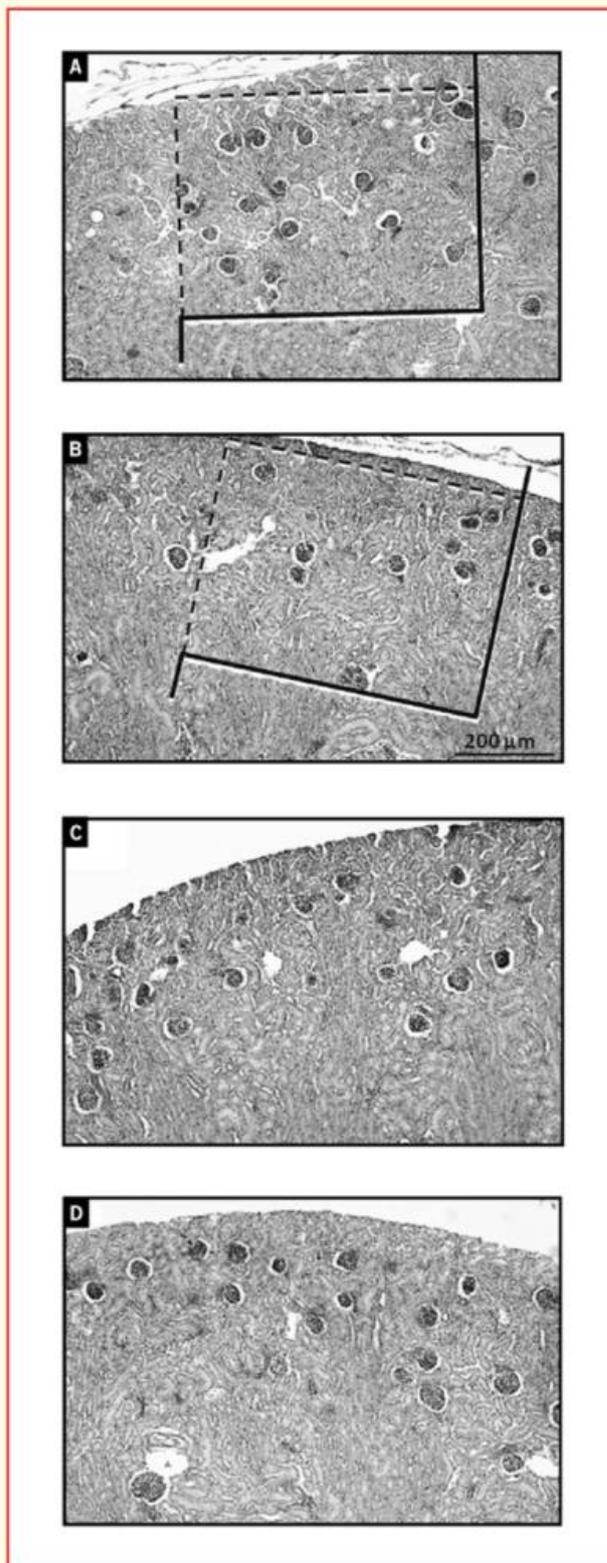
Desnutrição e maternidade

Ter um nível saudável de vitaminas e proteínas no corpo é mais importante do que se pensa, especialmente para as mulheres que querem ter filhos. A deficiência nesses dois quesitos pode ter consequências sérias para as gerações seguintes se os achados de pesquisas das universidades do Estado do Rio de Janeiro (Uerj) e da Federal de Pernambuco (UFPE) puderem no futuro ser verificados em humanos. Na Uerj, os pesquisadores alimentaram fêmeas de camundongos com uma dieta sem vitamina D que começou dois meses antes do acasalamento e se prolongou até o fim do período de amamentação. “Os filhotes, que receberam alimentação normal, foram estudados em três idades: nascimento, 10 dias e três meses”, informa o médico Carlos Alberto Mandarim-de-Lacerda, coordenador do Laboratório de Morfometria, Metabolismo e Doenças Cardiovasculares, onde foi realizada a pesquisa.

Os pesquisadores observaram que os filhotes das fêmeas deficientes em vitamina D tinham mais células renais (glomérulos) do que a prole da mãe com dieta normal; no entanto, esses glomérulos eram menores e atrofiados. Mais surpreendente: os netos das fêmeas com deficiência de vitamina D também apresentam essa má-formação, embora em menor grau. Na primeira geração, os camundongos também tiveram problemas de pressão arterial alta devido às alterações nos glomérulos. “A carência de vitamina D altera as proteínas renais de maturação, prolongando o período de formação dos glomérulos. Essas alterações parecem ser propagadas por mecanismos epigenéticos, uma espécie de regulação não codificada pelos genes, e por isso afetam as gerações seguintes”, explica Mandarim-de-Lacerda.

Mecanismos epigenéticos também parecem estar atuando na pesquisa da UFPE, onde os cientistas testaram o efeito da dieta básica regional nordestina, rica em carboidratos, mas deficiente em proteína. O estudo usou ratas alimentadas com essa dieta durante a gravidez, que dura 21 dias. Ao estudar os filhotes, constataram que estes desenvolviam hipertensão na vida adulta. “Eles têm maior nível de angiotensina, hormônio vasoconstritor, bem como apresentam estresse oxidativo nos rins”, conta a farmacóloga Ana Durce Oliveira Paixão, coordenadora do Laboratório de Fisiologia e Farmacologia Renal da UFPE.

A administração de alfatocoferol, a forma mais ativa de vitamina E, que tem capacidade antioxidante, aos ratos de mães com desnutrição proteica preveniu a hipertensão. “Acreditamos que o estresse na placenta altere a marcação do DNA e leve à hipertensão. A vitamina E impediria o estresse oxidativo, mas essa não é a sua única função”, esclarece Paixão, acrescentando que o alfatocoferol causa hipertensão nos filhotes de mães que não receberam a dieta básica regional, ou seja, que não têm desnutrição proteica. “Agora queremos entender por que isso acontece e desvendar o mecanismo que leva da desnutrição à hipertensão”, conclui.



O número de células dos rins (glomérulos) é maior em filhotes de camundongos com deficiência de vitamina D (A) do que nos filhotes de camundongos normais (B). Nos netos (C e D), essa diferença é menos pronunciada

NOVA PISTA SOBRE A LEUCEMIA

Na leucemia mieloide crônica, há a fusão de dois genes: o *bcr* e o *abl*. Cada um gera uma proteína independente homônima, mas, quando estão fundidos, produzem uma proteína quimérica, composta das duas. Apesar de saber que essa fusão está relacionada à doença, os cientistas não sabiam o porquê disso. Mas agora uma pesquisa da UFRJ jogou luz na questão – pesquisadores descobriram que quando a proteína Abl, envolvida em proliferação celular, entre outras atividades, é ativada, uma região no seu início é responsável por levá-la até a membrana das células, onde ativaria o processo de morte celular programada (apoptose). “Na leucemia, quando a Abl está fundida com a Bcr, ela perde essa região de endereçamento e não vai para a membrana. Com isso, a apoptose não acontece e a célula não morre”, contou o biomédico Guilherme Augusto Piedade de Oliveira, do Laboratório de Termodinâmica de Proteínas e Estruturas Virais Gregorio Weber, da UFRJ.

Essa imortalidade é uma das principais características das células cancerígenas e, segundo Oliveira, a descoberta abre uma nova plataforma para investigação de intervenções terapêuticas para a doença. “Conseguimos demonstrar um elo entre ativação, localização e funcionalidade”, acrescentou o biomédico. O trabalho teve tanto impacto que o periódico científico norte-americano *Journal of Biological Chemistry*, onde o estudo foi publicado, o elegeu como artigo da semana, uma honra só concedida a 2% dos 6 mil trabalhos publicados anualmente na revista.



A proteína c-Abl, uma alteração da proteína normal Abl, comporta-se de modo diferente e com isso permite a proliferação de células cancerosas na leucemia mieloide crônica. O sítio de ligação da proteína normal (em amarelo e vermelho), que deveria se ligar a essas células e provocar sua destruição, não faz isso na proteína alterada, o que leva ao desenvolvimento da doença

CACAU E CHÁ VERDE CONTRA A CEGUEIRA

Entre os vários problemas causados pelo diabetes está a retinopatia, complicação crônica da retina que leva a uma perda visual irreversível. Mas um possível tratamento pode ser encontrado em itens comuns da dieta, como o cacau (*Theobroma cacao*) e o chá verde (*Camellia sinensis*). Pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) mostraram que substâncias existentes nessas duas plantas, os polifenóis, têm efeito neuroprotetor e conseguem prevenir lesões morfológicas à retina. “Já há dados mostrando que os polifenóis têm efeito benéfico em doenças crônico-degenerativas”, observa a médica Jacqueline Mendonça Lopes de Faria, coordenadora do Laboratório de Fisiopatologia Renal-Estudos em Complicações do Diabetes da Unicamp.

Faria e sua equipe usaram ratos cujas células beta, responsáveis pela produção de insulina, foram destruídas. Nos experimentos com chá verde, os animais receberam a bebida por 12 semanas; já nos com cacau, o período da dieta foi de 16 semanas. Em ambos os casos, os pesquisadores detectaram efeitos protetores. “Os polifenóis presentes nessas plantas – epigallocatequina no chá verde e epicatequina no cacau – têm propriedades que reduzem o estresse oxidativo e previnem a ação de fatores inflamatórios”, relatou a médica, acrescentando que as duas substâncias utilizam mecanismos diferentes para isso. “Agora estamos testando o efeito do cacau na degeneração macular”, diz Faria.



