CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

NÚMERO 301 | VOLUME 50 | MARÇO 2013 | R$ 10,95

SEXO ÀS CLARAS

Debate sobre psicanálise e sexologia chegou às ruas brasileiras nos anos 1920

JOSÉ MURILO DE CARVALHO

Um intelectual dedicado a interpretar o Brasil

EFEITO RAMAN

Explicação para a cor do mar levou a técnica com variadas aplicações

CARVÃO MINERAL

O MAIS POLÊMICO DOS COMBUSTÍVEIS

SBPC

CIÊNCIA HOJE

Como um raio pode mudar uma vida? Em busca de respostas para esta pergunta é que um cientista apaixonado por raios desenha sua jornada. Seis vidas, seis histórias distintas, mostram como uma fração de segundo define destinos de forma completamente diferente, permeando o medo ou a paixão, a tragédia ou o sucesso, a guerra ou a paz. Nesta jornada, fatos inusitados são revelados, mostrando a visão da ciência e da cultura sobre o fenômeno, desde o descobrimento do Brasil até o futuro da

www.fragmentosdepaixao.net.br

Realização

Grupo de Eletricidade Atmosférica

INPE – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Produção

STORM

Apresentação

Bradesco Seguros

Eletrobras Furnas

ISA CTEEP

Patrocínio

Fundação Cultural Cassiano Ricardo

Prefeitura Municipal de São José dos Campos

edp

coelba Grupo Neoenergia

FAPESP

FAPERJ

Earth Networks

VAISALA

IACIT

PHOENIX CONTACT

abc Pára-raios

Fomento

SHT

ibram

Ministério da Cultura

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

Governo Federal Brasil

Apoio

CINEMARK

CrossFit Vale

Fundação Biblioteca Nacional

Museu Histórico Nacional

Museu de Astronomia e Ciências Afins

Cataventos

CIÊNCIAHOJE

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

DIRETORIA
Diretor Presidente | Renato Lessa (UFF)
Diretores Adjuntos | Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF) • Caio Lewenkopf (Instituto de Física/UFF) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/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; **Setor Internacional** | Cássio Leite Vieira; **Repórteres** | Fred Furtado, Henrique Kugler e Sofia Moutinho. Joyce Santos (estagiária); **Colaboraram neste número** | Camille Dornelles e Marina Sequinel; **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@amperdesign.com.br); **Diagramação** | João Gabriel Magalhães | **Capa e diagramação de artigo de capa** | Ana Soter
SUCURSAIS
NORTE | Manaus | Coordenador científico | Ennio Candotti | Correspondente | Mariana Ferraz (mariana@museudaamazonia.org.br). End.: Museu da Amazônia – MUSA – Av. Constelação, 16, Conjunto Morada do Sol, Aleixo. CEP 69060-081 Manaus, AM. Tel.: (0xx92) 3236-5326
SUL | Curitiba | Correspondente | Roberto Barros de Carvalho (chsul@ufpr.br) e Célio Yano. End.: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Comunicação Social, Rua Bom Jesus, 650, Juvevê. CEP 80035-010, Curitiba, PR. Tel.: (0xx41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do Paraná
SÃO PAULO | Correspondente | Vera Rita Costa (verarita@cienciahoje.org.br). Tel.: (0xx13) 9756-0848 | Roberta Adena (estagiária)
PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL | Superintendente | Ricardo Madeira; | **Publicidade** | Sandra Soares (gerente); End.: Rua Dr. Fabrício Vampré, 59, Vila Mariana, CEP 04014-020, São Paulo, SP. Telefax: (0xx11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura | Gerente** | Fernanda L. Fabres.
Telefax: (0xx21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br)
REPRESENTANTES COMERCIAIS
BRASÍLIA | Joaquim Barroncas – Tels.: (0xx61) 3328-8046/ 9972-0741.
PRODUÇÃO | Maria Elisa C. Santos; Irani Fuentes de Araújo
RECURSOS HUMANOS | Luiz Tito de Santana
EXPEDIÇÃO | Gerente | Adalgisa Bahri
IMPRESSÃO | EDIGRAFICA
DISTRIBUIÇÃO | FC Comercial e Distribuidora S/A
CIÊNCIA HOJE | Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ Tel.: (0xx21) 2109-8999 – Fax.: (0xx21) 2541-5342 | Redação (cienciahoje@cienciahoje.org.br)

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

APOIO:
MCT CNPq FINEP

EXPLORAR OU NÃO EXPLORAR?

O combustível fóssil mais abundante do planeta é também o mais polêmico. Os defensores da exploração do carvão mineral alegam que seu uso é indispensável à economia do país e que novas tecnologias permitem seu emprego de forma cada vez mais eficiente e com menores consequências para o ambiente. Os mais críticos consideram o minério ultrapassado e substituível, e sua exploração prejudicial à natureza e à vida dos trabalhadores do setor.

Oficialmente, o Brasil tem adotado uma posição contrária à expansão da indústria carbonífera. A justificativa é que as usinas movidas a carvão têm baixa eficiência e, ao mesmo tempo, emitem muito mais gases causadores de efeito estufa que outras fontes energéticas.

Ciência Hoje convida os leitores a conhecer de perto esse debate, acompanhando a visita à mina 101, a 60 m abaixo da superfície do solo, no interior de uma galeria subterrânea, em Içara (SC), que Célio Yano, jornalista de nossa sucursal Sul, registrou na reportagem de capa. A área, que começou a ser explorada há menos de um ano, está no centro de uma discussão que se desenrola há mais de uma década na pequena cidade de 60 mil habitantes. Ela também reflete a controvérsia em torno da atividade carbonífera no Brasil.

A redação

CAPA: FOTO CHRISTOPHE MENEBOEUF / CREATIVE COMMONS

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**

sumário

4 **o leitor pergunta** | Os medicamentos biológicos são seguros? | Em que consiste e para que serve a câmara anecoica? Ficar sozinho muito tempo em uma delas pode enlouquecer alguém? | Por que alguns dinossauros – herbívoros e carnívoros – eram tão grandes?

6 **ch on-line**

7 **exatamente** | ENQUANTO HOUVER SOL | Uso de novos materiais pode ampliar produção de energia elétrica a partir da luz solar

8 **entrevista** | EDWIN BERGIN | VIDA EXTRATERRESTRE | Astrobiólogo fala da origem da vida e de candidatos a abrigar seres vivos fora da Terra

12 **mundo de ciência**

19 **a propósito** | PROCURAM-SE GÊNIOS | Características da ciência moderna dificultam surgimento de cientistas geniais

41 **linha do tempo** | DAS COLEÇÕES AOS MUSEUS | Bibliotecas e gabinetes artísticos do Renascimento estão na origem dos museus atuais

em dia

42 DOMESTICAÇÃO À VISTA | Comunidade do Sul usa bromélia como fonte de renda e de forma sustentável

44 MÚSCULO ARTIFICIAL | Nanotubos de carbono e parafina compõem fibra microscópica mais forte que fibra muscular

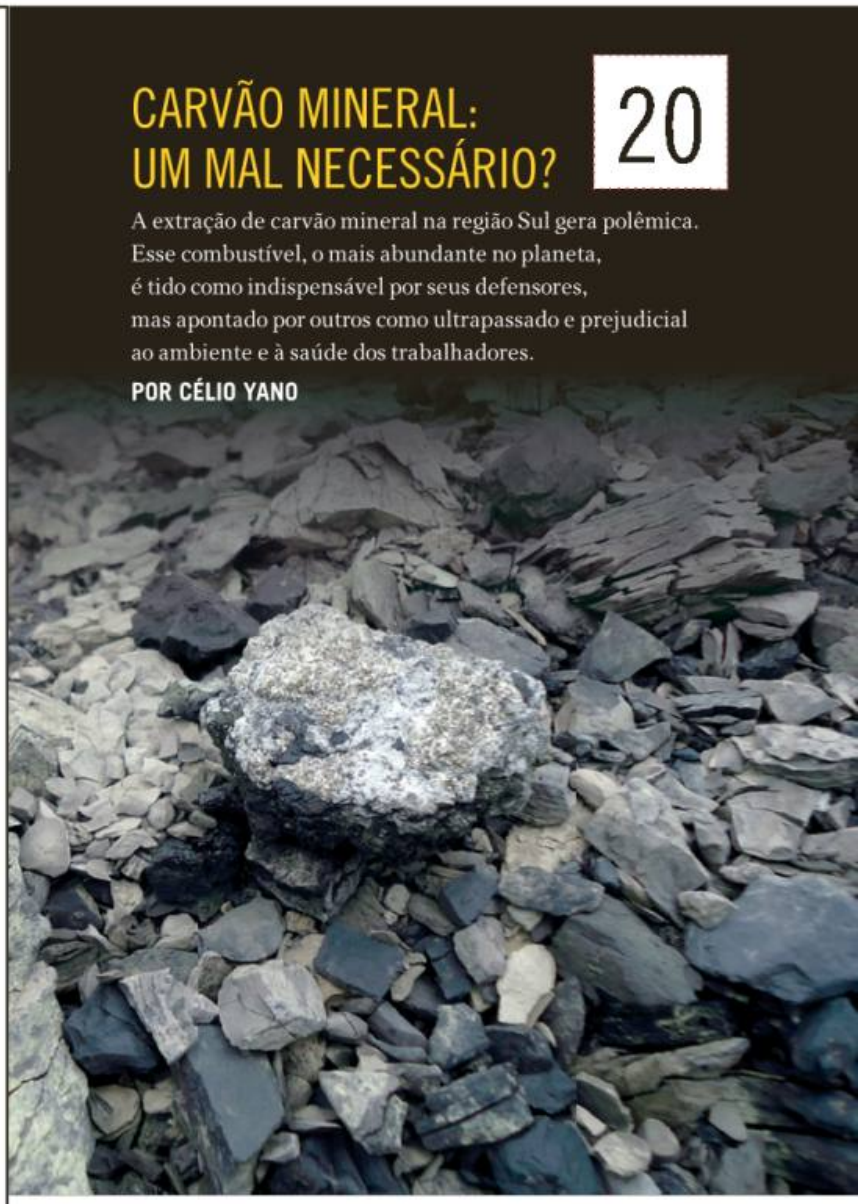
45 PROTEÍNA DO LEITE COM FERRO | Tratamento da anemia ganha reforço com suplemento que aumenta absorção do nutriente

46 QUESTIONANDO O PATRIARCADO | Estudo revela poder político de mulheres da elite rural baiana no início do século 20

47 DE ONDE MENOS SE ESPERA | Composto que auxilia combate ao câncer é obtido de glândula salivar do carrapato

48 TODOS GANHAM | Fungos que ajudam absorção de fósforo podem reduzir uso de adubos químicos

49 PRECISÃO CIRÚRGICA | Começa este ano fase de testes de primeiro bisturi ultrassônico projetado no país



CARVÃO MINERAL: UM MAL NECESSÁRIO? 20

A extração de carvão mineral na região Sul gera polêmica. Esse combustível, o mais abundante no planeta, é tido como indispensável por seus defensores, mas apontado por outros como ultrapassado e prejudicial ao ambiente e à saúde dos trabalhadores.

POR CÉLIO YANO

EFEITO RAMAN: A TÉCNICA QUE NASCEU DA OBSERVAÇÃO DO AZUL DO MAR 26

O azul dos mares e oceanos, que provoca admiração, foi por algum tempo assunto de pesquisa científica. Após uma viagem de navio em 1920, um físico indiano estudou a origem dessa cor e o que descobriu levou a uma técnica hoje largamente usada em laboratórios.

POR ILDE GUEDES, JOSÉ EVANGELISTA MOREIRA E CLENILTON C. DOS SANTOS

SEXOLOGIA E PSICANÁLISE: A CIÊNCIA E OS ASSUNTOS ÍNTIMOS NO RIO DE JANEIRO DO INÍCIO DO SÉCULO 20

32

A educação sexual e os problemas associados ao sexo não são temas recentes no Brasil. No início do século passado, no Rio de Janeiro e em outras cidades, essas questões eram debatidas em jornais, rádios, livros, revistas e consultórios de psiquiatras.

POR JANE RUSSO E SÉRGIO CARRARA

A MULTIDIMENSÃO DA DIVERSIDADE

36

A destruição ambiental pode extinguir grande parte da diversidade biológica, antes que seja conhecida. Algumas plantas brasileiras, como o alecrim-do-campo, exibem valores múltiplos, que tornam relevante a busca de maior conhecimento a seu respeito.

POR G. WILSON FERNANDES, YUMI OKI, ISABELA M. DO NASCIMENTO, CAMILA E. MENDES DE SÁ, NEWTON P. U. BARBOSA E CHRISTIANE CONTIGLI

51 ACERVO AMAZÔNICO | Maior número de espécies de peixes em todo o mundo é encontrado no rio Madeira

57 **futuro cientista**

58 **ensaio** | ENGARRAFAMENTOS | Conceitos da física ajudam a explicar retenções no trânsito e indicam soluções

61 **cidade inteira** | DESCOMPASSO URBANO | Distribuição política de cargos afeta setores públicos que cuidam das cidades

opinião

62 DISTANÁSIA: POR QUE PROLONGAR O SOFRIMENTO? | Evitar tratamentos inúteis em pacientes terminais é atitude ética

64 ORTOTANÁSIA: O DIREITO À MORTE NO TEMPO CERTO | Comunidade médica deve lutar pela adoção do limite de esforço terapêutico

66 **perfil** | JOSÉ MURILO DE CARVALHO | PENSADOR DO BRASIL | Uma trajetória intelectual voltada para a análise da história sociopolítica do país

74 **memória** | BRIDGES E OS MECANISMOS DA HERANÇA | Primeira evidência experimental da teoria cromossômica surgiu há 100 anos

76 **resenha** | SOBRE CONVICÇÕES E COMPORTAMENTOS | Resenha do livro *Cérebro & crença*, de Michael Shermer

78 **cartas**

79 **qual o problema** | 0,999... | Representação decimal dos números pode esconder surpresas

80 **sobre humanos** | EUROPA? | Atitudes associadas à imigração pervertem valores em que se baseia a União Europeia

FELIPE TEIXEIRA MELO, POR CORREIO ELETRÔNICO

Os medicamentos biológicos são seguros?