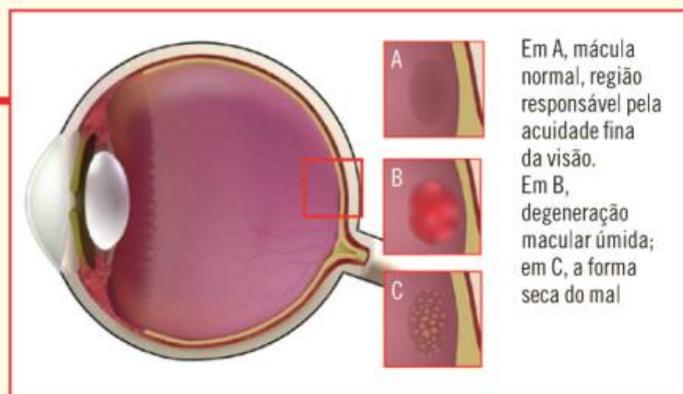
NA LUTA PARA RECUPERAR A VISÃO

No início do ano que vem, começa um estudo clínico no Brasil e nos Estados Unidos para avaliar a segurança de um novo procedimento com células-tronco embrionárias para tratar a degeneração macular, que acomete cerca de 30% da população mundial com 65 anos ou mais e é a maior causa de cegueira não reversível nessa faixa etária. O estudo é fruto de uma colaboração entre a Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) e o Instituto para Medicina Regenerativa da Califórnia (Cirm), EUA. Os pesquisadores aguardam aprovação da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep).

A degeneração macular leva à perda progressiva da acuidade fina na porção central do campo visual e interfere em atividades como leitura e reconhecimento de faces. Esse mal tem duas formas, seca e úmida, sendo que a última é a única com tratamento paliativo. Mas apenas 10% dos acometidos com degeneração macular sofrem da forma úmida.

A doença é causada pela destruição das células fotorreceptoras (cones e bastonetes) localizadas na mácula, região próxima ao centro da retina responsável por essa acuidade fina da visão. Isso ocorre porque as células do epitélio pigmentar da retina (EPR), localizadas abaixo dos fotorreceptores, deixam de processar um resíduo metabólico chamado de drusa, e este se acumula entre o EPR e a camada inferior – coroide. Com o tempo, esse acúmulo vai comprometendo a mácula. Na forma úmida, vasos sanguíneos do coroide afloram pela retina e inundam a região.

A nova terapia consiste no implante cirúrgico sob a retina dos pacientes de um suporte feito com um polímero biocompatível, o parilene. Esse dispositivo tem 7,5 mm de comprimento e 3,5 mm de largura e possui duas partes. A primeira é uma trama de 6,3 micrômetros (μm) de espessura, que fornece suporte mecânico. Sobre ela, é posicionada uma camada ultrafina (com 0,3 μm de espessura), também de parilene,



que cria uma zona de difusão de nutrientes para as células que revestirão sua superfície superior. Esse revestimento celular é feito com células de EPR derivadas de células-tronco embrionárias humanas.

Em testes em que o dispositivo foi implantado em porcos, os pesquisadores conseguiram estabelecer sobre o suporte 6.200 células/ mm^2 – um nível de 5.000/ mm^2 já é considerado normal. “As células de EPR na base de parilene retomam o processamento da drusa, impedindo seu acúmulo”, diz um dos coordenadores do estudo, o médico Rodrigo Brant, do Departamento de Oftalmologia da Unifesp. Ele explica que as células de EPR usadas no dispositivo são derivadas de H9, uma linhagem de células-tronco embrionárias que se diferencia nas de EPR espontaneamente, sem necessidade de indução. “Um dos problemas de se usar células-tronco embrionárias é que os sistemas de indução podem levar essas células a gerar tumores ou teratomas. Na H9, não há esse risco, mas ainda não se sabe por que ela se diferencia de maneira espontânea.”

O estudo clínico no Brasil contará com 15 pacientes: cinco com a forma seca da degeneração macular, cinco com a forma úmida e cinco com a doença de Stargardt, degeneração macular de origem genética que ocorre em jovens. “Como é um ensaio de fase I, nosso objetivo principal é determinar a segurança da cirurgia e a viabilidade das células, bem como se elas migram da área implantada ou causam tumores”, comenta Brant. Se o estudo for aprovado pelo Conep, a triagem de pacientes para participar do ensaio deve começar em alguns meses.

‘CHAPADA’ E DESCUIDADA

Não apenas a desnutrição pode trazer sequelas para os filhotes. Pesquisadores da Universidade Federal de Alfnas (Unifal), em Minas Gerais, separaram ratas lactantes de sua prole por 12 horas, e injetaram Win, um ativador do receptor de canabinoide (classe de drogas da qual a maconha faz parte) que existe no cérebro. Após mais meia hora, juntavam as mães com os respectivos filhotes para observar se a droga levava a uma diminuição do com-

portamento materno – posicionar-se sobre a ninhada, lambê-la e levá-la para o ninho –, bem como da ejeção de leite. “Vimos uma diminuição na intensidade de todos esses comportamentos”, relata a fisiologista Fabiana Cardoso Vilela, que realizou a pesquisa como parte de seu doutorado na Unifal.

O grupo também analisou o tecido cerebral e o sangue das ratas, descobrindo alguns efeitos que explicam

o fenômeno. Segundo Vilela, o Win se liga em receptores específicos para canabinoides no cérebro e diminui a liberação de glutamato para neurônios do hipotálamo, reduzindo a atividade neuronal e a secreção do hormônio ocitocina. “Esse hormônio modula o comportamento materno e a liberação de leite, tanto que a injeção de Win em ratas lactantes resulta em menor ganho de peso da ninhada” observa a fisiologista, que agora pretende estudar a interação entre os vários sistemas cerebrais que regem essas atividades.

EXCREMENTOS PRECIOSOS

PESQUISADORES ESTUDAM FEZES DE MÚMIAS NATURAIS E DESVENDAM A HISTÓRIA POR TRÁS DAS VERMINOSES

Protagonistas de filmes de terror, peças de destaque em museus, reis e rainhas do passado no imaginário popular. Essas altivas associações comumente feitas às múmias estão distantes da realidade escatológica de uma peculiar área de pesquisa da paleoparasitologia. Para compreender doenças do passado, pesquisadores analisam cocô de múmia ou, cientificamente falando, coprólitos.

O que pode parecer nojento para muita gente, faz a alegria de epidemiologistas e arqueólogos. Dentro do intestino mumificado, naturalmente ou por meio de embalsamamento, o material fecal preservado guarda informações preciosas sobre a dieta e a saúde da vida da pessoa mumificada. Encontrar nessas fezes vermes e seus ovos é o ponto alto da pesquisa. “Parasitas são muito interessantes para nós, pois olhar para eles é olhar

diretamente para a causa de doenças que afligiam o homem no passado e que, muitas vezes, ainda estão aí hoje”, diz o arqueólogo Karl Reinhard, da Universidade de Nebraska (EUA), que há mais de 30 anos estuda a evolução de doenças parasitárias por meio de coprólitos de corpos mumificados naturalmente.

Por toda a nossa história, parasitas viajaram com os humanos dentro do intestino. Do berço da humanidade, na África, até a chegada na América, migramos acompanhados de vermes e protozoários. As evidências arqueológicas mostram que muitos dos parasitas que afligiam o ser humano no Velho Mundo eram os mesmos que infectavam os povos do Novo Mundo desde a pré-história. Mas na Europa as infecções, principalmente de vermes, eram mais intensas que aqui. “Em qualquer sítio arqueológico europeu encontramos grandes quantidades de vermes como o *Ascaris lumbricoides*, a lombriga”, diz Reinhard. “Na América também há evidências, mas bem mais raras. Só vemos uma explosão depois da colonização.”

Muitos epidemiologistas especulam que o aumento de doenças parasitárias transmitidas pelas fezes entre populações humanas esteja ligado à transição do modo de subsistência de

caça e coleta para o de agricultura. O uso de fezes como fertilizantes e o sedentarismo, com maiores concentrações de pessoas vivendo juntas, teriam favorecido as epidemias. Mas, de acordo com o pesquisador, mesmo com a adoção da agricultura, os povos da América mantiveram as parasitoses controladas. Para ele, a resposta para essa diferença pode estar nas plantas medicinais. “Tenho estudado essa questão por muitos anos e estou convencido de que as pessoas na América sabiam controlar essas doenças com a sua dieta”, diz.

Mais de 2 mil plantas medicinais usadas por povos indígenas nativos das Américas já foram descritas por pesquisadores. Reinhard afirma que muitas delas já eram usadas pelos habitantes americanos desde a pré-história. Examinando coprólitos encontrados em múmias e esqueletos de até 8 mil anos, o pesquisador e colegas têm encontrado resquícios de plantas com propriedades vermícidas. “Em coprólitos de indivíduos da América do Norte dessa época identificamos pólen de plantas como o salgueiro e o agrião, usadas pelos indígenas para controlar verminoses. No Piauí, encontramos outras plantas, como o miroro e o embiruçu, usadas com a mesma finalidade”, diz o arqueólogo que atualmente vive no Brasil como pesquisador convidado do programa Ciência sem Fronteiras na Fundação Oswaldo Cruz. “Temos visto que mesmo com a transição para a agricultura, as pessoas da América não retiraram as plantas silvestres de sua dieta, elas mantiveram o contato com o conhecimento sobre essas plantas medicinais.”

Nessa múmia do período colonial, descoberta em Itacambira, Minas Gerais, pesquisadores encontraram grande quantidade de coprólitos com ovos de vários parasitas





Múmias naturais descobertas em Arica, no Chile, conservam no intestino restos de plantas medicinais usadas para tratar verminoses. No detalhe, ovo de verme do gênero *Echinostoma* encontrado em múmia brasileira datada de antes da colonização



PARASITAS VIAJANTES Os vermes podiam ser mais comuns no Velho Mundo, mas ainda assim tiravam o sono dos povos americanos antes da colonização. “Embora já tenhamos muitas evidências mostrando o contrário, muita gente tem a ilusão de que todas as infecções e doenças só chegaram aqui com os europeus”, diz a parasitologista Daniela Leles, da Universidade Federal Fluminense. “O curioso é que há muitas doenças, como a sífilis e o bicho-do-pé, que fizeram justamente o caminho contrário: saíram da América para o resto do mundo.”