SIM, DA MESMA FORMA COMO QUALQUER OUTRO MEDICAMENTO, os biológicos apenas são aprovados para comercialização após longos estudos em laboratório e testes em animais e humanos. Esses testes têm como objetivo garantir que são seguros e eficazes. Só assim a comercialização é liberada pelas agências regulatórias, como, no Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).

Distinguindo-se dos medicamentos convencionais, que são moléculas pequenas obtidas por técnicas de síntese química, os medicamentos biológicos são constituídos por proteínas, que são moléculas grandes, produzidas a partir de células vivas. Essas células são geneticamente modificadas para fabricar as proteínas de interesse e, posteriormente, reproduzidas em larga escala para a obtenção de maiores quantidades da substância. A proteína de interesse passa ainda por um extenso processo para resultar em produtos de alta pureza.

Os medicamentos biológicos são, em geral, direcionados a alvos moleculares específicos, o que lhes confere grande seletividade e minimiza efeitos adversos. A introdução dos medicamentos biológicos ocorreu na década de 1980 e essa linha de pesquisa vem avançando muito nos últimos anos, contribuindo de forma positiva para o tratamento de diversas doenças, como artrite reumatoide e alguns tipos de câncer.

Leda Castilho
PROGRAMA DE ENGENHARIA QUÍMICA, INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

PAULO FREITAS, RESENDE / RJ

Em que consiste e para que serve a câmara anecoica? Ficar sozinho muito tempo em uma delas pode enlouquecer alguém?

ESSA CÂMARA É UMA SALA ESPECIAL, com paredes metálicas, isolada do exterior e revestida com materiais (lã de vidro, espumas plásticas e outros) de alto nível de absorção de sons. Esse revestimento interno garante isolamento sonoro de quase 100% e ausência absoluta de reflexões das ondas sonoras – portanto, o silêncio é o maior possível. Essa sala é usada para testar equipamentos acústicos, como microfones e alto-falantes, para avaliar o nível de ruído de máquinas e aparelhos (produtos automotivos, eletrodomésticos, médico-hospitalares e de outros setores) e para estudos científicos.

Estar sozinho em uma sala anecoica é de fato uma experiência única. A audição humana capta a imensa multiplicidade de sons e os mínimos detalhes sonoros de qualquer ambiente, incluindo pequenas reflexões dos sons. O cérebro processa essas informações a todo instante, de modo inconsciente, e elas contribuem para a autolocalização horizontal e vertical e para a determinação de características ambientais. Visão e audição são responsáveis pelo senso de equilíbrio. Os cegos, como já mostraram experimentos, tendem a perder o equilíbrio em uma sala anecoica.

As pessoas logo percebem que se trata de uma experiência não natural, mas a suscetibilidade é diferente para cada um. Após um 'choque' inicial, podem-se ouvir as batidas do próprio coração, o sangue se movendo nos vasos e o ar entrando e saindo dos pulmões. Com maior tempo de adaptação, nota-se um ruído agudo, originado provavelmente da vibração dos tímpanos causada por sons corporais (ou seja, o limiar de audibilidade baixa ao nível de ruído de fundo da câmara anecoica).

Assim, acredita-se que a ausência de referências sonoras, durante prolongada permanência em uma câmara anecoica, pode desorientar pessoas mais suscetíveis.

Gilmar M. Ximenes
DIVISÃO DE METROLOGIA EM ACÚSTICA E VIBRAÇÕES (DIAVI), INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO)

AUGUSTO RIBEIRO, POR CORREIO ELETRÔNICO

Por que alguns dinossauros – herbívoros e carnívoros – eram tão grandes?

AS EXPLICAÇÕES PARA O FENÔMENO DO GIGANTISMO são muitas, todas possivelmente desencadeadas por alguma causa ambiental. Ao longo de toda a história geológica da Terra, existiram momentos em que alguns grupos de organismos atingiram grande tamanho quando comparados a seus contemporâneos ou mesmo a espécies atuais. Entre os répteis, o gigantismo é um fato conhecido no grupo dos dinossauros. Animais inicialmente pequenos, ao longo de sua trajetória evolutiva tornaram-se gigantes, tanto em massa corporal, quanto em suas dimensões gerais. A existência de condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do grupo, como clima quente e ampla disponibilidade de alimento, certamente foram fatores determinantes para o gigantismo de algumas espécies, como o herbívoro *Argentinosaurus*, que chegou a atingir mais de 40 m de comprimento e dezenas de toneladas.

Outro bom exemplo é o dos insetos. Durante o Carbonífero, há cerca de 300 milhões de anos, as áreas continentais foram dominadas por grandes florestas, com uma enorme produção de biomassa vegetal. Acredita-se que a atividade fotossintética era tão intensa que a concentração de oxigênio na atmosfera atingiu valores muito maiores que os existentes atualmente. Tal fato possibilitou o gigantismo entre os insetos, como *Meganeura*, uma libélula cuja envergadura das asas atingia 75 cm.

Ismar de Souza Carvalho
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Latendorf/CHRISTIAN JEGOU PUBLIPHOTO DIFFUSION/ SCIENCE PHOTO LIBRARY/DI

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

SOBRECULTURA+ GALERIA INSTITUTO CH VÍDEO

MONTAGEM SOFIA MOITINHO

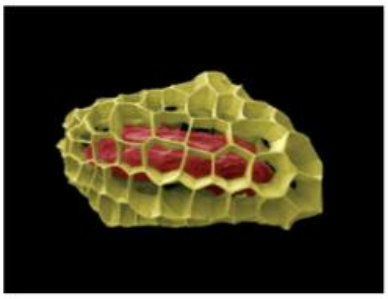
CIÊNCIA POLÍTICA > MAQUIAVEL, MAQUIAVÉIS > Em comemoração aos 500 anos de *O príncipe*, de Nicolau Maquiavel, o *sobreCultura +* revisita, em uma série de artigos, vários ângulos da obra do pensador italiano. No primeiro texto da série, o cientista político Renato Lessa apresenta o pensamento de Maquiavel, que vê na política o remédio para a condição humana.
> http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/sobrecultura

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

CAÇADORES DE FÓSSEIS > Descobertas de dinossauros ao acaso

Nem todos os achados paleontológicos são feitos por cientistas. Muitos se devem a moradores que encontram ossos distintos dos que costumam ver no local que vivem. Alexander Kellner aborda algumas dessas descobertas em sua coluna.

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



CONSERVAÇÃO > O banco verde

Belas imagens de sementes de todo o mundo chamam a atenção para um projeto de preservação ambiental ambicioso baseado em parcerias internacionais, inclusive com o Brasil.

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

ASTRONOMIA > Educação na Terra e no espaço

Nasa lança mais uma página voltada ao ensino de ciência. O portal reúne praticamente todo o material para alunos e professores já produzido pela agência espacial.

estúdio ch

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

INTERAÇÕES NA CIDADE > Na primeira edição de 2013 do *Estúdio CH*, a bióloga Rita Montezuma, da Universidade Federal Fluminense, fala de ecologia urbana, uma nova ciência que estuda as metrópoles como se elas fossem ecossistemas.

POR UM ATENDIMENTO MAIS HUMANO > Em um mundo fortemente medicalizado, o que fazer para humanizar a medicina e impedir que o paciente seja tratado como uma máquina a ser reparada? No *Estúdio CH*, a médica Izabel Cristina Rios, da Universidade de São Paulo, discute a questão.

FOTO CICERO RODRIGUES

ENQUANTO HOUVER SOL

O futuro da geração de energia fotovoltaica parece ensolarado. No Brasil, para a energia solar, o tempo ainda permanece nublado

O calor do verão aumenta o desejo de se estar em um ambiente com ar-refrigerado. O Sol inclemente contribui para essa elevação do consumo de energia, mas ele também oferece uma alternativa: o fluxo de energia que o Sol irradia sobre a Terra é cerca de 5 mil vezes superior ao consumo humano global atual.

Embora a energia solar seja abundante e gratuita, só recentemente foram desenvolvidas células solares comercialmente viáveis para coletá-la. O princípio de funcionamento desses dispositivos é o efeito fotovoltaico – geração de eletricidade (corrente e voltagem) a partir da absorção de luz (fótons) –, descoberto, em 1839, pelo físico francês Alexandre-Edmond Becquerel (1820-1891).

Hoje, a pesquisa busca aumentar a eficiência e diminuir o custo de produção das células fotovoltaicas, com foco nos materiais empregados, em sua arquitetura, no melhor controle do processo em nível microscópico etc. E há boas notícias em várias frentes. (Em tempo: a *Nature Photonics* de março do ano passado traz ampla revisão do assunto).

O material mais eficiente para transformar energia solar em eletricidade é o arseneto de gálio (GaAs). Trata-se de um semicondutor usado na forma cristalina há décadas nos painéis solares de satélites e na navegação espacial, proibitivo para aplicações mais mundanas por seu custo estratosférico. Será? A *Science* de 04/01/13 relata que pesquisadores da Universidade de Michigan (EUA) desenvolveram uma forma barata de produzir filmes finos de GaAs que, quando depositados sobre um substrato de plástico, mantêm alta eficiência. Parece promissor.

Outra linha de pesquisa: células fotovoltaicas orgânicas à base de corantes sintéticos. Aqui, o custo é potencialmente baixo, mas, atualmente, a eficiência de conversão de potência dessas células fica entre 8% e 10% – portanto, abaixo dos 30% do GaAs. Nessas células, descobertas em 1991, a absorção de luz e o transporte da corrente elétrica são exercidos por materiais distintos. São chamadas células fotovoltaicas híbridas.

Nas células híbridas, diferentes escolhas de materiais têm dado, por vezes, resultados não intuitivos. Estudo publicado na *Science* de 02/11/12 mostrou que a substituição do dióxido de titânio (TiO_2) – condutor altamente fotossensível – por alumina (Al_2O_3) permite atingir um recorde de eficiência de 10,9%. Como a alumina não é condutora, ela não transporta os elétrons gerados pela luz, cabendo a outros materiais da célula essa função. Daí a surpresa: como a substituição do dióxido de titânio pela alumina – esta última, com propriedades eletrônicas inferiores – pode originar um dispositivo mais eficiente? As razões ainda não estão claras.

Isso ilustra que há muito a ser aprendido em nível microscópico sobre os processos de transferência de carga nesses sistemas complexos. O caminho entre a demonstração do princípio de funcionamento até a inovação promete ser longo. Por enquanto, o mercado é dominado por células solares de silício cristalino, tecnologia que já atingiu sua maturidade.

A geração de energia elétrica por células fotovoltaicas dobrou a cada 2,5 anos entre 1975 e 2010, mas ainda não chega a 1% da matriz energética mundial. Seu crescimento é obviamente desejável: a operação das estações de geração fotovoltaicas é extremamente limpa e barata, com pontos ambientalmente sensíveis apenas na produção dos painéis solares e no eventual descarte deles.

Apesar do alto investimento necessário, há grandes estações de energia fotovoltaica nos Estados Unidos, na Alemanha, Índia, Ucrânia e China, por exemplo. A Alemanha – que não é um país tropical – conta com a participação de cidadãos ambientalmente engajados que investem em geradores domésticos.

O futuro da geração de energia fotovoltaica parece ensolarado. No Brasil, para a energia solar, o tempo ainda permanece nublado. Mas, enquanto houver Sol, haverá esperança de investimento significativo nessa área. CH

CAIO LEWENKOPF
Instituto de Física,
Universidade Federal Fluminense

VIDA EXTRATERRESTRE

EDWIN BERGIN

FOTO: FRED FURTADO

De onde viemos? Como a vida se formou? Estamos sós no universo? Essas podem parecer questões de cunho mais religioso do que científico, mas são as perguntas que norteiam a ciência conhecida como astrobiologia, que tem como objetivo estudar a origem da vida e seu aparecimento em outros mundos que não a Terra. A ideia de vida aplica-se a toda sorte de organismos – bactérias, algas etc. – e não necessariamente civilizações inteligentes.

Apesar do nome, a astrobiologia também combina aspectos de outras ciências, como astronomia, química e geologia. Por isso, não é de se espantar que esse tenha sido o tema do 17º Ciclo de Cursos Especiais do Observatório Nacional, no Rio de Janeiro. Realizado entre 5 e 9 de novembro do ano passado, o evento reuniu pesquisadores de diversas áreas para discutir temas de astrobiologia. Um dos convidados foi o astrônomo norte-americano Edwin Bergin, especialista no estudo da origem molecular da vida e professor da Universidade de Michigan, nos Estados Unidos. Além de participar de uma mesa-redonda, Bergin ministrou um curso de introdução à astrobiologia. Num intervalo do evento, o astrônomo concedeu esta entrevista à *Ciência Hoje*, na qual falou sobre a origem da vida no nosso planeta e os candidatos mais promissores do sistema solar a abrigarem seres vivos.