Outro exemplo de parasitose que já estava por aqui antes da colonização é a equinostomíase. A infecção é causada por vermes do gênero *Echinostoma*, que vivem no organismo de pequenos animais e têm seus ovos liberados nas fezes do hospedeiro. Estas, por sua vez, contaminam os cursos de água onde o parasita, livre do ovo, infecta peixes, anfíbios e moluscos que se comidos pelo homem o infectam também. Essa parasitose é hoje rara nas Américas e mais comum na Ásia, onde é amplo o consumo de peixe cru. Até há pouco tempo acreditava-se que o parasita havia chegado à América trazido por imigrantes, como ocorreu com muitas outras espécies. Porém, análises de coprólitos retirados do

corpo de um indígena naturalmente mumificado, encontrado na Lapa do Boquete (MG), sugerem uma história diferente. A múmia datada de antes da colonização europeia, por volta de 1400, já apresentava ovos do parasita *Echinostoma*.

“Não esperávamos encontrar esse parasita por aqui, mas a região era propícia”, diz a paleoparasitologista Luciana Sianto, da Escola Nacional de Saúde Pública (Ensp) da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). “O *Echinostoma* precisa de água, moluscos e peixes para cumprir seu ciclo de vida e a região onde a múmia foi encontrada tinha todas essas características. Provavelmente o parasita chegou à América com animais hospedeiros antes da povoação humana e passou a infectar os humanos acidentalmente, por sua alimentação.” A pesquisadora aponta que, na pré-história, acender fogueiras e consumir alimentos cozidos nem sempre deveria ser fácil, o que explicaria como o homem se contaminou com o parasita pela primeira vez.

Atualmente, existem cerca de 25 outras espécies do gênero *Echinostoma* que parasitam mamíferos no Brasil. Mas nenhuma delas afeta pessoas e casos de infecção por *Echinostoma* são raros na América do Sul. Os pesquisadores não sabem explicar por

que o parasita deixou de ser um problema na América. Mas ele não foi o único a sumir do mapa. Outro exemplo é o verme *Dracunculus medinensis*, que chegou ao Brasil com os escravos africanos, se disseminou no Nordeste e depois desapareceu.

DO PASSADO AO PRESENTE Além de fornecer dados sobre a história epidemiológica da humanidade e, claro, matar a curiosidade do leitor, os estudos com coprólitos podem ajudar a compreender doenças do presente. Com a evolução das técnicas de análise de DNA, o exame dos parasitas encontrados em fezes antigas permite entender como as doenças evoluíram e assim desenvolver novas estratégias de controle. Ao comparar o genoma de um verme que infectou um ser humano há milhares de anos com o genoma da mesma espécie hoje, os pesquisadores conseguem perceber transformações que podem ser cruciais. “As maiores aplicações do nosso estudo se dão pela comparação do antigo com o contemporâneo”, destaca Leles. “Essa comparação pode revelar, por exemplo, modificações no DNA, evidenciando o caminho evolutivo daquele parasita. Essa informação pode ser útil para controlar doenças atuais.”

>>>

O controle das doenças também pode vir do passado. Fazer esse resgate é uma das metas de Reinhard, que mantém um projeto para identificar plantas medicinais usadas pelos povos antigos. “Os vermes constituem um dos grandes problemas de saúde atuais. Há 1,4 bilhão de pessoas no mundo infectadas com lombrigas, por exemplo”, diz o pesquisador. “Se entendermos como os nativos americanos controlavam essas infecções, podemos aplicar esse conhecimento ao mundo de hoje.”

Exemplos de recuperação do conhecimento não faltam. Reinhard conta que, ao estudar a relação de certas sementes consumidas na pré-história com o nível de infecção por vermes, percebeu que os grupos que consumiam sementes de *Chenopodium graveolens* apresentavam menos parasitoses. Após analisar quimicamente a planta, da família da quinoa, ficou provado que ela contém uma substância, o ascaridol, que anestesias os vermes e facilita sua expulsão. Hoje a substância é estudada como alternativa de tratamento para verminoses.

“Quando comentei sobre a pesquisa com meu avô, ele me disse que, na sua infância, todos ingeriam essa semente, que era conhecida como ‘semente para verme’”, conta Reinhard. “Essa história é incrível, pois mostra como as informações se perdem. O conhecimento sobre essa planta se manteve da pré-história até 1900, depois desapareceu e agora o resgatamos. E essa é apenas uma das contribuições que a paleoparasitologia pode dar.”

SOFIA MOUTINHO | CIÊNCIA HOJE | RJ

MAIS EM: <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2013/08/uma-pitada-de-veneno>

VERSÃO PARA CRIANÇAS DESTE TEXTO EM: <http://chc.cienciahoje.uol.com.br/a-historia-no-coco/>

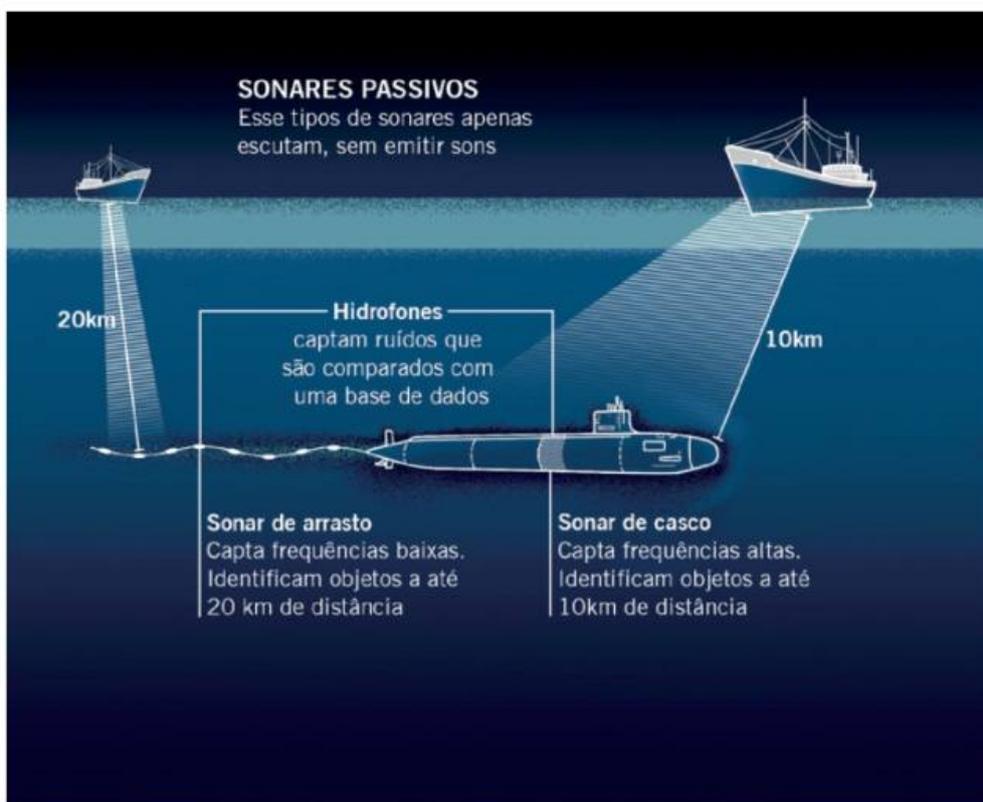
ESCUITA SILENCIOSA

LABORATÓRIO PESQUISARÁ SONARES PASSIVOS PARA EQUIPAR O NOVO SUBMARINO NUCLEAR BRASILEIRO

Além do solo firme, o Brasil tem uma gigantesca área submersa – esta equivale à metade do território terrestre nacional. Nessa zona de 3,6 milhões de km², chamada de Amazônia Azul, estão muitas das riquezas econômicas do país, como petróleo, pré-sal, pesca, ouro e diamante, além de valiosas cargas que trafegam pela região em navios. Para proteger e monitorar tudo isso, o país tem investido em tecnologias como o submarino nuclear, previsto para ser construído em 2016 com transferência de tecnologia francesa (ver ‘Defensor dos mares’, em CH 273). A aquisição do submarino, no entanto,

traz a necessidade do desenvolvimento de tecnologias associadas e aí entram em cena as universidades. Em parceria com a Marinha, o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe/UFRJ) inaugurou um laboratório para o estudo de sonares, o LabSonar.

Os sonares são dispositivos usados para detectar a presença de objetos debaixo d’água por meio de ondas sonoras emitidas ou recebidas. Atualmente, não existem sonares nacionais. Todos os equipamentos de monitoramento acústico maríti-



mo usados no país são importados. No novo laboratório, os pesquisadores vão estudar sistemas e dispositivos para criar sonares passivos.

Diferentemente dos sonares ativos, que emitem sons e identificam objetos pelo eco, os passivos apenas 'escutam', ou seja, detectam os ruídos produzidos por hélices, motores e deslocamento de embarcações, sem para isso emitir ondas. O silêncio dos sonares passivos lhes dá a vantagem de não serem identificados por sonares de outras embarcações, por isso são os mais adequados para um submarino, cuja função é passar imperceptível. "O desenvolvimento desses equipamentos é de grande importância tática, principalmente pela preocupação da defesa das reservas de petróleo e pré-sal e pelo momento delicado que vivemos com a ameaça de espionagem dos Estados Unidos", diz o coordenador do novo laboratório, o engenheiro José Seixas, fazendo menção às denúncias de monitoramento de dados eletrônicos de diversos países, inclusive o Brasil, pelo governo de Barack Obama (ver 'Nem tão secreto assim', na p. 6 desta edição).

DISPOSITIVOS COMPLEXOS O LabSonar vai desenvolver dois tipos de sonares passivos: os de casco e os de arrasto. Os de casco ficam presos à lataria do submarino e captam frequências sonoras altas, identificando, em média, objetos a até 10 km de distância. Além de detectar as ondas sonoras de embarcações se aproximando, esses sonares captam ruídos do próprio submarino a que estão acoplados, o que torna a interpretação dos dados uma tarefa complexa. "Esse é um dos grandes desafios de trabalhar com sonares", diz Seixas. "Enquanto em outros sistemas há mensagens e ruídos, nós temos só ruídos, de interesse ou não, e nosso sistema deverá ser capaz de separar esses sinais."

Já os sonares de arrasto, usados geralmente em conjunto com os de

casco, têm a vantagem de captar menos ruído próprio, pois os sensores sonoros ficam mais distantes do submarino, em um cabo que é arrastado pela embarcação. Atualmente, sonares de arrasto estrangeiros são usados no país pela Petrobras, que os aluga para monitorar plataformas de petróleo. Esses equipamentos captam frequências mais baixas que os de casco e permitem detectar objetos mais distantes, a até 20 km de distância. Seixas ressalta que esses dispositivos serão essenciais para o submarino nuclear, que vai se mover a altas velocidades e precisa identificar aproximações com antecedência.

O pesquisador destaca que o desenvolvimento dos sonares é altamente complexo e demandará um longo tempo de pesquisa, que envolve desde a criação de equipamentos como sensores sonoros submarinos até um sistema de digitalização da informação sonora. A expectativa é que os sonares estejam prontos em 2025, quando o submarino nuclear deverá entrar em operação.

A Marinha tem ainda que criar um banco de assinaturas sonoras para identificar o gênero de embarcação detectada. Cada embarcação produz um ruído específico e esse banco de dados precisa ser atualizado constantemente. A engenheira da Marinha Carla de Souza Martins pontua que os países não costumam compartilhar esse tipo de informação, bem como as tecnologias de sonar, por razões estratégicas. "Os bancos de dados são nacionais, nenhum país passa isso adiante e é nessa parte da fronteira tecnológica que sofremos embargo", diz. "O sonar passivo, por ser específico para submarino, sofre um grande cerceamento tecnológico. A tecnologia estrangeira ainda é extremamente superior, mas queremos mudar isso por meio de parcerias com universidades e centros de pesquisa."

SOFIA MOUTINHO | CIÊNCIA HOJE | RJ

Parceria vai mapear genoma de peixe-boi

O peixe-boi da Amazônia terá, pela primeira vez, seu genoma mapeado. Equipamento japonês de sequenciamento de DNA de última geração permitirá que pesquisadores tenham acesso a toda a sequência do material genético do animal, ampliando, assim, o conhecimento sobre a espécie. O projeto é fruto de uma parceria entre o Laboratório de Mamíferos Aquáticos (LMA) do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (Inpa) e o Centro de Pesquisa de Vida Selvagem da Universidade de Kyoto, no Japão.

Gastronomia responsável

Uma boa refeição pode pesar no estômago. Ou mesmo no bolso. Mas o importante é que não pese na consciência — e por isso o movimento Gastronomia responsável traz uma saborosa proposta: unir a arte culinária à preservação da natureza. Iniciada pela Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza, em Curitiba, a ideia é não só divulgar mas também colocar em prática quatro conceitos: (1) uso de ingredientes orgânicos; (2) utilização integral dos alimentos; (3) seleção de fornecedores locais; e (4) não utilização de espécies ameaçadas. Restaurantes e *chefs* vêm aderindo ao movimento. Se o leitor quiser exibir seu talento culinário, será bem-vindo a compartilhar sua receita ecológica no site www.gastronomiaresponsavel.com.br.



IDIOMA INDÍGENA EM DEBATE

PESQUISADORES LANÇAM NOVAS LUZES SOBRE O ENTENDIMENTO DA LÍNGUA PIRAHÃ

“*Niupai ti igato huakue kopae.*” Na língua indígena pirahã, esta frase significa “cachorro eu rabo longo preto”. Ou, na ordem mais natural para o português, “o rabo longo do meu cachorro preto”. Para o linguista estadunidense Daniel Everett, esse idioma é de especial interesse. Ele conviveu com pirahãs, na Amazônia, e propôs uma teoria segundo a qual a língua dessa etnia teria uma notável peculiaridade: ao contrário de todas as demais línguas humanas, ela não teria o que os linguistas chamam de recursividade. Breve introdução à linguística: recursividade é a ideia que preconiza a organização das línguas em, digamos, sentenças dentro de sentenças. “Ga-

lileu disse que o padre disse que a Terra não era redonda”: é um exemplo do conceito, que foi tema de evento internacional organizado em agosto último na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

“A recursividade na língua pirahã é, atualmente, uma questão de discórdia entre estudiosos do mundo inteiro”, diz a linguista Cilene Rodrigues, da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). A tese de Everett tem sido debatida à exaustão. E temos novidades na área. Rodrigues, em parceria com Andrew Nevins, da Universidade College London, e David Pesetsky, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts, vascu-

lhou tudo o que Everett já publicou sobre a língua pirahã – e chegou a uma inesperada conclusão: “Encontramos evidências de que essa língua é, sim, recursiva”, diz a pesquisadora da PUC-Rio.

A novidade deu o que falar. Everett e seus seguidores refutaram a interpretação – acusando os três pesquisadores de ‘cientistas de escritório’, incapazes de ir a campo coletar dados próprios. Mas a história não para por aí.

PANO PARA MANGA Para esclarecer o imbróglio, Rodrigues e sua equipe tiveram uma ideia. Em agosto passado, durante o evento dedicado ao tema, na UFRJ, eles convidaram dois membros

Segundo dados da Funasa, a etnia dos indígenas pirahãs contabiliza pouco mais de 400 indivíduos



do povo Pirahã para realizar experimentos psicolinguísticos. Em um dos testes, o pesquisador empresta várias moedas para o falante nativo da língua em questão. E dá o seguinte comando: “Coloque uma moeda dentro da caixa em cima do papel em cima da cadeira em cima da tábua”.

Resultado: o indígena não apresentou dificuldade alguma para realizar a tarefa. “Verificamos, assim, que ele processa *inputs* linguísticos de maneira recursiva”, disse a linguista da PUC-Rio. “Isso desmitifica a versão de Everett.” Segundo Rodrigues, nós, seres humanos, não somos tão diferentes uns dos outros. “Todos temos a mesma capacidade linguística.”

A discussão ainda deve dar pano para manga – pois Everett sinaliza que rebaterá os novos achados. Para ele, os pirahãs têm uma concepção de vida limitada e, em consequência, sua língua é mais simplificada.

HIAITSIIHI Augusto Diarroi, presidente da Associação do Povo Indígena Pirahã, em parceria com a linguista da PUC-Rio, pretende construir uma escola em uma das aldeias dessa etnia – a ideia é dar aos jovens a oportunidade de estudar o próprio idioma. “Criar um centro de documentação para a língua também é uma das fases do projeto”, prevê Rodrigues.

O idioma pirahã não tem vínculo algum com qualquer outro grupo linguístico conhecido, acreditam alguns pesquisadores. Os pirahãs descendem dos índios muras – arredios habitantes da floresta amazônica que, diante da chegada dos europeus, notabilizaram-se pelo espírito de resistência. Hoje, os pirahãs vivem no Amazonas – entre os rios Maici e Madeira. Segundo dados coletados em 2010 pela Fundação Nacional de Saúde (Funasa), a etnia contabiliza cerca de 420 indivíduos. Autodenominam-se *hiaitsiihi*, isto é, seres que habitam uma das muitas ‘camadas’ do cosmos.

HENRIQUE KUGLER | CIÊNCIA HOJE | RJ

Programa que prevê comportamento de rios ganha prêmio

ENGENHARIA

Prêmio para idealizador de programa de hidrologia

Um programa de computador que prevê digitalmente o comportamento da água em bacias hidrográficas, permitindo simular os efeitos de mudanças climáticas e de uso do solo sobre o comportamento hidrológico de rios, foi uma das principais contribuições para que o 58º Prêmio Fundação Bunge fosse para o engenheiro agrícola Samuel Beskow, da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) (ver ‘Simulando enchentes’ na *CH On-line*). Idealizador do programa, Beskow foi agraciado na área de Recursos Hídricos e Agricultura, categoria Juventude. Para o engenheiro, a premiação leva em conta a trajetória do pesquisador, mas destaca a qualidade e o impacto das pesquisas desenvolvidas. “Nesse ponto, nosso simulador teve um grande impacto científico e tecnológico, especialmente para gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas de países em desenvolvimento, como o Brasil, onde a disponibilidade de informações sobre bacias é limitada”, conta.

Beskow e sua equipe já estão desenvolvendo a segunda versão do Lash (sigla em inglês para Simulação de Hidrologia de Lavras), que em breve será patenteado. “O programa gerou bons resultados em rios aqui do Brasil e há interesse de usá-lo também nos Estados Unidos”, comenta o engenheiro. Segundo ele, a ideia é que no futuro o Lash seja usado por governos, técnicos da área de recursos hídricos e mesmo proprietários de terra, além de cientistas. A Fundação Bunge também agraciou na categoria Vida e Obra o agrônomo Klaus Reichardt, da Universidade de São Paulo, pelo seu trabalho com energia nuclear na agricultura, agrometeorologia e física da água no solo.