FRED FURTADO | *CIÊNCIA HOJE* | RJ

DADO QUE EXISTEM 100 BILHÕES DE ESTRELAS NA VIA LÁCTEA E ELAS PROVAVELMENTE TÊM PLANETAS, HÁ UMA BOA CHANCE DE QUE HAJA VIDA SE DESENVOLVENDO INDEPENDENTEMENTE EM VÁRIOS LUGARES

O senhor tende a defender a hipótese da Terra rara, que afirma que a ocorrência da vida no nosso planeta é um evento incomum, ou a do princípio da mediocridade, que postula o oposto?
Dado que existem 100 bilhões de estrelas na Via Láctea e elas provavelmente têm planetas, há uma boa chance de que haja vida se desenvolvendo independentemente em vários lugares. Nada do que sei sobre as condições de formação da Terra sugerem algo de especial sobre nosso planeta. No entanto, temos que lembrar que só temos nosso próprio mundo para estudar, ou seja, é um único dado sem outros para comparação.

Uma das abordagens da astrobiologia é estudar ambientes no nosso planeta, especialmente aqueles de condições extremas, como exemplos de locais onde poderia haver vida fora da Terra. Contudo, a descoberta de exoplanetas mostrou que certas noções, baseadas no sistema solar, a respeito da formação de sistemas planetários, como o fato de gigantes gasosos ficarem mais afastados da estrela, estavam erradas. Isso pode acontecer na astrobiologia? Encontrarmos vida que não se adequa às possibilidades do nosso mundo?
É uma boa analogia e essa é a maravilha da ciência: o conhecimento de hoje pode ser revisado por observações ou experiências de amanhã. Com base nessa perspectiva, é arrogante achar que a vida que viermos a encontrar tenha que ser igual à nossa. Acredito que ela será baseada em carbono, porque a química do espaço interestelar e da vida é dominada pela formação de água e compostos orgânicos.

Mas, se encontrarmos vida, seremos capazes de reconhecê-la como tal?
Sim. A vida pode ser definida como bioquímica: uma série de reações químicas biológicas que ocorrem no seu corpo e levam à reprodução.

Uma de suas linhas de pesquisa é entender de onde veio a água da Terra. Ela se formou com o planeta ou foi trazida por um cometa, por exemplo?
A Terra nasceu há 4,6 bilhões de anos por meio do acúmulo de pequenas partículas, grãos de poeira que existem por toda a galáxia e são menores que a espessura de um fio de cabelo. Esses grãos são agrupados junto com gás quando uma estrela nasce e os planetas se formam na órbita desta. A água poderia vir de uma camada de gelo ao redor de cada grão, mas o que vemos é de que essas partículas pré-planetárias são muito quentes e a água evaporaria. Por isso, a teoria mais prevalente hoje é de que a Terra nasceu seca e obteve sua água de algum lugar mais distante do Sol, onde esse revestimento de gelo poderia existir nos materiais pré-planetários. Nossa melhor estimativa até agora é o cinturão de asteroides, mas não temos certeza disso. A água teria sido trazida para a Terra pelo impacto desses corpos na sua superfície.

Um de seus artigos menciona que esse revestimento de gelo poderia também conferir um efeito protetor ao material pré-planetário.
O disco de matéria ao redor da estrela que é o berço dos planetas parece ter vapor d'água em abundância, pelo menos na região que fica à mesma distância do Sol que a Terra. Não está claro se esse vapor tem ligação com a presença de água no nosso mundo, porque ele não estaria incorporado nas rochas desse disco de matéria da Terra. O que descobrimos foi que a rápida taxa de formação desse vapor d'água poderia proteger a si mesmo e a outras moléculas contra o efeito destrutivo da radiação ultravioleta originária do Sol. Ou seja, a água estaria se 'sacrificando', só que, como ela se forma com grande velocidade, conseguiria vencer a radiação, bloqueando-a. É como a camada de ozônio da Terra. Como esse efeito ocorreria na superfície do disco, a radiação não chegaria até a zona de formação de planetas e as moléculas que estão sendo protegidas poderiam ser incorporadas aos planetas.

Descobertas recentes mostraram que moléculas orgânicas complexas podem ser encontradas na poeira cósmica e no disco planetário. Seria então mais provável que a vida tives- >>>

A ASTROBIOLOGIA É UM ÓTIMO PONTO DE PARTIDA PARA LEVAR CIÊNCIA AO PÚBLICO – ELA ENVOLVE ASPECTOS DE ASTRONOMIA, BIOLOGIA, GEOLOGIA E QUÍMICA

se começado antes da formação do planeta, como na teoria da panspermia?

Como cientista, não tento empurrar o problema para outro lugar. Por que dizer que a vida começou em outro lugar e veio para a Terra? O que posso dizer é que a química no espaço é muito rica e de alta complexidade para os padrões do vácuo interestelar. Estamos falando de moléculas de 10 a 15 átomos, enquanto o cosmos é dominado em sua grande maioria apenas por átomos, como o hidrogênio. Esse material entra no disco planetário e é processado em coisas ainda mais complexas. Encontramos, por exemplo, aminoácidos em asteroides, mas não proteínas, DNA ou organismos. Assim, creio que o material que está no espaço tende a ficar complexo, mas há um limite para essa complexidade que só pode ser ultrapassado em um ambiente como a Terra, onde há água líquida, que parece ser essencial para a vida.

Mas essas moléculas espaciais poderiam ter sido as precursoras da vida na Terra? Em vez de todo o processo ter se desenvolvido no nosso planeta, a parte inicial teria vindo do espaço?

Olhando para trás, não temos uma ideia completa do que aconteceu. O que sabemos é que a vida evoluiu de uma coisa simples para algo complexo e que talvez a Terra tenha criado tudo. No entanto, sabemos que moléculas orgânicas simples foram fornecidas ao planeta durante seu nascimento, ou seja, já estavam lá. Também sabemos que a água da Terra foi criada em outro local 1 milhão de anos antes da formação do planeta. Em resumo, o processo de formação do nosso mundo forneceu os materiais pré-bióticos necessários para o desenvolvimento da vida e pode ser que ela tenha se aproveitado desses fatores, mas não temos como dizer com certeza.

Os candidatos mais promissores para conterem vida no sistema solar, além da Terra, são Marte; Europa e Titã, luas de Júpiter; e Enceladus, uma das luas de Saturno. Com base nos dados mais recentes, qual desses seria o mais provável de ter vida?

Eu diria que Marte, porque no passado havia água na sua superfície, a qual perdurou por algumas centenas de milhões de anos. Essa era a mesma época em que a vida estava se formando na Terra, então é razoável pensar que a mesma coisa poderia estar acontecendo lá. Mas Marte seguiu por outro caminho, perdendo seu campo magnético, o que expôs sua atmosfera ao vento solar e a destruiu. Com isso, o planeta também perdeu sua água. Europa tem um oceano subterrâneo bem antigo, mas este é coberto por uma espessa camada de gelo. Eu apostaria mais em Marte, porque é maior, é um planeta. Além disso, sabemos que existem reservatórios subterrâneos de água na Terra, então por que não poderiam existir em Marte?

O senhor trabalha com a detecção de moléculas e compostos no espaço. Há maneiras de detectar vida em outros planetas que não necessitem do envio de sondas ou astronautas?

Há cientistas que estão modelando o perfil espectral criado por vastas áreas de vegetação na Terra. Assim, se pudéssemos conseguir uma imagem de um planeta, poderíamos medir por técnicas espectroscópicas qual fração da sua superfície é coberta por oceanos ou plantas, por exemplo. O primeiro passo seria procurar por ozônio, que é mais fácil de detectar do que oxigênio, mas depende deste elemento para se formar. Quando a Terra nasceu, ela tinha certa composição atmosférica, que não incluía oxigênio. Esse gás foi trazido pelo surgimento de vida no planeta e hoje nós o usamos. Então o oxigênio é um biomarcador e podemos procurar por sinais dele em outros planetas. Quando o encontrarmos, podemos postular que há vida naquele planeta, mas, para provar isso, teremos que ir até lá. Tudo isso dependerá de termos telescópios mais potentes.

A astrobiologia está recebendo muita atenção agora. Por que o senhor acha que isso está acontecendo?
Porque as pessoas gostam de pensar sobre sua origem. Quando dou aula para os meus estudantes sobre esses temas, eles ficam interessados porque as questões são muito instigantes: de onde viemos? Como fomos formados? Além disso, a astrobiologia é um ótimo ponto de partida para levar ciência ao público – ela envolve aspectos de astronomia, biologia, geologia e química. E todos esses temas estão estruturados de maneira a responder à pergunta de por que estamos aqui, e mesmo se estamos sós no universo.

Mas a astrobiologia pode estar sendo usada de maneira sensacionalista pela Nasa para impedir cortes ao seu orçamento? Por exemplo, há dois anos a agência fez um grande anúncio sobre a descoberta de uma bactéria que utilizaria arsênico em vez de fósforo para crescer. Recentemente, se provou que o artigo estava incorreto.
Há duas questões aqui. A Nasa faz um excelente trabalho de divulgação científica e eu a aplaudo por isso, porque precisamos cada vez mais de jovens interessados em ciência. No tocante ao trabalho, é bom lembrar que a ciência não é necessariamente bonita. Você tem uma ideia que parece muito boa, mas outros pesquisadores realizam testes e mostram que ela está errada. Nesse caso em particular, havia desde o começo fortes evidências de que alguma coisa estava errada. Mas o fato é que esse é o processo científico – cientistas discutem entre si porque são treinados para isso, para serem céticos. Quando essas discussões acontecem em público, parece mais confuso. No entanto, esse evento levou à produção de ciência de qualidade, porque fez com que muita gente realizasse trabalhos de alto nível para provar que o conceito proposto no artigo estava errado. Somos humanos, e mesmo pessoas muito inteligentes cometem erros. CH

POR QUE
DIVULGAR CIÊNCIA
PARA A SOCIEDADE?

COMO
TRANSMITIR CONCEITOS DIFÍCEIS DE FORMA SIMPLES?

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

Peça já seu exemplar.
LIGUE 0800 727 8999 OU VISITE
WWW.CIENCIAHOJE.ORG.BR

DESTAQUE > BIOQUÍMICA > EM SEU 60º ANIVERSÁRIO, DNA DESFILA NA MÍDIA NOVO MODELO DE ESTRUTURA

DNA, 60, com roupa nova

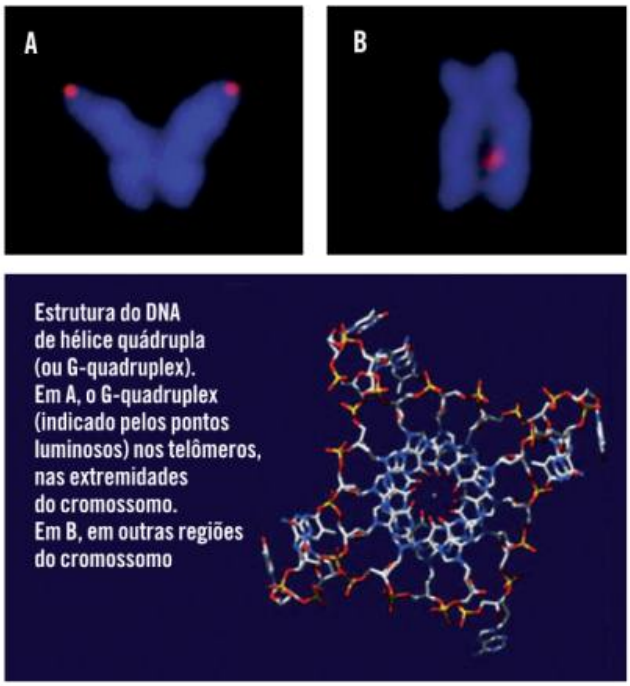
Exatos 60 anos depois da descoberta de sua estrutura, a molécula de DNA talvez tenha que passar por uma remodelagem. E essa nova forma do material genético poderá ajudar a entender mistérios sobre o câncer.

A imagem da estrutura do DNA foi descoberta em 1953. Ela lembra uma escada retorcida e, por isso, é denominada dupla hélice. E, se retorcemos mais ainda a escada já retorcida, chegaremos a um 'novelinho' de DNA: o cromossomo.

Nas últimas décadas, a imagem da escada retorcida (ou dupla hélice) tem sido aquela estampada nos livros. Mas já se desconfiava que pudesse haver um tipo 'anômalo' de DNA, formado, digamos, por uma escada com quatro 'braços' em vez dos dois tradicionais. Evidências para isso vinham do fato de se conhecer esse tipo de DNA em ciliados (micro-organismos que usam 'cílios' para se locomoverem). E também de algo que se pode obter em laboratório: um DNA com excesso de guanina que se retorce e assume a forma de uma hélice quádrupla.

Explicando: a guanina (G), juntamente com a citosina (C), adenina (A) e timina (T), são os 'bloquinhos' que, ao se juntarem, dois a dois, formam os degraus da escala, na imagem tradicional do DNA. São conhecidos formalmente como nucleotídeos ou, no popular, como as 'letrinhas' do DNA. Nos degraus, estão sempre aos pares: A com T e C com G.

Por esse excesso de guanina, o DNA de hélice quádrupla é tecnicamente chamado G-quadruplex.



Estrutura do DNA de hélice quádrupla (ou G-quadruplex). Em A, o G-quadruplex (indicado pelos pontos luminosos) nos telômeros, nas extremidades do cromossomo. Em B, em outras regiões do cromossomo

FOTOS SHANKAR BALASUBRAMANIAN ET AL / *NATURE CHEMISTRY*

EM HUMANOS? Mas restava a dúvida: haveria G-quadruplex nas células humanas?