Selo com formigas da fauna brasileira

Formiga-tecelã, formiga-de-estalo, saúva-limão e lava-pé são as espécies de formigas que ilustram um selo lançado pelos Correios no Instituto de Biociências (IB) da Universidade Estadual Paulista, *campus* de Rio Claro.

O edital dos selos – importante registro da fauna invertebrada – foi escrito por Odair Correa Bueno, do Centro de Estudos de Insetos Sociais do IB. As peças estarão disponíveis para pesquisa no acervo do Museu Nacional dos Correios, em Brasília. Os interessados em adquirir os selos podem fazê-lo na loja virtual (www.correios.com.br/correiosonline) ou nas agências dos Correios.



QUÍMICA

Técnica de baixo custo para medir ozônio no ambiente

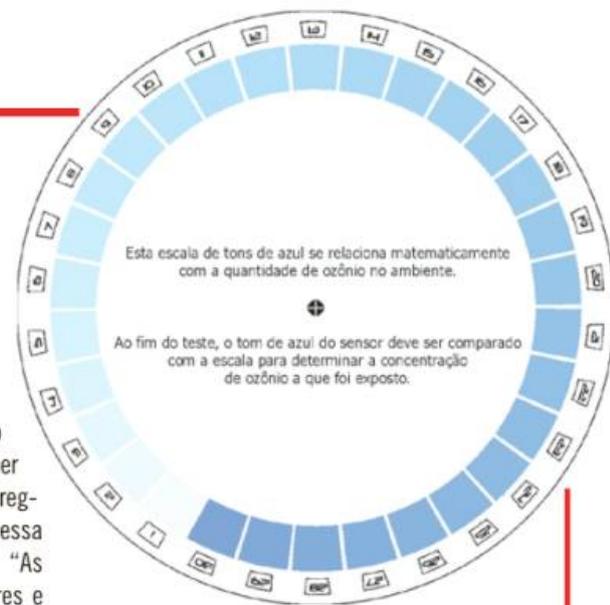
Terceiro gás que mais contribui para o efeito estufa, o ozônio é tóxico para os seres vivos e sua presença na atmosfera costuma ser medida por equipamentos eletrônicos de alto custo, o que inviabiliza o monitoramento na maioria das cidades. Mas pesquisadores da Universidade Estadual Paulista (Unesp), em Araraquara (SP), conseguiram desenvolver uma técnica simples e de baixo custo para medir a concentração desse gás no ambiente.

A técnica consiste em introduzir um filtro de celulose impregnado de índigo – corante de tonalidade azul usado para tingir roupas e alimentos – numa seringa descartável. Quando a seringa aspira o ar do ambiente, o ozônio presente na atmosfera oxida o índigo, descolorindo o filtro. A taxa de ozônio do ambiente é identificada pela comparação da intensidade da cor do papel com uma escala de tons (figura).

Inicialmente, os pesquisadores usavam um colorímetro para medir quanto de índigo

restava no filtro. A técnica tornou-se mais acessível, entretanto, quando o doutorando Gabriel Garcia, do Instituto de Química, propôs o uso de um escâner para digitalizar a imagem do filtro impregnado por corante e a transformação dessa imagem em equações matemáticas. “As equações permitem comparar as cores e assim determinar a quantidade de ozônio no ambiente”, diz o químico Arnaldo Cardoso, orientador de Garcia. “Mesmo uma câmera digital pode ser usada no lugar do escâner.”

Enquanto os equipamentos eletrônicos comumente usados para dosar o ozônio no ambiente custam em torno de R\$ 10 mil, o dispositivo desenvolvido na Unesp custa R\$ 400 para ser produzido e exibe eficiência semelhante. “A limitação é que, enquanto o equipamento eletrônico fornece de imediato a concentração de ozônio no ambiente, nosso dispositivo identifica a média de concentração em um período de três horas”, diz Cardoso. “A vantagem é que medir in-



tensidade de cor é fácil e o gasto de material, em cada medição, é um filtro de papel impregnado com índigo.”

Ainda que não forneça resultados imediatos, o dispositivo pode ser útil para monitorar a concentração de ozônio em ambientes internos. Nesses locais, geradores de ozônio presentes em alguns eletrodomésticos, como máquinas de lavar, ventiladores e purificadores de ar e água, podem liberar o composto no ambiente. “Nosso objetivo não é substituir o equipamento eletrônico, mas dispor de um método alternativo para determinar concentrações médias do gás”, completa o químico.

FOTO ELIEN BONGIAMI

BIOLOGIA

Novas espécies de salamandras em solo brasileiro

Durante mais de 40 anos pensava-se que se tratava de uma mesma espécie de salamandra – a *Bolitoglossa paraensis* – mas são, na verdade, no mínimo cinco espécies diferentes. A confusão vem finalmente sendo desfeita a partir de pesquisa que distinguiu cada uma delas. A bióloga Isabela Carvalho Brcko, durante seu mestrado na Universidade Federal do Pará (UFPA) e no Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), diferenciou as espécies *B. paraensis* e a *B. altamazonica*, da qual já se tinha suspeita de ocorrência no Brasil. Para isso, ela estudou a morfologia externa das salamandras e notou que, apesar da semelhança, é possível observar que a *B. altamazonica* é um pouco maior em tamanho que *B. paraensis*, ao passo que esta última possui proporcionalmente pés mais largos assim como membranas interdigitais mais extensas.

Ela diferenciou ainda três novas espécies (*B. tapajonica*, *B. madeira* e *B. caldwella*), consultan-

do 10 coleções científicas, tanto nacionais quanto internacionais, das quais foram examinados espécimes procedentes das regiões da Colômbia, Peru e Brasil e por meio de coleta de exemplares. O objetivo agora é tentar entender como houve a dispersão e especiação (processo que origina novas espécies) das salamandras. “Vamos estudar a filogeografia, ou seja, por meio das características morfológicas e moleculares, vamos tentar entender a relação entre essas espécies e sua distribuição no ambiente”, explica Brcko. “Há ainda a hipótese de que haja mais espécies a serem descobertas com esse aprofundamento.”

A pesquisadora observa que há uma grande preocupação quanto à extinção dessas espécies. “Belém, por exemplo, onde encontramos a *B. paraensis*, é uma região urbana com cada vez menos área verde natural”, ressalta Brcko. “Outro fator inquietante é o impacto ambiental de grandes empreendimentos, como o alagamento causado pelas hidrelétricas, no entorno dos rios Madeira e Tapajós, e também o desmatamento para pecuária no Acre, onde as novas espécies foram encontradas.”

FOTO MARCELO STURIANO



A verdadeira *Bolitoglossa paraensis*, encontrada em Santa Isabel do Pará, era confundida com outras quatro espécies de salamandra

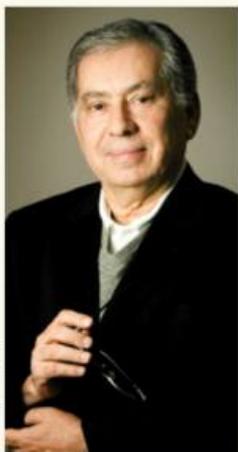


FOTO: CICERO RODRIGUES

Milhões de cidadãos, todos os dias, perdendo três ou quatro horas no trânsito, ou morando sem infraestrutura adequada, não é um problema só deles – é de toda a sociedade.

LINHA DE CONTINUIDADE

A mágica das cidades está em seus edifícios, em suas ruas e na mescla com seus acidentes geográficos; mas não é suficiente. Edificações, áreas públicas e geomorfologia conformam a imagem ambiental. Mas a cidade ainda não tem alma.

“Que será Buenos Aires?”, pergunta em poema o escritor portenho Jorge Luis Borges. Primeiro, descreve o que lhe é próximo: Buenos Aires “é o último espelho que reproduziu o rosto de meu pai”, “é a mão de Norah”, “é aquele arco da rua Bolívar”. Mas, a seguir, o poeta amplia o entendimento: “Buenos Aires é a outra rua, a que nunca pisei, o miolo secreto dos quarteirões, os últimos pátios, o que as fachadas ocultam, é o meu inimigo, se eu o tenho, (...) é o estranho, o bairro que não é teu nem meu, aquilo que ignoramos e aquilo que queremos.”

É no uso, nas interrelações que estabelecemos com as coisas e com as pessoas, ao usufruirmos o espaço urbano, que construímos nossa identidade e nossa memória coletivas. A cidade é minha íntima e minha desconhecida, íntima de meu desconhecido e desconhecida dele, íntima talvez de meu inimigo, se eu o tiver.

Essa condição nos faz, a cada um, protagonista da vida urbana. Também fundamenta o direito à cidade – que, na democracia, é indissociável da cidadania. Ele engloba o viver em segurança e liberdade (sabemos o quanto custa a violência!); inclui a disponibilidade das infraestruturas essenciais à vida civilizada e deve assegurar satisfatórias condições de habitação e mobilidade. A defesa desses valores tem assumido crescente relevo e eles têm se afirmado na consciência coletiva como elemento central de nossa contemporaneidade.

No entanto, há clara evidência da insuficiência dos governos em suprir a cidade desses deveres de Estado. Tal carência não se distribui igualmente no tecido urbano: há enormes assimetrias na prestação dos serviços públicos. Estas se manifestam no domínio territorial, por bandidos armados,

de parcelas significativas de áreas pobres das grandes cidades, na falta de saneamento para quase metade dos domicílios urbanos, nas dificuldades crescentes na mobilidade das metrópoles e até nas médias cidades; entre outros. Esse descompasso resulta em desigualdades sociais que se acentuam, à medida que as exigências contemporâneas aumentam, se complexificam e não são acompanhadas adequadamente pelos serviços públicos.

Se a cidade é “o último espelho que reproduziu o rosto de meu pai” e simultaneamente a “rua que nunca pisei”, como diz Borges, essas assimetrias não podem ser apenas constatáveis a cada pesquisa. Elas precisam servir como base para políticas públicas que visem assegurar o pleno direito à cidade. A existência de bairros dominados por bandidos armados não pode ser ‘naturalizada’ – sobretudo após a experiência das Unidades de Polícia Pacificadoras (UPPs), no Rio de Janeiro. Milhões de cidadãos, todos os dias, perdendo três ou quatro horas no trânsito, ou morando sem infraestrutura adequada, não é um problema só deles – é de toda a sociedade.

Certamente, a universalização dos serviços públicos há de ser um compromisso coletivo que precisa ter consequências práticas. Não se trata de reinventar a cidade, como pensavam os modernos diante do avanço demográfico. Mas é um impositivo democrático reorganizar as relações de decisão e poder nas metrópoles e nas grandes cidades brasileiras.

Nossas cidades precisam ser pensadas e planejadas para além dos governos e das idiosincrasias dos mandatários eventuais. Em respeito à diversidade social, cultural e de interesses, tampouco podem ficar reféns de pressões hegemônicas, hoje ditadas pelos desejos imobiliários e rodoviaristas.

As cidades mudam sempre, ainda que feitas de concreto. Paradoxalmente, está em seu espírito, composto pelos sonhos de todos e pela vivência de seus espaços comuns, a sua tênue linha de continuidade. **CA**

SÉRGIO MAGALHÃES

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

Um filtro essencial

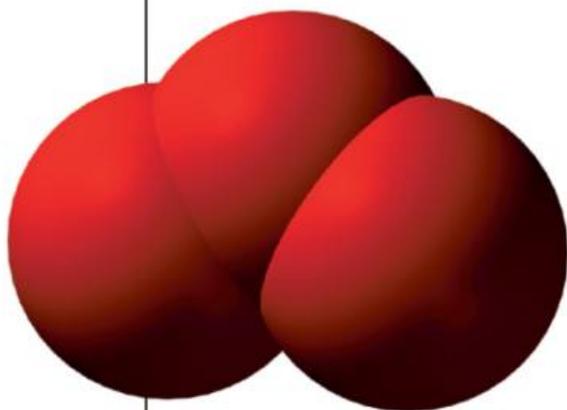
1913 **DESCOBERTA A CAMADA DE OZÔNIO NA ATMOSFERA.** A estreita colaboração entre os físicos franceses Charles Fabry (1867-1945) e Alfred Perot (1863-1925), na virada do século 19 para o 20, levou ao desenvolvimento do aparelho que ficou conhecido como interferômetro de Fabry-Perot. A partir de medições espectroscópicas da radiação ultravioleta (UV), feitas com a ajuda desse equipamento, Fabry e o físico francês Henri Buisson (1873-1944) detectaram, em 1913, a presença de ozônio em altas camadas atmosféricas. Esse gás se formou há cerca de 1 bilhão de anos, e sua concentração é tão pequena que foi chamado de 'gás minoritário'. Apesar disso, tem papel essencial para a vida na Terra. Na região entre 15 km e 30 km de altitude da atmosfera, atua como escudo protetor, bloqueando ou atenuando a radiação UV emitida pelo Sol, que causa danos aos seres vivos e ao meio ambiente.

NEUSA M. PAES LEME

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro Regional do Nordeste e Instituto Nacional C&T Antártico de Pesquisas Ambientais

O OZÔNIO FOI DESCOBERTO EM 1840 quando o químico suíço Christian Friedrich Schönbein (1799-1868) fazia experiências com faíscas elétricas no laboratório e sentiu um odor forte no ar, que chamou de ozônio (do grego *ózon*, cheiro). Em 1856 o irlandês Thomas Andrews (1813-1885) demonstrou que o gás era formado apenas por oxigênio e, em 1865, o químico suíço Jacques-Louis Soret (1827-1890) mostrou que a molécula continha três átomos de oxigênio (O_3). Décadas mais tarde, o químico inglês Walter Noel Hartley (1845-1913) descobriu que o ozônio é responsável pela absorção da radiação ultravioleta em uma energia determinada (300 nanômetros).

A concentração do ozônio varia com a altitude. Na região entre o solo e 10 km (a troposfera), sua concentração é pequena e praticamente constante, variando nos grandes centros urbanos e em áreas de queimadas; entre 15 km e 25 km (a estratosfera), atinge valor máximo. Acima do pico, decresce de modo exponencial com a altura, até atingir níveis muito pequenos em torno dos 90 km de altitude. Em geral, 90% da concentração total de ozônio encontram-se entre 15 km e 30 km de altitude, região conhecida como 'camada de ozônio'. Ocorre aí a maior absorção da radiação UV, que varia com o tipo da energia da radiação: a radiação UVB é bloqueada em 90% e a UVA, entre 10% e 30%. Embora bloqueie a radiação



Modelo espacial da molécula de ozônio (O_3). Em 1913, a substância foi detectada na alta atmosfera

UV, a camada de ozônio é muito rarefeita; no nível do mar, à temperatura de 0°C, teria apenas 3 mm de espessura.

A camada de ozônio é estudada continuamente desde 1956 por instrumentos de solo e mais recentemente por satélite. No final dos anos 1970 foi observado o fenômeno que ficou conhecido como 'buraco na camada de ozônio': drástica queda na concentração da camada sobre a Antártida entre as latitudes 60°S e 90°S, na primavera austral (de setembro a novembro). Nos anos seguintes, estudos mostraram decréscimo da camada em todas as latitudes, mas o 'buraco' só ocorre nos polos, principalmente na Antártida.

A destruição da camada de O₃ está associada ao gás CFC, composto por cloro, flúor e carbono. Produzido artificialmente pelo homem, ele se mantém na atmosfera por até 100 anos e é transportado pelos ventos aos polos Norte e Sul, onde ficam depositados. A descoberta levou à implementação do Protocolo de Montreal, em 1987, que impôs o fim da produção e comercialização dos CFCs mais nocivos à camada de ozônio. Hoje, a maioria dos países não mais os emite, mas os gases antigos que estão na atmosfera ainda vão permanecer aí por mais de 60 anos.

Observações feitas por equipamentos de solo e por satélites mostram que ainda há decréscimo do conteúdo total de ozônio em torno de 4% por década para o hemisfério Norte e de 6% para o hemisfério Sul, o que tem acarretado forte variação na quantidade de radiação UV que chega à superfície terrestre.

A redução da camada de O₃ é, na opinião da comunidade científica, um dos maiores problemas ambientais do planeta causado pela ação humana. Em seus estudos sobre a camada de ozônio, os pesquisadores buscam respostas para várias questões, entre as quais se destacam: i) a diminuição da concentração da camada de O₃ pode contribuir para a mudança climática?; ii) se a radiação UV está aumentando, quais as consequências para o equilíbrio químico da atmosfera e os efeitos no meio ambiente?; iii) o que acontecerá com o equilíbrio da atmosfera? Com a redução da camada de O₃, a temperatura está diminuindo na estratosfera (como mostram medidas tomadas na região) e aumentando na superfície terrestre.

CENÁRIO ATUAL Estudos sobre a camada de ozônio revelam que ainda há grande quantidade de gás CFC na atmosfera. Um modo de verificar sua concentração nessa região é monitorar o 'buraco' sobre a Antártida. Mas é



Charles Fabry (à esquerda) e Henri Buisson: descobridores da camada de ozônio

difícil quantificar com rigor, uma vez que a destruição varia muito de ano para ano e depende das condições da atmosfera entre 20 km e 50 km de altitude. São dois os fatores que mais influem: a temperatura no inverno e os ventos na primavera. Tais condições, que valem tanto para a Antártida quanto para o Ártico, explicam por que o 'buraco' na camada sobre o polo Norte é pequeno: a região é mais quente que a Antártida e a circulação atmosférica não é tão isolada como no polo Sul.

Registros feitos pela Agência Espacial Norte-americana da evolução do 'buraco' da camada de ozônio desde o seu descobrimento revelam sua variabilidade de um ano para outro. Em 2002, pensou-se que ele havia se recuperado, mas esse foi um episódio isolado. Viu-se depois que a temperatura da alta atmosfera no inverno não tinha sido baixa o suficiente para prender os CFCs em nuvens congeladas e liberá-los na primavera para dar início à destruição da camada. Em 2003 e 2006, observou-se que a destruição era bastante significativa.

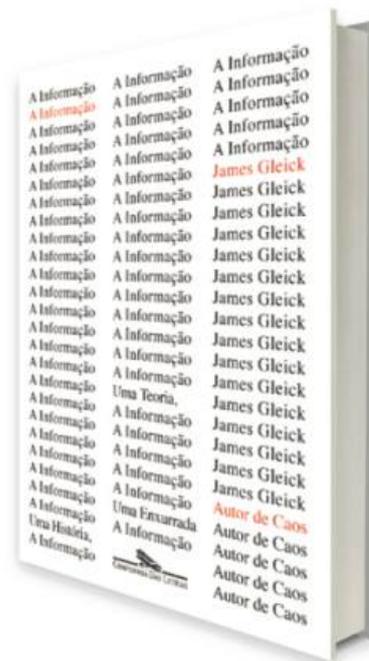
A contribuição brasileira tem sido importante para monitorar a camada de O₃ na América do Sul e região subantártica. Sobre o Brasil, as medidas da camada flutuam em torno do nível normal. Entre 1990 e 2000, ficaram 5% abaixo do padrão de referência, mostrando recuperação após 2000. Dados mais recentes estão sendo analisados e serão publicados em breve. **EH**

LEITURA IMPERDÍVEL

A Informação

James Gleick

Rio de Janeiro, Companhia das Letras, 528 p., R\$ 59,50



JAMES GLEICK, reconhecido jornalista e escritor norte-americano, autor do *best-seller* *Caos*, escolheu a teoria da informação como tema deste novo e fascinante livro. Para a maioria das pessoas, o assunto remete a algo desinteressante e burocrático sobre documentação e catalogação ou a matéria técnica relacionada com computação. No entanto, o tema está sintonizado com os recentes avanços tecnológicos na área de comunicação, como internet, e desperta interesse do público não especializado.