A resposta é um sim – porém, não muito enfático, como veremos a seguir.

A equipe de Shankar Balasubramanian, da Universidade de Cambridge (Reino Unido) – por sinal, a mesma onde a estrutura do DNA foi descoberta em 1953 –, escreve na introdução de artigo recém-publicado que os resultados obtidos por eles "fornecem evidências substantivas para a formação do G-quadruplex no genoma de células de mamíferos".

Porém, um dos comentários publicados na página da *Nature News* diz que os resultados apresentados não revelam a existência do G-quadruplex nas células humanas, mas evidências da reação do anticorpo. Balasubramanian parece concordar com a crítica: "Está correto que a visualização foi mediada por um anticorpo altamente específico para o G-quadruplex", disse à *CH*. Mas, no artigo, os autores deixam claro que não há dúvidas sobre a presença de tal DNA nas células estudadas.

Explicando o que foi dito acima. A equipe de Balasubramanian desenvolveu em laboratório um anticorpo que, segundo os autores, é especializado em grudar apenas nos G-quadruplex e pode ser localizado por meio do brilho (luz) que emite.

Já se desconfiava que as pontinhas dos cromossomos, os chamados telômeros, seriam um local ideal para tentar localizar os G-quadruplex, pois ali, naquelas estruturas – que podem ser comparadas àquele plástico que protege a ponta dos cadarços para que eles não desfiem –, existe excesso de guanina. Porém, a equipe de Cambridge foi adiante: mostrou que o G-quadruplex também parece estar presente em outras regiões do cromossomo. Por meio da luminosidade do anticorpo, os pesquisadores afirmam ter identificado um quarto dos G-quadruplex nos telômeros, e o restante em outras partes do cromossomo.

COMO CÂNCER? Há um segundo desdobramento interessante nos resultados. Os pesquisadores observaram que o G-quadruplex se forma durante a fase de replicação do DNA e que aumenta em quantidade com o número de replicações. E isso tem a ver com o câncer, que é capaz de modificar a maquinaria genética da célula para aumentar também o número de replicações – o crescimento do tecido tumoral está baseado nesse tipo de estratégia.

Portanto, desconfia-se que ao se entender o mecanismo de replicação do G-quadruplex também se estariam entendendo mistérios da formação do câncer. Se essa associação se mostrar correta, então, no futuro, pode-se pensar no desenvolvimento de anticorpos específicos que bloqueariam a replicação das células cancerosas.

NATURE CHEMISTRY_20/01/13 ***on-line***

POR CÁSSIO LEITE VIEIRA

ZOOLOGIA

Via láctea como guia

Essa é uma daquelas descobertas que mostram quanto mistério ainda se esconde em lugares e seres mais inusitados. Se alguém dissesse que um inseto se orienta por meio da luz das estrelas, correria o risco de receber tal comentário com, no mínimo, ceticismo. Agora, foi apresentado o que se diz ser o primeiro caso desses conhecido pela ciência.

O nome popular do *Scarabaeus satyrus*, nosso protagonista, é, digamos, diferente: rola-bosta ou, mais polidamente, besouro africano ou escaravelho. Ele e membros de sua família, até o momento, eram mais conhecidos pelas proezas incomuns: i) localizar estrume; ii) fazer uma bolinha com o material coletado; iii) levar a aquisição (rapidamente) para casa.

É justamente no item iii que esses besouros machos chamavam a atenção. Mesmo em noites mais escuras, eles podem voltar para casa em linha reta – isso, segundo os biólogos, é uma estratégia para não andar em círculos e dar o azar de voltar à fonte do estrume, o que elevaria os riscos de um 'colega' menos propenso ao trabalho roubar sua bolota de fezes. A competição entre os machos é bem alta.

Sabia-se que o bosteiro (outro nome popular) é capaz de se orientar pela luz do Sol e da Lua. Mas, em noites claras, mas sem luar, como eles continuavam andando em linha reta? Foi em uma dessas noites que Eric Warrant, da Universidade de Lund (Suécia), e sua equipe ficaram surpresos com a capacidade do pequeno besouro. Surgiu, assim, a ideia de orientação pelas estrelas.

Para testar a hipótese, veio a criatividade da equipe. Construíram uma arena circular preenchida com areia. O experimento foi feito tanto ao ar livre quanto em um planetário – neste último, dava para variar o 'céu'. Os insetos eram postos no centro da arena e se esperava até que chegassem à beirada, sempre rolando a bolinha de estrume.

Resultados: os besouros fizeram os menores tempos – ou seja, um percurso mais em linha reta – sob o luar natural e um céu estrelado, mesmo que sem luar. Também se saíram bem quando, no planetário, se criou ou um céu estrelado, ou apenas um com a Via Láctea.

Os percursos mais tortuosos (ou seja, tempos maiores) se deram quando os besouros tiveram a visão coberta com um pedacinho de papelão (figura) ou quando, no planetário, foi apresentado a eles apenas um céu com poucas estrelas brilhantes.

Conclusão: para Warrant, os insetos – "que têm entre 25 e 30 mm", disse ele à *CH* – não estavam usando estrelas individuais, mas sim o brilho da Via Láctea.

Será que, além do rola-bosta, há outros insetos que se guiam pelo brilho da Via Láctea? Acima, um bosteiro com os olhos tampados durante o experimento

Sabia-se, até agora, que só humanos, aves e focas usam a luz das estrelas para orientação. No entanto, os autores escrevem na abertura do artigo que também se desconfia dessa capacidade para vertebrados, aranhas e outros insetos. Um dos entrevistados pelo serviço noticioso *Science Now* diz que há abelhas e mariposas de hábitos noturnos e que ninguém se perguntou até agora como elas se orientam. E que os resultados da equipe da Universidade de Lund e de seus colegas sul-africanos abrem o caminho para esse questionamento.

Em tempo: o leitor deve estar se perguntando por que o macho do rola-bosta coleciona pelotas de estrume. Razão: para impressionar a fêmea. Aqueles com provisões maiores – para alimentar os filhos – têm mais chance de conquistar uma companheira, que põe os ovos dentro das bolotas, que são levadas para dentro de túneis com mais de 1 m de profundidade. O excremento serve de comida para as larvas.

CURRENT BIOLOGY_24/01/13

MEDICINA

Transplante escatológico

[Alerta: se você está lendo esta seção na hora de uma de suas refeições diárias, pule para outra nota, até acabar de comer, pois o assunto tratado nesta é um tanto escatológico.]

O que você acha de receber, em seu intestino, fezes de um estranho? Esse transplante, dito fecal, acaba de apresentar – pela primeira vez, em estudos controlados – resultados extremamente animadores para tratar a chamada diarreia severa, como relata a *Nature News* (16/01/13).

Para não revirar o estômago, vamos por partes. A bactéria *Clostridium difficile*, causadora da diarreia severa, é, em geral, tratada com antibióticos. Porém, nem todos os pacientes se safam desse micro-organismo, cujo 'sobrenome' científico dá uma ideia de quão difícil é se livrar dessa entidade e da doença incômoda que ela causa.

O mais escatológico vem agora.

O transplante é feito assim: i) coletam-se fezes de um indivíduo saudável, cuja flora bacteriana intestinal é rica; ii) prepara-se, a partir do material coletado, uma infusão e... Preparado? iii) um tubo, enfiado pelo nariz do paciente, leva a infusão até o intestino delgado (duodeno) do paciente transplantado.

Repulsivo? Há uma razão de ser. Siga lendo.

No estudo, feito por pesquisadores da Holanda e Finlândia, os voluntários foram divididos em dois grupos. O primeiro (16 pacientes) recebeu o transplante fecal – no caso, as fezes vieram de 15 doadores saudáveis. O segundo grupo (26 pessoas) recebeu antibiótico por duas semanas. A escolha de qual tratamento cada voluntário receberia foi feita por sorteio – tecnicamente, se diz que foi randômica.

A reportagem da *Nature News* informa: o sucesso de cura no grupo transplantado foi tão alto que os pesquisadores pararam o experimento antes do prazo previsto. No grupo transplantado, 15 dos 16 pacientes foram dados como curados. No outro grupo, só sete dos 26 se curaram – aqui, os 19 restantes voltaram a ter diarreia severa e, submetidos ao transplante, ficaram curados.

GENÉTICA

Disco rígido em pó

Imagine a seguinte cena. Um físico do LHC, o maior acelerador de partículas do mundo, na Suíça, vai até o departamento de computação e requisita os dados do último ano gerados nas colisões daquela máquina. Cena 1 (hoje): o colega da área de informática entrega ao colega cerca de 3,3 milhões de DVDs cheios de informação. Cena 2 (futuro): o requisitante recebe um vidrinho contendo cerca de 10 gramas de um pozinho.

Um passo importante para a cena 2 foi dado pela equipe de Nick Goldman e Ewan Birney, pesquisadores do Instituto Europeu de Bioinformática (IEB). O pozinho em questão é DNA (material genético), no qual a dupla conseguiu armazenar: i) arquivo PDF do artigo de 1953 em que foi revelada a estrutura dessa molécula (ver destaque desta edição); ii) 26 segundos do famoso discurso 'Eu tenho um sonho', do pastor e ativista político norte-americano Martin Luther King Jr. (1929-1968); iii) os 154 sonetos do escritor inglês William Shakespeare (1564-1616); iv) uma foto colorida do IEB.

A técnica usada por Goldman e Birney possibilita armazenar até 2,2 *petabytes* (ou 2,2 milhões de *gigabytes*) em cada grama de DNA, o que equivale a quase meio milhão de DVDs cheios. Essa densidade de armazenamento de informação é três vezes maior do que a obtida, ano passado, por pesquisadores da Escola de Medicina de Harvard (EUA), quando um livro foi guardado em DNA.

Que o DNA tem alta capacidade de armazenar informação é algo que se sabe há décadas – basta olhar um animal

FOTO EUROPEAN MOLECULAR BIOLOGY LABORATORY

Aquilo que Nick Goldman, do Instituto Europeu de Bioinformática, examina será a forma como armazenaremos informação no futuro?

Os autores dizem que os pacientes suportam bem o fato de a infusão ser levada pelo nariz. O ideal, um crítico apontou, seria fazê-lo na forma de um enema.

A *CH* perguntou ao líder do grupo, Josbert Keller, pesquisador da Universidade de Amsterdam (Holanda), por que usar a sonda nasal. Keller explicou que esse método tem se mostrado o modo mais fácil de executar o transplante. Segundo ele, outros métodos foram empregados (gastroscopia, enema e colonoscopia), "no entanto, a chamada rota nasoduodenal foi a mais bem tolerada pelos pacientes".

O transplante fecal não é novo. É praticado há, pelos menos, 50 anos, e a literatura abriga centenas de casos. Porém, a técnica era vista com desconfiança – até por falta de estudos controlados. Agora, com esses resultados, acredita-se que ela se torne mais popular.

A equipe, informa a reportagem da *Nature News*, diz que está recebendo vários pedidos de voluntários por correio eletrônico.

NEW ENGALND JOURNAL OF MEDICINE_16/01/2013 ***on-line***

e ver ali quanta informação é preciso para gerá-lo. A molécula do material genético é, portanto, um meio inanimado de guardar, num espaço diminuto, quantidades absurdas de informação. Estima-se que uma xícara de DNA seria capaz de armazenar, no mínimo, 100 milhões de horas de vídeo em alta definição.

A ideia básica por trás da técnica de Goldman e Birney foi transformar a informação armazenada em um disco rígido na forma de 0s e 1s em informação codificada na forma das 'letrinhas' (A, T, C e G) do DNA – no caso, C e G = 1; e A e T = 0. O DNA, para isso, é sintético, ou seja, foi construído (sintetizado) em laboratório, de modo que a ordem das letrinhas já armazenasse os dados (som, imagem e texto) desejados. O resultado final foram centenas de milhares de 'fitinhas' de DNA carregando informação.

Para recuperar a informação gravada, bastou sequenciar o DNA sintético, ou seja, 'soletrar' a ordem das letrinhas e, depois, retorná-las para 0s e 1s. Um grande diferencial do experimento de Goldman e Birney foi recuperar a informação armazenada sem nenhum erro, graças a uma técnica usada na hora de gravá-la. E isso foi um grande avanço ao resultado obtido ano passado.

Por enquanto, fabricar DNA com as informações codificadas nele é um procedimento caro. Mas manter a informação guardada nesse formato é, desde já, muito barato – em um ambiente seco e escuro, a temperatura próxima à do ambiente, as moléculas de DNA podem se manter intactas por milhares de anos, dizem especialistas – deduz-se isso do fato de o DNA estar por bilhões de anos guardando a memória da vida. Além disso, as moléculas ocupam pouquíssimo espaço e são fáceis de transportar.

Outra aposta dos especialistas: os leitores de DNA – as máquinas de sequenciamento – estarão entre nós por muitas décadas ainda, diferentemente de outras mídias e seus leitores – por exemplo, disquetes e, em breve, CDs.

Desvantagens da técnica: DNA não será um tipo de mídia cujo conteúdo possa ser consultado com frequência. Portanto, está "mais para *backup* do que para *pendrive*", nas palavras astutas de um repórter da revista *Discovery*. Outro problema atual: só se conseguem sintetizar fitas curtas de DNA.

Em um cenário em que discos rígidos precisam ser alimentados por eletricidade, e meios magnéticos se degradam em uma ou duas décadas, é fácil ver que DNAs são bem-vindos. Estima-se que, hoje, a humanidade tenha 300 bilhões de bilhões de *bytes* na forma de informação digital.

NATURE_23/01/13 ***on-line***

NEUROCIÊNCIAS

Como um peixe se sente?

Cerca de 2,5 mil anos depois de um debate filosófico, é possível ver o que esse peixinho sente quando ele se defronta com uma guloseima (à direita, alto da imagem)

FOTO CURRENT BIOLOGY / MUTO ET AL.

Conta-se que, em uma ponte sobre um rio, dois filósofos chineses travaram o seguinte debate: seria ou não possível saber como um peixe se sente? Agora, cerca de 2,5 mil anos depois, a ciência descobriu algo sobre o pensamento desses animais. E a técnica usada no estudo pode ser útil para estudar a percepção e desenvolver drogas psiquiátricas.

Pela primeira vez, a ciência foi capaz de ver, em tempo real, o pensamento de um animal que se comportava naturalmente. Ou seja, como se estivesse ali, distraído, sem saber que estava sendo objeto de estudo. Isso é o que alega a equipe de Koichi Kawakami, do Instituto Nacional de Genética (Japão).

Para isso, os pesquisadores desenvolveram técnica que injeta sondas fluorescentes no cérebro do animal, conseguindo, assim, fotografar a atividade de seus neurônios individuais. O animal usado no estudo, o *Danio rerio*, é conhecido, no Brasil, como paulistinha ou bandeira-paulista. Apesar das mais que óbvias diferenças anatômicas, o cérebro desse animal tem sido usado como modelo em neurociências, por ter semelhanças com o dos humanos.

O pensamento do peixe foi flagrado quando apresentaram a ele uma guloseima: o protozoário *Paramecium*, formado por uma só célula (figura).

Para os autores, a nova técnica é capaz de mostrar quais circuitos cerebrais estão envolvidos na percepção, no movimento, nas tomadas de decisão etc. Nas palavras de Kawakami, "no futuro, poderíamos interpretar o comportamento animal, incluindo aprendizagem e memória, medo, prazer, raiva, com base na atividade de uma combinação particular de neurônios".

O pesquisador também acredita que, com a técnica, seria possível acompanhar o efeito de drogas psiquiátricas, servindo para melhorar o processo de desenvolvimento delas.

CURRENT BIOLOGY_31/01/13

SINTONIA FINA

Aposentadoria compulsória

No final deste mês, cerca de 360 chimpanzés hoje usados em pesquisas financiadas pelos Institutos Nacionais de Saúde (NIH), nos EUA, começarão um processo de aposentadoria compulsória, sendo transferidos, pouco a pouco, para santuários. Essa recomendação – que está sendo implementada agora e foi classificada pela revista *Science* (01/02/13, p. 501) como "o fim inevitável de um longo debate emocional" – foi feita em um relatório de quase 100 páginas, encomendado pelo NIH ao IOM (sigla, em inglês, para Instituto de Medicina), que concluiu que a maioria das pesquisas hoje em andamento empregando esses animais é "desnecessária".

Não, segundo o IOM, a ciência não será prejudicada. Mas isso não é consenso.

Assim, metade dos 22 projetos em andamento será finalizada. Continuarão apenas aqueles relacionados a genômica e comportamento (oito, ao todo) e outros três na área de biomedicina (entenda-se, aqueles dotados de procedimentos invasivos). Mas todos deverão se adaptar às novas normas, para garantir o bem-estar dos animais. Exemplos: i) os chimpanzés terão que ter, no mínimo, algo como 90 m² de área livre e aberta para lazer; ii) o animal deve ficar na companhia de, no mínimo, seis outros colegas.

Na área de comportamento e genômica, dizem as autoridades, a aprovação de novos projetos será imediata. Mas, para temas biomédicos, o caminho será árduo e, tudo indica, demorado. Haverá exigências rígidas. E os argumentos para empregar chimpanzés terão que ser muito, muito convincentes.

Segundo a reportagem, há, hoje, 451 chimpanzés sob a supervisão do NIH. Outros 219 chimpanzés já vivem em santuários. Determinou-se também que a 'reserva técnica' de chimpanzés para a pesquisa não deverá ultrapassar 50 indivíduos e que esse número só pode aumentar depois de consulta a agências do governo.

A reportagem da *Science* termina com um alerta: quem irá pagar os custos com a aposentadoria dos cerca de 360 chimpanzés? A verba para isso – estabelecida, há cerca de 10 anos, pelo Congresso dos EUA – atingirá o teto na metade deste ano.

Parece coisa de ONG verde

O clima global está mudando... Impactos relacionados às mudanças globais já são evidentes... As mudanças globais ameaçam a saúde e o bem-estar humanos... São significativas as barreiras para a implementação de atividades para evitar e mitigar as mudanças climáticas... O nível dos atuais esforços nesse sentido é insuficiente... Ações bem-planejadas para restringir as emissões [...] podem melhorar a saúde pública, as oportunidades de desenvolvimento econômico, a proteção aos sistemas naturais e melhorar a qualidade de vida...

Esses trechos – traduzidos livremente por esta seção – podem dar a impressão de que se trata de mais um relatório ou manifesto de alguma entidade não governamental da área de proteção ambiental. Mas é coisa oficial, do governo dos EUA, de um comitê federal formado por 60 especialistas, reunindo pesquisadores universitários, membros do setor privado e funcionários públicos. E as conclusões refletem a visão de 13 agências governamentais, incluindo a Nasa, ligada a assuntos espaciais. O documento também passou pelo crivo da Academia Nacional de Ciências, dos EUA.

O relatório é conhecido pelas iniciais Ncadac (sigla, em inglês, para algo como Comitê Assessor Nacional para o Desenvolvimento e a Avaliação Climática). Na sigla acima, o termo 'Desenvolvimento' tem a ver, provavelmente, com o fato de o Ncadac ter sido estabelecido pelo Departamento de Comércio dos EUA [Em tempo: fica aqui uma desconfiança de que atrelar 'comércio' e 'clima' tenha sido estratégia proposital do atual governo, para sensibilizar a opinião pública na linha: se continuar assim, muita gente vai perder dinheiro.]

Sem dúvida, o teor do documento representa guinada sem precedentes na postura norte-americana em relação ao assunto, principalmente se levarmos em consideração que, no governo de George W. Bush, já classificado como 'a gestão das petroleiras', duas posições oficiais se destacavam: i) ou se negava o aquecimento global; ii) ou, quando se o aceitava, atribuíam-se as mudanças climáticas a causas naturais (por exemplo, mudanças no comportamento do Sol).

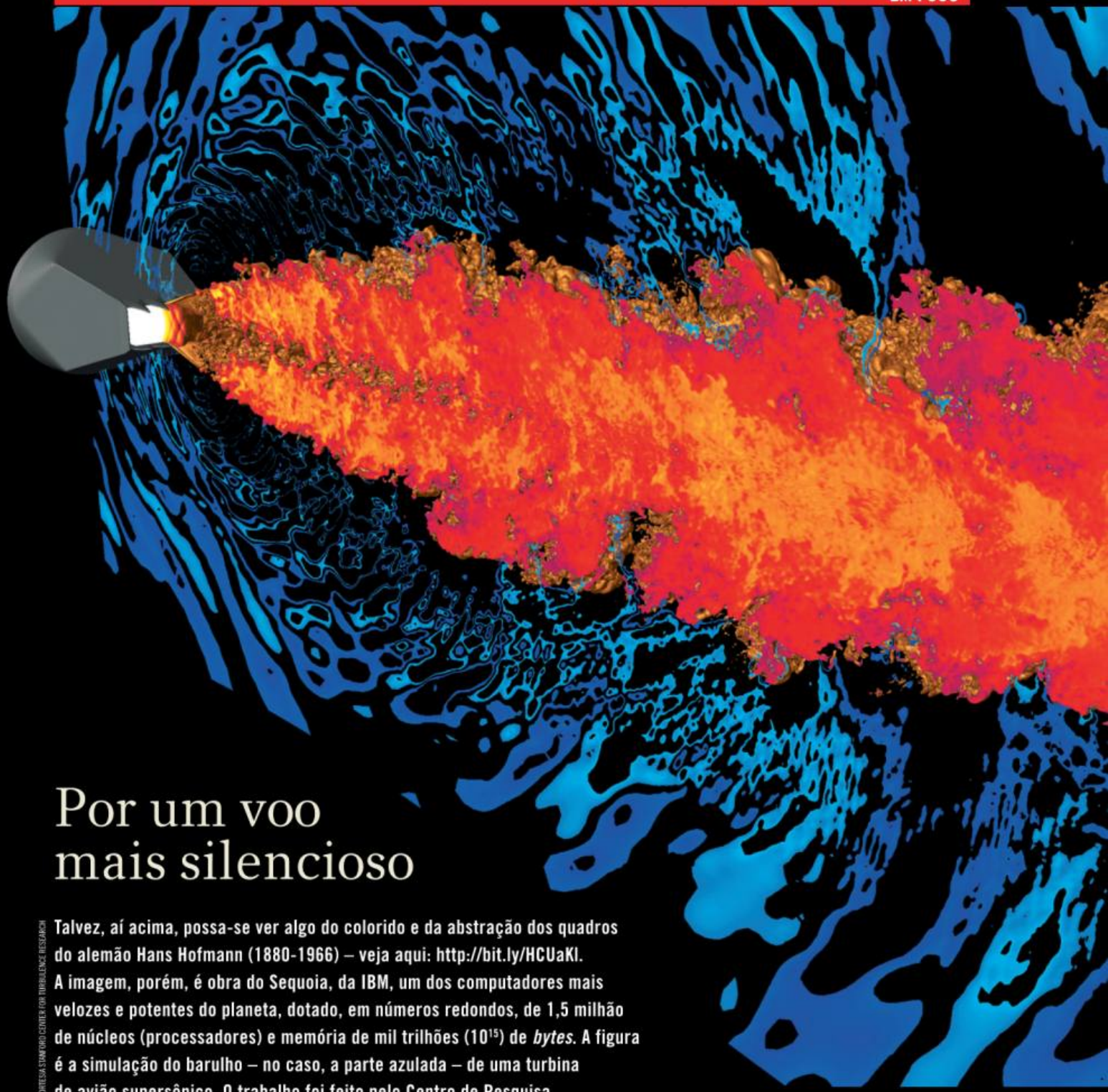
O documento está aberto a consulta pública. Até onde a *CH* conseguiu checar, qualquer cidadão do planeta pode opinar sobre o Ncadac. Basta entrar no endereço citado aí abaixo e abrir uma conta, depois de concordar com os termos da participação. Atenção: tudo em inglês. E o prazo para isso termina em 12 de abril próximo.

Podem-se imaginar alguns cenários com base nessa atitude do governo norte-americano: i) a gestão de Barack Obama realmente ter outro enfoque em relação às mudanças climáticas e, talvez, nesse segundo mandato, ele esteja apostando na discussão aberta do tema; ii) o documento pode acabar naquela prateleira da história onde se deterioram os papéis com boas intenções; iii) o congresso dos EUA simplesmente pode ignorá-lo, levando-se em conta que o *lobby* dos não interessados (indústria do petróleo) pode ser mais eficaz (e eficiente) que as ações propostas no documento.

Mas, sem dúvida, é um começo. Principalmente, vindo de um país reconhecido por empacar as negociações progressistas nos encontros mundiais sobre mudanças climáticas. Mas, como dito, pode ser também algo que não percorra muita distância na estrada capeada por pedregulhos econômicos pontiagudos e cortantes – afinal, o comércio mais lucrativo do mundo é o petróleo, seguido pelas drogas.

Pode-se baixar o documento completo (atenção, 147 Mb) ou por capítulo. Sugestão: há um sumário executivo, que resume o calhamaço de forma digerível. Neste último, sugere-se ficar com o conteúdo que vai da página oito à 10.

Tudo isso está (em inglês) em:
http://ncadac.globalchange.gov/



Por um voo mais silencioso

Talvez, aí acima, possa-se ver algo do colorido e da abstração dos quadros do alemão Hans Hofmann (1880-1966) – veja aqui: http://bit.ly/HCUaKI. A imagem, porém, é obra do Sequoia, da IBM, um dos computadores mais velozes e potentes do planeta, dotado, em números redondos, de 1,5 milhão de núcleos (processadores) e memória de mil trilhões (10^{15}) de *bytes*. A figura é a simulação do barulho – no caso, a parte azulada – de uma turbina de avião supersônico. O trabalho foi feito pelo Centro de Pesquisa em Turbulência da Universidade Stanford (EUA). Espera-se que o estudo ajude a projetar e construir turbinas mais silenciosas.

CRÉDITO: CORTESIA STANFORD CENTER FOR TURBULENCE RESEARCH

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

FOTO CICERO RODRIGUES

PROCURAM-SE GÊNIOS

Cientistas como Newton e Einstein não existem mais porque hoje o sucesso na carreira não depende tanto do pensamento individual quanto antes

No passado, a rotina de um cientista incluía elaborar uma hipótese para explicar certas observações e realizar experimentos que comprovassem se era verdadeira ou falsa. Hoje, ele pode até prescindir da elaboração de hipóteses e dedicar boa parte de sua vida ao simples acúmulo de dados e deixar para mais tarde, ou para outros, a tarefa de dar sentido aos resultados. São exemplos os projetos de sequenciamento de genomas, que reúnem muitos laboratórios diferentes e contam não só com tecnologia avançada para gerar os dados, mas também com as sofisticadas ferramentas de análise que compõem uma nova especialidade da biologia: a bioinformática.