O ponto central é a teoria desenvolvida pelo matemático e engenheiro norte-americano Claude Shannon, autor de *Teoria matemática da comunicação*, considerado um dos livros mais influentes do século 20. Para resolver problemas práticos de comunicação por meio de dispositivos eletrônicos, Shannon desenvolveu um corpo teórico tendo como base o conceito de entropia da mecânica estatística para quantificar a informação. Suas ideias, concebidas dentro da engenharia elétrica, foram aplicadas a diversas disciplinas distantes, como biologia, com uma forte conexão entre elas. O impacto intelectual, social e econômico dessa teoria é enorme, pois sem ela não seria possível o uso de computadores

na comunicação. Para atingir seus objetivos, Gleick em diversos momentos veste o jaleco de professor e explica conceitos intrincados de forma acessível, como aleatoriedade, máquina de Turing e incompletude de Gödel.

O livro tem início na história dos 'tambores falantes' usados nas tribos africanas para comunicação a distância, antecedendo importantes invenções europeias, como o telégrafo. É curioso aprender que os tambores realmente falavam pela imitação da entonação das palavras por meio de notas graves e agudas. A descrição de Gleick prende o leitor e desperta curiosidade pelo que vem adiante. As histórias de Charles Babbage e Ada Lovelace, que fundem sucesso e fracasso, são cuidadosamente contadas. Visionários que discutiam sobre computador e linguagem de programação 100 anos antes do Eniac (sigla pela qual ficou conhecido o primeiro computador eletrônico). As ideias do argentino Gregory Chaitin sobre a relação entre algoritmos e a teoria da complexidade são apresentadas com grande familiaridade (ver 'O inventor do Ω ' em *CH* 253). O conceito de 'informação sem significado' introduzido por

Shannon é cuidadosamente analisado. Por último, não podia faltar uma pincelada sobre a misteriosa informação quântica.

Com um pequeno salto, entramos na discussão sobre o excesso de informação. Gleick busca apoio em psicólogos, sociólogos e teólogos: Marshall McLuhan e Pierre Teilhard de Chardin são trazidos à tona. Google e Wikipédia também aparecem nesse contexto com detalhes interessantíssimos. Diversos outros temas relacionados com o conceito de informação são discutidos, como a teoria da vida e a estrutura da molécula do DNA, descoberta por James Watson e Francis Crick, as ideias de Richard Dawkins, Daniel Dennett e de diversos outros pensadores.

Este livro é leitura imperdível, cheio de informação com significado.

Renato Portugal

Laboratório Nacional
de Computação Científica

A alma das coisas – Patrimônio, materialidade e ressonância

José Reginaldo Santos Gonçalves,
Roberta Sampaio Guimarães
e Nina Pinheiro Bitar (org.)

Rio de Janeiro, Editora Mauad X,
312 p., R\$ 58

Tema clássico da antropologia, a relação entre os seres humanos e as coisas é tratada nos 10 estudos reunidos nesta coletânea, que abordam representações materiais de divindades, máscaras rituais, culinária religiosa, espaços urbanos, arquiteturas, casas e imagens. A partir do entendimento de que as coisas existem como parte de uma vasta e complexa rede de relações sociais e cósmicas, os autores analisam os efeitos de sua presença em nossa vida individual e coletiva. E buscam assim averiguar como os diferentes objetos contribuem para nos tornar o que somos.

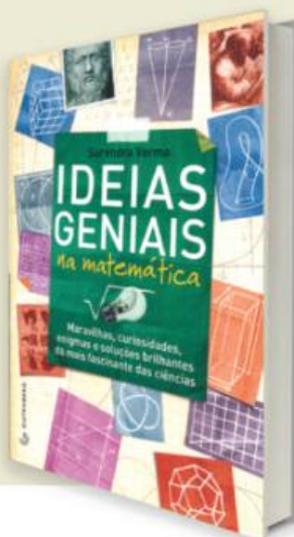


Ideias geniais na matemática

Surendra Verma

São Paulo, Editora Gutenberg,
200 p., R\$ 35

Muitos só conhecem da matemática o que ainda se lembram do tempo de estudante: algumas fórmulas simples e o medo das provas. Para o autor deste livro, um jornalista especializado em divulgação científica, no entanto, esse conhecimento milenar pode ser divertido e fascinante. O livro traz uma mistura inusitada de alguns teoremas célebres (o de Pitágoras e o de Tales, por exemplo) com curiosidades, anedotas, rimas, jogos e até poemas. Assim, cria uma narrativa ágil e interessante, abordando temas variados, do simples ao complexo, em tópicos que não ultrapassam duas páginas. Ótima oportunidade para aprender matemática a partir da diversão.



Secas na Amazônia: causas e consequências

Laura de Simone Borma
e Carlos Afonso Nobre (org.)

São Paulo, Oficina de Textos,
368 p., R\$ 65

Em 2005 e 2010, a Amazônia experimentou dois dos mais inclementes períodos de seca de sua história recente. As causas desses fenômenos naturais são complexas e variadas e, ao contrário do que muitos pensam, não foram episódios inéditos. A região também registrou secas severas em 1912, 1925, 1964, 1980, 1983 e 1997, por exemplo. Embasados em extensa e competente revisão bibliográfica, os organizadores trazem ao leitor uma obra tão detalhada quanto atual sobre a dinâmica climática da Amazônia. São dezenas de artigos científicos selecionados a dedo – muitos dos quais acessíveis ao público não especializado – redigidos pelos mais renomados pesquisadores, brasileiros e estrangeiros, atuantes no tema.





ANIMAÇÃO

Que artigo sensacional [*'A matemática da animação por computador'*, em CH 305]! Como professor de matemática e entusiasta das aplicações matemáticas nas tecnologias computacionais, fico maravilhado por essa contribuição. Gosto de assistir às novas animações lançadas pelos grandes estúdios americanos, gosto mais ainda é de ver os extras. Lembro-me, quando vi os extras do filme *A era do gelo*, de um bloco de gelo caindo no mar e formando uma gigantesca onda. Nos extras, a onda é um cilindro rodando, com algumas aplicações de álgebra linear. Baixei a versão integral, li e compartilhei nas redes sociais de que participo.

Edigley Alexandre

Comentário na CH On-line

OBESIDADE I

(...) O texto na CH sobre a sobrevida dos obesos [*'Estatística e egos'*, em CH 305, coluna A propósito] merece uma interpretação menos apaixonada. Supondo que os dados epidemiológicos venham a ser confirmados, o que está em jogo não é o fundamento de que 'a obesidade se associa à síndrome metabólica, o que aumenta a morbidade e reduz a expectativa de vida'. O que está em jogo é a mera definição estatística do que seja obesidade. Determinar o índice de massa corporal (IMC) normal entre 18 e 25 também é apenas uma convenção numérica. O que o trabalho citado de Katherine Flegal talvez altere é que o IMC normal seja, por exemplo, entre 19 e 27. Mais uma vez, (...) é a mídia que distorce as informações, sabe-se lá com que interesses. Ou-

tro ponto: não é que as pessoas mais cheinhas vivam mais, mas sim que o grupo das pessoas magras viva menos, pelo motivo de que, nesse grupo, estão tanto as pessoas saudáveis (que viverão mais que os obesos) quanto aquelas sofrendo de câncer, Aids, doenças reumáticas e outras, muitas vezes sem o diagnóstico.

Dario Palhares

Brasília, DF

OBESIDADE II

(...) Achei a crônica ótima. Já havia lido sobre isso. O assunto já esteve em pauta há mais de 40 anos. Dados de companhias de seguros indicavam que um pequeno excesso de peso na terceira idade aumentava a expectativa de vida. Esses dados foram contestados, depois. Quando afastaram os fumantes do grupo, a estatística mostrou o contrário. Em geral, os fumantes são mais magros, quando comparados com indivíduos normais. (...)

Enio Cardillo Vieira

Belo Horizonte, MG

PEQUENA OBRA DE ARTE

Leciono disciplinas na área de calor e fluidos (inclusive termodinâmica) nos cursos de graduação e no programa de pós-graduação de engenharia mecânica da UFMG. Li recentemente o magnífico artigo '*O choro da energia abandonada*', publicado na coluna *Exatamente* da CH de julho de 2012. O texto é uma pequena obra de arte. Sempre pensei em enviar um artigo nesses moldes para a CH, mas jamais escreveria uma síntese tão boa (e bonita) sobre a segunda lei da termodinâmica e a entropia como essa. Guardo a revista entre meus livros, e sempre que posso mostro o texto para alunos e colegas.

Luiz Machado

Belo Horizonte, MG

PEDRO NAVA

Ainda me recordo do impacto que tive ao ler *Baú de ossos*, de Pedro Nava, há alguns anos. A vontade de lê-lo sempre esteve la-

tente em mim desde o fim da adolescência, quando descobri que Nava nasceu em Juiz de Fora (MG), e ali passou boa parte da infância. Leitura fascinante, em que se misturam preciosismos históricos tanto sobre Juiz de Fora e o Rio de Janeiro, no princípio do século passado, quanto sobre o universo 'privado' do autor. E que grata surpresa me deparar com um artigo inteiro dedicado ao memorialista nas páginas da revista [CH 306]. Pretendo ler os demais volumes de suas Memórias e, desde já, encontro-me ansioso pela reedição de sua obra, como anunciado pela revista.