Vivemos no momento uma situação inédita, em que uma quantidade enorme de resultados represados aguarda interpretações. Isso acontece porque a parte representada pelos equipamentos rápidos e automatizados, em plena operação há alguns anos, avançou mais rápido do que a capacidade humana de distinguir padrões unificadores – no caso dos genomas, padrões em um mar de letrinhas.

A bioinformática, fundamentada na ciência da computação, na matemática e na engenharia, tem no momento restrições intrínsecas quanto ao que pode analisar. É possível reconstruir genomas a partir de fragmentos com sequências conhecidas, detectar semelhanças e diferenças entre genomas e tecer considerações evolutivas. A bioinformática, porém, não pode responder perguntas como: por que o DNA foi adotado pelas células? Quando isso ocorreu? Como se deu sua biossíntese?

Respostas para esse tipo de pergunta virão não de ferramentas computacionais, e sim de cientistas que enxergam o todo e conseguem juntar as peças dos quebra-cabeças – os raros gênios que aparecem de vez em quando na história da ciência. Para o psicólogo norte-americano Dean Keith Simonton, os gênios não aparecerão mais: eles estão extintos. No ensaio 'O gênio científico está extinto', publicado na revista científica *Nature* (31 de janeiro de 2013), Simonton argumenta que cientistas do calibre de Einstein, Darwin e Newton, que romperam com os paradigmas vigentes em suas épocas, lograram tal feito apenas em função de sua capacidade de contribuir com ideias que eram ao mesmo tempo originais, úteis e surpreendentes. E cientistas dessa estirpe não existem mais porque hoje o sucesso na carreira não depende tanto do pensamento individual quanto antes.

Simonton lembra que, na análise do filósofo da ciência Thomas Kuhn, também norte-americano, no livro *A estrutura das revoluções científicas*, a grande fomentadora das mudanças de paradigmas era a crise instalada nas ciências quando surgiam resultados para os quais as explicações vigentes não eram satisfatórias, e afirma que, neste momento, estamos em um vale aparentemente sem crises. O psicólogo aponta que mesmo o prêmio Nobel, que antes valorizava essa atitude diferenciada de revisão do estabelecido, teve que se ajustar. Hoje, é com frequência concedido aos que se destacam por acrescentar incrementos relevantes a teorias já estabelecidas.

O que conspira contra o florescimento dos gênios? Para Simonton, há na ciência moderna uma homogeneização do pensamento, produzida pelo rolo compressor dos grandes projetos que envolvem a participação de vários colaboradores, muitos deles não comprometidos intelectualmente com o todo. Essa uniformização também decorre de uma população crescente de cientistas que, ao menos no Primeiro Mundo, parece superar a demanda real, embora seja difícil definir se há de fato um limite para o número de cientistas que uma época pode comportar. De todo modo, o excesso de pesquisadores introduz no mercado uma competitividade que não encoraja o time dos desgarrados, isto é, o contingente dos que pensam individualmente.

Evidentemente, não se conhece a fórmula para produzir gênios, uma empreitada talvez tão desejada quanto a pedra filosofal. Sabemos, no entanto, que a massificação irresponsável do ensino universitário trabalha contra. CH

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

CARVÃO MINERAL
Um mal necessário?

Uma máquina de 10 m de comprimento avança sobre a rocha com uma estrutura giratória dentada capaz de triturar qualquer material que estiver pela frente. O equipamento é controlado por um jovem de estatura mediana que manipula um dispositivo semelhante a um controle de *videogame*. Estamos no município de Içara, a 190 km de Florianópolis, no extremo sul de Santa Catarina. Mais precisamente, na comunidade rural de Santa Cruz, a 60 m de profundidade do solo, no interior de uma galeria subterrânea de extração de carvão mineral, a mina 101. A área, que começou a ser explorada há menos de um ano, está no centro de uma discussão que se desenrola há mais de uma década na pequena cidade de 60 mil habitantes e reflete uma polêmica que se estende a toda a atividade de mineração carbonífera no Brasil, fortemente concentrada na região Sul. De um lado, os favoráveis ao aumento da exploração desse minério, o combustível fóssil mais abundante da Terra. Do outro, os que consideram o recurso ultrapassado e substituível, e sua exploração prejudicial ao ambiente e à vida dos trabalhadores do setor.

CÉLIO YANO
Ciência Hoje/PR

Os argumentos de quem questiona a atividade mineradora no Brasil começam pelo aspecto econômico: extrair carvão por aqui não vale tanto a pena assim. Não é difícil entender o por quê. O carvão mineral é um sedimento fóssil, composto principalmente de carbono, hidrogênio e oxigênio, formado a partir de restos vegetais submetidos a condições extremas de temperatura e pressão durante muito tempo. Na maior parte do mundo, os depósitos se acumularam no período Carbonífero, entre 359 e 245 milhões de anos atrás. No Brasil, as bacias de carvão, distribuídas quase em sua totalidade entre os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (ver 'Mineração de carvão no Brasil'), começaram a se formar no Permiano, há cerca de 210 milhões de anos. Por causa de diferenças na constituição da flora da época e do regime de deposição de sedimentos, o carvão bruto extraído em solo brasileiro, com altos teores de cinza e enxofre, é considerado de baixíssima qualidade.

Para se ter uma ideia, do carvão bruto encontrado no subsolo da Polônia, 5% são considerados rejeito e descartados no processo de beneficiamento do material. Na Austrália, outro grande produtor de carvão, o índice de rejeito é de aproximadamente 10%, enquanto na Índia, em média 30% do material minerado é jogado fora. No Brasil, a proporção de material extraído do solo e depois descartado chega a 75% em algumas áreas. A concentração de enxofre em uma amostra de carvão bruto cresce à medida que se avança pela bacia carbonífera brasileira na direção norte: vai de menos de 2% no Rio Grande do Sul até 14% no Paraná. "O que se faz no Brasil é extração de rejeito, que, por acaso, vem com carvão junto", diz o engenheiro de minas Carlyle Bezerra de Menezes, cuja tese de doutorado, defendida na Universidade de São Paulo (USP), trata da gestão ambiental de recursos minerais.

O que não é aproveitado tem de ir para algum lugar. E, desde que a extração de carvão começou a ser feita – mais intensamente a partir da Primeira Guerra Mundial –, o rejeito é depositado em grandes áreas a céu aberto, gerando enorme passivo ambiental. A quantidade de material extraído e rejeitado nas últimas décadas é tão grande que só na região carbonífera catarinense (composta por 10 municípios) cobre mais de 6 mil hectares, contaminando solo e rios locais, já famosos pela coloração amarelo-avermelhada. Moradores da região de Criciúma lembram que, há algumas décadas, a pirita – como é chamado o rejeito da extração de carvão – chegou a ser usada na composição do asfalto usado para pavimentar vias locais. O material, tóxico, é o mesmo que compõe os amontoados visíveis à beira de estradas, espalhados por terrenos baldios geralmente acessíveis a qualquer pessoa. >>>

MINERAÇÃO DE CARVÃO NO BRASIL

A descoberta do carvão no Brasil data do fim do século 18, quando um soldado português reconheceu o mineral na localidade de Curral Alto (RS). Em Santa Catarina, o combustível fóssil foi identificado pela primeira vez por volta da década de 1830, na região que hoje corresponde ao município de Lauro Müller. A mineração propriamente dita começou, no entanto, em Arroio dos Ratos (RS), em 1855, com a abertura da primeira mina do país.

São três os grandes momentos da mineração do carvão no Brasil, segundo o economista Alcides Goulart Filho, organizador do livro *Memória e cultura do carvão em Santa Catarina*. A exploração teve impulso inicial durante a Primeira Guerra Mundial, quando houve queda na importação de carvão de outros países. O segundo *boom* veio no governo de Getúlio Vargas, na década de 1930, com um decreto que estabeleceu obrigatoriedade do consumo de uma cota mínima de carvão nacional. Com a crise do petróleo, após a Segunda Guerra, a indústria carbonífera brasileira ganhou novo impulso.

Em 1990, o presidente Fernando Collor derrubou a obrigatoriedade de uso de carvão nacional e o setor entrou em recessão. Em 2010, segundo a Associação Brasileira de Carvão Mineral, o Brasil produziu cerca de 5,4 milhões de toneladas de carvão. Outros 14,2 milhões de toneladas foram importados naquele ano. Segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica, os estoques brasileiros chegam a 7 bilhões de toneladas, o que corresponde a 1% das jazidas globais. Desse total, 99,66% encontram-se nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina; 0,32% no Paraná e 0,02% em São Paulo.

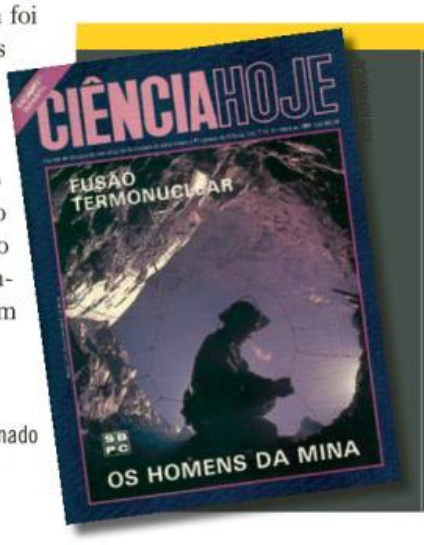
Em Santa Catarina há 12 minas subterrâneas em funcionamento, distribuídas pelos municípios de Criciúma, Forquilhinha, Siderópolis, Lauro Müller, Treviso, Içara e Urussanga, entre outros, segundo o Sindicato das Indústrias de Extração de Carvão de Santa Catarina – todas exploradas por empresas privadas. No Rio Grande do Sul, a extração de carvão é feita em Butiá, Cachoeira do Sul, Candiota, Charqueadas, Encruzilhada do Sul, Minas do Leão e Rio Pardo. Duas empresas atuam em território gaúcho, uma delas controlada pelo governo do estado.

FOTOS CÉLIO VANO

O prejuízo para o ambiente continua nas usinas termelétricas, para onde quase todo o carvão brasileiro é destinado. Para cada tonelada queimada para aquecer a água e movimentar as turbinas dessas geradoras de energia elétrica, 4,5 toneladas de CO_2 são liberadas na atmosfera – não existe forma de geração que emita mais carbono. Por causa da má qualidade do mineral brasileiro, o carvão usado para outros fins, como na fabricação de aço, é praticamente todo importado de países como Estados Unidos, Austrália, Canadá, Colômbia e China.

Trabalhadores Em Santa Catarina, toda a atividade de extração de carvão mineral é feita hoje em subsolo, enquanto no Rio Grande do Sul, por causa da pequena profundidade em que as jazidas de carvão se encontram (a partir de cerca de 2 m abaixo do solo), o processo de mineração é feito apenas na superfície, com auxílio de escavadeiras, desde que a última mina subterrânea foi desativada, em 2002 (ver 'Amor e ódio').

No passado, a mobilização dos mineiros em torno de sindicatos regionais da categoria foi fundamental para conquistar direitos como o da aposentadoria especial, afirma a historiadora Clarice Speranza, que estudou conflitos entre patrões e empregados em minas do Rio Grande do Sul em seu doutorado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Desde 1960, trabalhadores de minas de superfície podem



Acima, à área de descarte de rejeito de carvão mineral em Criciúma (SC). Ao lado, rio contaminado por rejeitos de extração de carvão no município de Siderópolis (SC)

se aposentar com 20 anos de trabalho; de subsolo, com 15. Hoje, as principais reivindicações da classe estão relacionadas a questões de segurança do trabalho.

Representantes do setor garantem que a situação evoluiu muito nas últimas duas décadas. De fato, desde o episódio que tirou a vida de 31 mineiros de uma vez, em Santa Catarina, em 1984, a quantidade de mortes por acidente de trabalho caiu para menos de duas por ano. Segundo a Federação Interestadual dos Trabalhadores da Indústria de Extração de Carvão (Fitiec), foram 19 mortes em minas nos últimos 10 anos – duas no Rio Grande do Sul e 17 em Santa Catarina. Em termos absolutos, o número é muito inferior, por exemplo, ao da construção civil, em que mais de um operário morre por dia, segundo dados de 2010 do Ministério da Previdência Social. Proporcionalmente, no entanto, a mortalidade ainda supera – e muito – a média, já que o setor de construção emprega aproximadamente 2,7 milhões de pessoas, enquanto a mineração de carvão tem hoje 6.046 empregados, de acordo com a Fitiec. "Sem dúvida, houve avanços em termos de segurança do trabalho nas últimas décadas", diz o mineiro Genoir José dos Santos, presidente da Fitiec. "Mas ainda há o que melhorar."

Tanto nas minas de subsolo quanto nas de superfície, além dos acidentes de trabalho, os operários estão expostos a outra grave ameaça, que outrora atingia 10 entre 10 mineiros: a pneumoconiose. Causada pela inalação contínua da poeira do carvão, a doença, também chamada de 'pulmão negro', reduz a expectativa de vida do portador, uma vez que restringe a entrada de ar pelas vias respiratórias.

Estudo feito pelo farmacêutico Silvio Ávila Jr., da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), revelou que não só os trabalhadores em minas de extração de carvão, mas também moradores de Lauro Müller, município da região carbonífera catarinense, têm taxas mais elevadas de chumbo, cobre, zinco e ferro no sangue do que um grupo-controle, formado por doadores de sangue do Hospital Universitário (HU) da UFSC, em Florianópolis. Esses elementos, juntamente com o manganês, compõem os principais componentes metálicos do carvão mineral. O nível de zinco entre trabalhadores de minas subterrâneas foi 303,8% mais alto que a média dos indivíduos do HU. Entre os habitantes de Lauro Müller que não trabalham na mineração, a taxa de chumbo detectada foi 151% maior.