Verlan Valle Gaspar Neto

Por correio eletrônico

LÍNGUA VIVA

A língua como elemento vivo é modificadora da realidade social e modificada por essa mesma realidade, ou seja, realizar uma análise da língua desconiderando o contexto do emprego é provocar a exclusão social e o preconceito linguístico ainda propagado em nossa sociedade, pelo desconhecimento cultural de muitos (sobre *Cultura 12*, na CH 304). Como bem coloca o professor Sírio Possenti: "...um duro golpe nos milhões de cidadãos que tiveram o azar de, vivendo nos dias atuais, não ter acesso ao português de antigamente". E ainda o professor Danilo Marcondes: "para poder fazer suas escolhas quanto à melhor maneira de se comunicar nas diferentes situações em que se encontra". Parabéns aos professores Sírio e Danilo pelas colocações esclarecedoras e que muito ajudam nas reflexões sobre a língua.

Henrique Rogério

São Cristóvão, SE

Comentário na CH On-line

CORREÇÃO

- Na resenha do livro *17 equações que mudaram o mundo* (CH 306, p. 60), é dito incorretamente que Erwin Schrödinger era alemão. Na verdade, o físico era austríaco.

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

cienciahoje@cienciahoje.org.br



FOTO: CICERO RODRIGUES

DESAFIO

Um clássico: quantos anagramas existem para a palavra 'Mississippi'?

DE QUANTAS MANEIRAS?

Você já deve ter passado por situação parecida: em um restaurante, o cozinheiro pergunta qual a massa, o molho, os ingredientes... São tantas escolhas que parece haver um número infinito de maneiras de preparar seu prato. "Espaguete com molho de tomate, azeitona... Não, não, troca por presunto... Espera, dá para tirar o presunto e voltar com a azeitona?"

Esse tipo de problema – em nosso caso, calcular de quantas formas diferentes podemos montar um prato – faz parte de uma área da matemática chamada análise combinatória – ou apenas 'combinatória'. Essa especialidade se tornou recentemente um campo muito ativo da matemática. Razão: sua importância para a ciência de computação. Vejamos exemplos simples.

Um anagrama de uma palavra é um rearranjo das letras da palavra original. Exemplo: ICH (sigla do Instituto Ciência Hoje) pode ser escrito como ICH, IHC, CIH, CHI, HIC e HCI. Total: seis anagramas. Esse exemplo nos dá uma ideia do que se passa em geral. Inicialmente, temos três opções (I, C e H). Uma vez que escolhemos a primeira letra, ficamos com duas opções para a segunda. Quando escolhermos a segunda, só nos restará uma opção.

Podemos pensar nessas escolhas como uma série de estradas que estamos percorrendo. Inicialmente temos três opções, depois duas e finalmente uma apenas. Quantos destinos teremos no total? A resposta é $3 \times 2 \times 1 = 6$, exatamente o número de anagramas para 'ICH'.

A regra é: o número de anagramas para uma palavra com 'n' letras será $n \times (n - 1) \times (n - 2) \times \dots \times 1$, que se escreve $n!$ (e se lê 'ene factorial'). Mas há um porém. Esse cálculo está correto quando as letras são todas diferentes. No caso em que há repetição, devemos tomar cuidado. Exemplo: quantos anagramas existem para a palavra 'aba'? Podemos listá-los: aab, aba e baa. Apenas três.

O que aconteceu? Como a letra 'a' aparece duas vezes, trocá-las entre si gera o mesmo anagrama.

A análise combinatória nos ensina a saída. Imagine que, em vez de 'aba', escrevêssemos 'Aba'. Como no caso de 'ICH', teríamos seis anagramas. Agora, vamos esquecer a diferença entre os 'as' – ou seja, 'abA' e 'Aba', bem como 'BAa' e 'BaA', são iguais. Ou seja, cada anagrama é repetido duas vezes. Assim, 'aba' terá $6 : 2 = 3$ anagramas.

Então, a regra é: devemos calcular o número de anagramas da palavra como se todas as letras fossem diferentes. Depois, dividir pelo número de vezes que cada anagrama é repetido. Como, nesse caso, temos duas letras iguais, cada anagrama é repetido duas vezes ($2 \times 1 = 2$, ou seja, $2!$). Se fossem três letras iguais (como o 'a' em 'palavra'), teríamos que dividir $7!$ (número total de anagramas) por $3!$ (número de repetições de cada anagrama, isto é, $3 \times 2 \times 1 = 3!$).

O que palavras têm a ver com nosso espaguete?

São problemas idênticos: se temos cinco tipos de massa, oito tipos de molho e 10 ingredientes, podemos montar $5 \times 8 \times 10 = 400$ pratos diferentes. Isso é que é matemática que dá gosto.

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO O ano seguinte, 2012, é bissexto, mas, como o dia extra ocorre depois de 15 de fevereiro, o pulo é de um dia só. Portanto, o dia 15 de fevereiro cairá em uma quarta-feira. No ano seguinte, porém, pulamos dois dias; então, será uma sexta. A sequência seguinte, a partir de 2014, será sábado, domingo, segunda e quarta.

FOTO: SXC

MARCO MORICONI

Instituto de Física,
Universidade Federal
Fluminense

moriconi@cienciahoje.org.br

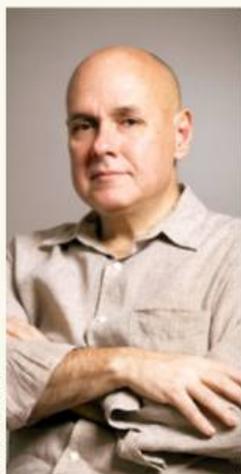


FOTO: DICENIO RODRIGUES

Livros como o de Antelme nos ensinam a imaginar mundos em que o trabalho milenar da cultura é destruído, em nome da coisificação absoluta

A ESPÉCIE HUMANA

A espécie humana é o título de um livro exemplar lançado na França em 1957. Um daqueles livros que merecem ser lidos várias vezes em apenas uma vida. O autor, Robert Antelme (1917-1990), foi membro da Resistência Francesa e *rescapé*, ou seja, sobrevivente dos campos de concentração. Entre 1944 e 1945, após ser preso pela Gestapo, Antelme migrou por vários campos nazistas, como Buchenwald, Auschwitz e Dachau. Não é pouco, é o mínimo que se pode dizer. O livro, cuja publicação no Brasil se anuncia para breve, é um dos melhores exemplares da chamada 'literatura de testemunho'. Ainda que não se compare, literária e filosoficamente, a Primo Levi (1919-1987), compõe com este, e com Jean Améry (1912-1978), o que de melhor e mais pungente se escreveu a respeito.

Em relação a Levi, em particular, pode-se dizer ainda que a experiência de Antelme foi menos terrível, embora ambos tenham frequentado o que houve de pior na loucura do nazismo, o "universo concentracionário", para usar expressão cunhada por outro *rescapé*, David Rousset (1912-1997). Levi, por ser judeu, viveu o horror do campo de extermínio; Antelme 'limitou-se' a viver o do campo de concentração, circunstância que, de modo algum, o imunizou da ameaça da morte sempre iminente e daquilo que Levi denominou como "ofensa" – a destruição de um ser humano. A distinção entre os campos não é filigrana: os de extermínio eram lugares de morte certa; os de concentração, de morte provável, mas sem que tenham sido desenhados para tal finalidade. A morte no campo de concentração decorre da dureza do regime de internação ali praticado; no campo de extermínio esta é a própria finalidade, inscrita em seu atributo explícito.

A excelência do texto de Antelme resulta do fato de conter mais que uma narrativa de testemunho pessoal. Como na obra central de Primo Levi, *É isto um homem?*, o que

importa a Antelme é observar a condição humana em cenário extremo. Daí o título do livro, *A espécie humana*, uma observação antropológica a respeito do que pode acontecer aos humanos quando todos os traços civilizatórios são destruídos: língua, nomes, roupas, objetos, reconhecimento social etc. Tudo, enfim, que possa ser considerado marcador de identidade e de diferenciação.

Fora do marco estritamente fisiológico, o que distingue o humano é aquilo que a espécie acrescenta ao mundo, transformando-o. Tais acréscimos são de ordem cultural. Na verdade, a adaptabilidade da espécie humana a virtualmente todo o planeta resulta do fato de que, em cada lugar que ocupa, constrói o próprio nicho, uma segunda natureza que, acoplada à primeira, define seu hábitat. Tal hábitat tem nome próprio: cultura. Nossa adaptação à diversidade dos ambientes naturais não resulta tanto da especiação biológica, mas sobretudo da variada criação de circunstâncias culturais, por definição artificiais.

Livros como o de Antelme nos ensinam a imaginar mundos em que o trabalho milenar da cultura é destruído, em nome da coisificação absoluta: um homem reduzido a portador de piolhos, a recipiente de um estômago vazio e a movimentos remanescentes – por tempo incerto – de sua existência meramente fisiológica. Mais que o medo da morte, que exige certa abstração metafísica, posto que movido pela ideia de que a vida é um valor fundamental, o que conta no campo são os comandos do estômago. Na infernal hierarquia do campo, narrada por Antelme, o principal marcador é a quantidade de comida usufruída: kapos podem ser gordos; prisioneiros políticos, em geral, esqueléticos. A diferença, ao fim e ao cabo, na métrica do campo, diz respeito ao que cada um pode comer. A destruição radical dos marcadores de dignidade transforma a espécie humana em um recipiente esvaziado de identidade e de comida. ■

RENATO LESSA

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

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

nova/sb



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

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

Ministério do
Desenvolvimento, Indústria
e Comércio Exterior

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

Há uma maneira melhor de eternizar seu
amor pelas florestas.



Assinando e coletando assinaturas para o projeto de lei Desmatamento Zero, você nos ajuda a levá-lo para votação no Congresso. Acesse www.ligadasflorestas.org.br e descubra como podemos zerar o desmatamento no Brasil.

GREENPEACE
www.greenpeace.org.br