"Ainda que não esteja configurado o quadro de pneumoconiose, esses metais, na corrente sanguínea, desencadeiam o chamado estresse oxidativo e a formação de radicais livres, capazes de danificar células sadias do corpo", explica Danilo Wilhelm Filho, orientador do trabalho de Ávila Jr.

O engenheiro Cláudio Zilli, assessor técnico do Sindicato das Indústrias de Extração de Carvão de Santa Catarina (Siecesc), afirma que a pneumoconiose está erradicada no Brasil há quase uma década, desde que se aboliu a furação a seco nas galerias – hoje usa-se água no processo de extração. Mas o presidente da Fitiec afirma que ainda há registro da doença, embora não informe a taxa de incidência. "Em exames periódicos, a detecção ocorre ainda na fase inicial, e o mineiro é retirado da frente de extração para evitar o agravamento do quadro", diz. Conforme a convenção coletiva de trabalho, as empresas mineradoras são obrigadas a fazer exames periódicos nos mineiros e, ao primeiro sinal da doença, deslocá-los para outras funções ou aposentá-los por invalidez.

Mina modelo O empresário Frederico Zanette, assessor de diretoria da mineradora catarinense Rio Deserto, reconhece que a atividade provocou danos graves ao ambiente e já se valeu de condições precárias de trabalho, mas diz que tudo isso é coisa do passado (ver 'Carvão limpo'). "Estamos pagando pelos problemas causados por nossos antepassados", afirma. "Antigamente não existia grande preocupação com os danos ambientais, mas essa mentalidade não se restringia à indústria carbonífera." De fato, até o fim da década de 1970, a população apoiava a abertura de novas minas, por considerá-las sinal de progresso, lembra o historiador Carlos Renato Carola, da Universidade do Extremo Sul Catarinense (Unesc), em Criciúma.

É da Rio Deserto a mina 101, que a reportagem de *Ciência Hoje* visitou e descreve no início deste artigo. Quem vê de longe a área da mina, localizada às margens >>>

AMOR E ÓDIO

Mineração de carvão remete imediatamente à condição arriscada de trabalho a que se submete o minerador. Parte desse universo foi revelado pela antropóloga Cornélia Eckert em artigo publicado em *Ciência Hoje* há 25 anos. Mas, apesar das incertezas que caracterizam a profissão, o ambiente e as próprias condições de trabalho criam um sentimento afetivo intenso entre o trabalhador e a mina, diz a antropóloga Marta Cioccari, do Museu Nacional (RJ). Em trabalhos de doutorado e pós-doutorado, Cioccari acompanhou a rotina de mineiros das cidades de Minas do Leão, no Rio Grande do Sul, e de Creutzwald, na França. O município gaúcho abrigou a última mina de subsolo do estado (Leão I, fechada em 2002), enquanto a cidade francesa, a última de seu país (La Houve, fechada em 2004).

Para afastar o medo e esquecer a morte de ex-colegas, os mineiros criam entre si vínculos de amizade muito fortes. "As conversas e brincadeiras no trabalho são repletas de temas de cunho sexual, como questionamentos sobre a fidelidade de suas esposas", diz Cioccari. Apesar de já ter empregado mulheres e até crianças, como conta o historiador Carlos Renato Carola no livro *Dos subterrâneos da história*, a mineração carbonífera é, desde os anos 1960, território exclusivamente masculino.

Em Minas do Leão, com o fim da última mina de subsolo, os trabalhadores migraram para a mineração de superfície. Houve grande abalo emocional. "Não sei viver sem a mina. E não é só comigo que isso acontece", disse José Lopes Lucas, um dos entrevistados pela pesquisadora. Em Creutzwald, o encerramento da mineração de carvão significou aposentadoria compulsória dos mineiros. "Antes considerados heróis nacionais, passaram a se sentir inúteis", conta Cioccari. "O fim de uma mina é como a perda de um ente familiar para o mineiro", compara. "O sentimento parece ser universal."

FOTO: ELDO VIANO

Vista da 'boca' da mina 101, em Içara (SC), considerada a mais moderna do país

da BR 101 – daí o nome –, pode pensar que se trata de uma fábrica de outro segmento qualquer. O complexo inclui escritórios administrativos, um grande barracão onde é feita a separação do rejeito, além de uma estrutura completa de tratamento de água. A entrada da mina é vertical, cercada por um muro, e a descida é feita por escada. A tecnologia também difere bastante da usada em grande parte das galerias de extração de carvão, nas quais o mineral é retirado das paredes subterrâneas com a detonação de explosivos. Na mina 101, considerada a mais moderna do Brasil, uma máquina chamada minerador contínuo quebra a parede e descarrega o material extraído em um carro motorizado, que por sua vez leva o carregamento até uma estrutura similar a uma roda-d'água, capaz de fazer o carvão chegar à superfície.

Mesmo com tantas inovações, a mina 101 é alvo de intensos protestos, sobretudo por parte de agricultores da comunidade de Santa Cruz, onde foi aberta sua entrada. De processos na Justiça a passeatas, 'tratoraço' e até uma missa rezada em frente à mina, o Movimento Içarense pela Vida (MIV) fez de tudo para impedir o início da extração de carvão no local. Seus integrantes alegam que a operação da mina afeta o abastecimento de água para cerca de 300 famílias da região. "Desde que instalaram a mina, há períodos em que não temos água nem para banho", diz o agricultor Antônio Santos Matiola. A empresa Rio Deserto afirma, baseada em laudo técnico, não haver relação entre a falta d'água e a atividade de mineração. Os manifestantes, por sua vez, já contestaram na Justiça a veracidade do laudo. No momento, a mineradora, que foi impedida de atuar na área, tem decisão favorável à operação da mina, mas, no que depender dos agricultores, a batalha judicial, que se estende desde 2003, está longe do fim.

"As empresas tentam vender a imagem de que estão preocupadas com o ambiente, mas a principal medida que têm tomado, a recuperação de áreas degradadas, é apenas o cumprimento de uma sentença judicial", diz o ambientalista Gilmar Bonifácio, integrante do MIV. De fato, em 2002, o Tribunal de Justiça de Santa Catarina condenou todas as empresas responsáveis por danos ambientais da região da bacia carbonífera a recuperar áreas prejudicadas. Dos mais de 6 mil hectares considerados comprometidos pela Justiça, cerca de um terço havia sido recuperado ou estava em processo de recuperação até o fim de 2012. O prazo vai até 2020.

O trabalho de recomposição das áreas degradadas consiste em envolver os rejeitos com uma camada de argila impermeabilizante, que, por sua vez, é coberta com terra e vegetação rasteira. As áreas recuperadas passam a ter o índice pH monitorado permanentemente para detectar possíveis vazamentos.

O economista da Unesc Alcides Goularti Filho, membro do grupo de pesquisa Memória e Cultura do Carvão em Santa Catarina, considera a medida paliativa. "Nenhuma árvore voltará a crescer nas áreas supostamente recuperadas", argumenta. "Se uma raiz perfurar a camada de argila, o material tóxico pode voltar a contaminar o solo." Goularti Filho integra a corrente de pesquisadores que considera que a contribuição da mineração de carvão para a economia brasileira não compensa os prejuízos

CARVÃO LIMPO

Pesquisadores de todo o mundo buscam formas de tornar a extração de carvão menos prejudicial ao ambiente. No Brasil, esforço nesse sentido é feito pelo Centro Tecnológico do Carvão Limpo (CTCL), idealizado em 2002 em Criciúma por empresas mineradoras da região. A bem da verdade, o CTCL foi criado na esteira da ação civil pública que determinou a reversão do quadro de passivo ambiental gerado pela indústria carbonífera.

"Damos capacitação tecnológica para empresas e fazemos pesquisa com o objetivo de integrar o carvão num leque de opções maior do que apenas combustível", diz o coordenador do núcleo de meio ambiente do CTCL, Júlio Cezar Gomes. A primeira grande mudança desenvolvida na instituição e já implantada na indústria é o *backfilling*, processo de reintrodução do rejeito da mineração nas próprias galerias escavadas para a extração. Assim, o material não precisa ser descartado na natureza e evita-se o risco de desabamentos, já que em geral as minas de subsolo, mesmo desativadas, permanecem abertas.

Outra iniciativa promissora em estudo no CTCL é a gaseificação de carvão *in situ*, que permite obter combustível de depósitos profundos de carvão na forma de gás, sem necessidade de extrair o mineral. Por causa do alto custo, a solução ainda não foi testada em campo. Estuda-se ainda a técnica de captura e estocagem de CO_2 em galerias subterrâneas, que poderia ser usada em termelétricas. Em breve o CTCL deve inaugurar um laboratório para testar a tecnologia, que deve ser usada na usina de Jorge Lacerda, em Capivari de Baixo, para onde vão 95% do carvão extraído em Santa Catarina.

FOTO EDUARDO TAVARES/ CC BY-NC-SA 2.0

Uma das usinas a carvão do complexo termelétrico Presidente Médici, no município de Candiota (RS)

causados ao meio. Para ele, a indústria da mineração de carvão poderia ser extinta no Brasil. "A mineração de carvão, responsável pela formação de cidades como Criciúma, há muito deixou de ser a base da economia da região", diz. "Os trabalhadores seriam rapidamente absorvidos por outros setores."

Em todo o mundo, 42% da energia elétrica provêm da queima do carvão, segundo a Associação Mundial do Carvão. Termelétricas à base desse combustível geram 93% da eletricidade consumida na África do Sul. Na Polônia, esse índice chega a 90%; na China, a 79%. No Brasil, conforme dados da Agência Nacional de Energia Elétrica, a participação do carvão está restrita a 1,9% da matriz elétrica nacional.

Termelétricas a carvão Oficialmente o Brasil tem adotado uma posição contrária à expansão da indústria carbonífera. Desde 2009, usinas termelétricas movidas a carvão estão de fora dos leilões de energia, nos quais o Ministério de Minas e Energia licita a compra de energia elétrica. A justificativa é que as usinas movidas a carvão têm baixa eficiência ao mesmo tempo em que emitem muito mais gases causadores de efeito estufa que outras fontes. Em 2009, o Brasil firmou o compromisso de reduzir as emissões de CO^2 entre 36% e 39% até 2020.

Empresários e trabalhadores do setor são contrários à postura do governo federal. Líderes da Associação Brasileira do Carvão Mineral e da Federação Interestadual dos Trabalhadores da Indústria de Extração de Carvão alegam que o uso do carvão é indispensável e que as novas tecnologias permitem seu emprego de forma cada vez mais eficiente e com menores consequências para o ambiente.

O físico Luiz Pinguelli Rosa, diretor do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, dá razão às reclamações. Segundo ele, a geração de energia elétrica a partir da queima do carvão é necessária porque as hidrelétricas, principais geradoras do país, já não são capazes de atender à demanda nacional. Ele lembra, ainda, que a obtenção de energia a partir das águas está distante de merecer o título de ambientalmente correta.

"Para diminuir o impacto ambiental, o Brasil não faz mais reservatórios de água. Mesmo o da usina de Belo Monte, alvo de tanto protesto, é muito pequeno", diz o pesquisador, especialista na área de energia e ex-presidente da Eletrobrás. Alternativa ambientalmente correta, o uso de energia eólica, que tem crescido nos últimos anos no Brasil e quase ultrapassa a capacidade de geração das usinas nucleares, tem também, segundo Pinguelli, uma grande desvantagem: "Não há como estocar vento". A queima de biocombustível proveniente da cana-de-açúcar, por sua vez, é considerada ineficiente em razão do custo. "Apesar de poluidor, o carvão, em relação aos demais combustíveis fósseis, é o que tem o maior estoque disponível."

De acordo com o último relatório de recursos energéticos do Conselho Mundial de Energia, lançado em 2010, há 860 bilhões de toneladas de carvão mineral no mundo. Se o ritmo de exploração se mantiver nos níveis atuais e não forem descobertas novas bacias de depósito do material, o recurso poderá ser extraído por mais 126 anos até seu esgotamento. Muito mais do que os estoques de gás natural, com duração estimada em 52 anos, e os de petróleo, que devem se esgotar em 39 anos.

Estudo da Agência Internacional de Energia publicado no fim do ano passado afirma que até 2017 o carvão mineral se tornará a principal fonte de energia em todo o mundo. Para os empresários ligados à mineração de carvão, apesar de todos os impactos gerados pela atividade, o Brasil estaria indo na contramão da tendência mundial ao desprezar o potencial energético do combustível.

Como o desenvolvimento econômico e social do país depende diretamente da capacidade de produção de energia, o custo ambiental parece inevitável. Se terá valido a pena no futuro, somente as próximas gerações poderão dizer. CH

Sugestões para leitura

ELOLLI, M. et al. *História do carvão de Santa Catarina.* Criciúma: Imprensa Oficial do Estado de Santa Catarina, 2002.

CAROLA, R. C. *Dos subterrâneos da história.* Editora da UFSC: Florianópolis, 2002.

CENTRO DE ECOLOGIA DA UFRGS. *Carvão e meio ambiente.* Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2000.

GOULARTI FILHO, A. *Memória e cultura do carvão em Santa Catarina.* Cidade Futura: Florianópolis, 2004.

MOREIRA SOARES, P. C. et al. *Carvão brasileiro: tecnologia e meio ambiente.* Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008.

VOLPATO T. G. *A pirita humana: os mineiros de Criciúma.* Editora da UFSC: Florianópolis, 1984.

EFEITO RAMAN

A técnica que nasceu da observação do azul do mar

O azul dos mares e oceanos já foi descrito inúmeras vezes por poetas e escritores ao longo da história. No entanto, é possível que, ao admirar um dos fenômenos mais bonitos da natureza, poucos tenham se perguntado sobre o porquê dessa cor. O olhar inquisidor de um físico indiano para as águas do mar Mediterrâneo, durante uma viagem de navio na década de 1920, foi o ponto de partida para uma descoberta que deu origem a uma técnica hoje largamente usada nos laboratórios de pesquisa e na indústria.

Ilde Guedes
José Evangelista Moreira
Scara da Ciência e Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará

Clenilton Costa dos Santos
Departamento de Física, Universidade Federal do Maranhão

FOTO MICHEL MUSOW

A luz solar é a soma de várias cores, como foi mostrado pelo físico britânico Isaac Newton (1642-1727), ao fazê-la passar através de um prisma de vidro. A imagem projetada em uma tela, onde as cores estão separadas, é chamada espectro solar.

Sabe-se que cada cor corresponde a determinada energia luminosa. O azul e o violeta são cores mais energéticas que as demais, sendo, portanto, as que sofrem maior desvio quando passam de um meio para outro – por exemplo, do ar para o vidro, como no caso do prisma. Fenômeno semelhante ocorre quando a luz, ao atravessar a atmosfera, colide com átomos e moléculas. Nesses choques, os maiores desvios são sofridos pelas cores mais energéticas, ou seja, azul e violeta. No vocabulário da física, diz-se que essas duas cores são espalhadas – mudam a direção de sua trajetória – com mais eficiência do que as menos energéticas (vermelho e laranja, por exemplo). Assim, o céu diurno está 'banhado' por luz azul e violeta, enquanto as outras cores atravessam a atmosfera sem se espalhar muito.

>>>

Mas aí surge uma pergunta: se o violeta é a cor que sofre mais espalhamento, por que o azul, então, é a cor do céu? Em parte, a resposta é que o Sol produz muito mais azul do que violeta, ou seja, no espectro solar, a faixa azul é mais larga que a violeta. Além disso, nossos olhos são mais sensíveis à luz azul.

No entanto, na alvorada e no pôr do sol, é a cor vermelha que observamos no céu. O fenômeno também está relacionado com o espalhamento da luz solar. Porém, nessa situação, a luz solar viaja tangencialmente à superfície terrestre e, portanto, atravessa uma distância muito maior na atmosfera. Dessa forma, as componentes vermelha e amarela, que são menos espalhadas, atravessam com mais facilidade a atmosfera e chegam com maior intensidade aos olhos do observador (figura 1).

O importante, para nossos propósitos aqui, é que tanto o azul quanto o vermelho do céu resultam de um mesmo fenômeno: o espalhamento da luz. E esse efeito, que tem sido amplamente usado pelos cientistas em seus estudos sobre a estrutura da matéria, pode ocorrer envolvendo outras formas de luz, além da visível, como infravermelho, ultravioleta, raios X e raios gama.

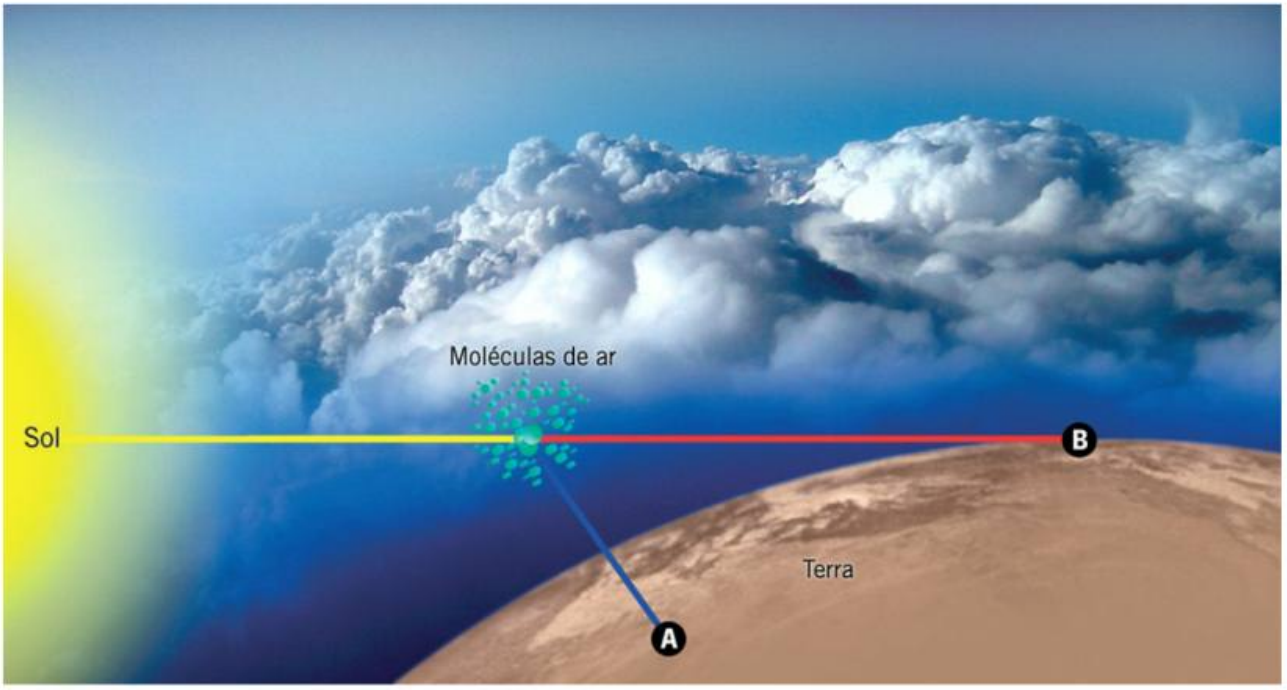
Nas palavras de Derek Long, da Universidade de Bradford (Reino Unido): "Segundo a versão tradicional da criação, no primeiro dia, a luz foi separada [das trevas]. Desde então, nossos ancestrais desenvolveram um apetite pelo conhecimento, perpetuado por seus descendentes. No entanto, apenas recentemente eles descobriram que, se a luz interagir com a matéria e depois for espalhada novamente, ela carregará com ela – embora em código – informações detalhadas sobre a estrutura da matéria [com que interagiu e das interações que sofreu]".

O espalhamento Raman – tema deste artigo – é um caso especial de espalhamento de luz, como veremos a seguir.

O azul do mar

Na década de 1860, o físico irlandês John Tyndall (1820-1893) observou que um feixe de luz atravessando a fumaça – que é constituída por minúsculas partículas suspensas – tornava-se visível e azulado. Ele associou esse azul à cor do céu. Em 1871, o físico britânico John William Strutt (1842-1919) – mais conhecido como lorde Rayleigh – explicou o efeito Tyndall, demonstrando que, quanto maior a energia da luz, mais ela é espalhada. Entretanto, lorde Rayleigh, ao associar a cor do céu ao espalhamento da luz pelas moléculas do ar, afirmou que a cor do mar se devia apenas à reflexão do azul do céu.

Ao retornar da Inglaterra para a Índia, em 1921, o físico indiano Chandrasekhara Raman (1888-1970), observando a intensa cor azul do Mediterrâneo, não ficou satisfeito com a explicação de lorde Rayleigh e suspeitou que houvesse algo mais do que uma simples reflexão. Ainda no navio, Raman explicou a cor do mar, usando o mesmo argumento que lorde Rayleigh usara para explicar a cor do céu. Ao chegar à Índia, enviou um artigo sugerindo que o azul do mar também resulta do espalhamento da luz solar.



BASEADO EM S. CHASE, M. WEISS, P. GIBBS, C. HILLMAN, AND N. URBAN/1992-2009

Figura 1. Em A, observador, durante o dia, vê o céu azul, pois essa cor da luz solar sofre grande desvio (espalhamento) ao colidir com as moléculas da atmosfera. Em B, na alvorada ou no pôr do sol, os raios de luz viajam tangencialmente à superfície terrestre, e o azul acaba 'filtrado' pelos aerossóis e pelas gotículas de água da baixa atmosfera. Assim, é a cor vermelha – que não sofre muito espalhamento – que chega aos nossos olhos

CEDIDO PELOS AUTORES

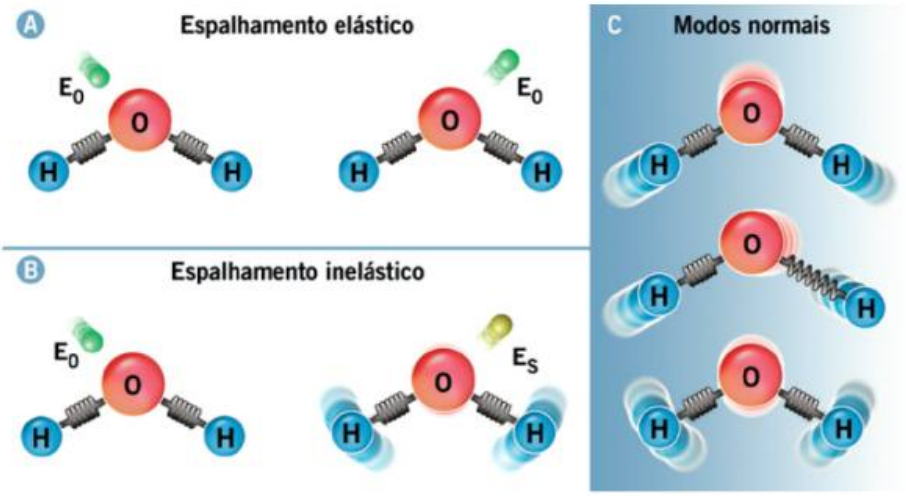


Figura 2. Em A, espalhamento elástico. Em B, espalhamento inelástico (ou Raman). Em C, modos normais de vibração

E_0 = Energia inicial
E_s = Energia final

A partir dessa data, Raman dedicou-se intensamente ao estudo do espalhamento da luz por diversos materiais. Esses estudos resultaram no desenvolvimento do que passou a ser chamado efeito Raman. E, por esses trabalhos, acabou recebendo o Nobel de Física de 1930. O título da palestra que proferiu na entrega do prêmio Nobel foi 'O espalhamento de luz por moléculas: a cor do mar'.

Como os autores deste artigo são cearenses e o mar do Ceará é verde – "verdes mares bravios de minha terra natal", nas palavras de José de Alencar (1829-1877) – acrescentamos que esse verde é devido à presença de algas que se adaptaram muito bem às temperaturas tépidas dos mares nordestinos.

Elástico e inelástico

Para entender o efeito (ou espalhamento) Raman, vejamos a figura 2. Nela, está representada uma molécula de água (H_2O) interagindo com um feixe de luz de uma única cor (verde, por exemplo), emitido por um *laser*. Esse feixe é formado por partículas de luz (fótons), cada uma transportando uma energia E_0 característica de sua cor. A molécula de água é formada por três átomos, ligados entre si por forças simbolizadas pelo efeito de pequenas molas. Essas forças – que representam as interações entre os átomos – mantêm a molécula como uma entidade estável, mas também permitem que os átomos vibrem em torno de suas posições de equilíbrio.

Vamos considerar que a interação entre o fóton e a molécula possa ser descrita como uma colisão entre partículas. Após o choque, ocorre um espalhamento, e tanto a energia da molécula quanto a do fóton podem ser alteradas.

Essa colisão leva a dois tipos de espalhamento. No primeiro, a molécula não absorve energia alguma do fóton incidente e fica inalterada, sem vibrar. O fóton espalhado, portanto, conserva toda sua energia inicial e não muda de cor (figura 2A). O único efeito desse espalhamento é um desvio na trajetória do fóton. Responsável pela cor do céu, esse é o chamado espalhamento elástico (ou espalhamento Rayleigh), o mais comum entre os espalhamentos luminosos.

No segundo caso, a molécula retira um pouco da energia do fóton incidente e usa essa energia para vibrar. Nesse caso, o fóton muda de cor, pois sua energia final (E_s), depois da colisão, é menor que sua energia inicial (E_0), como mostra a figura 2B. Esse é o chamado espalhamento inelástico, ou seja, aquele em que há troca de energia entre o fóton e a molécula.

Vibrações e energias

O espalhamento Raman é do tipo inelástico. Portanto, o que medimos é a diferença entre a energia do fóton incidente e a energia do fóton espalhado. Essa diferença é usada para fazer a molécula vibrar. Assim, diferentes valores de energia do fóton correspondem a diferentes formas de vibração da molécula. A molécula mostrada na figura 2 pode vibrar de três maneiras diferentes. São os chamados 'modos normais de vibração', cada um com uma energia típica (figura 2C).

No laboratório, emprega-se o efeito Raman do seguinte modo: faz-se uma luz monocromática de um *laser* (de cor verde, por exemplo) incidir sobre a amostra que se quer estudar. Depois de espalhada, a luz vai conter, em grande parte, a própria cor (no caso verde), mas também carregará – em menor proporção – cores diferentes, resultantes da interação da luz com as moléculas da amostra.

Um experimento que emprega o efeito Raman consiste, portanto, em medir as energias dos fótons espalhados, isto é, observar as cores da luz depois do espalhamento. Para isso, usa-se um dispositivo chamado rede (ou grade) de difração, que faz o mesmo que um prisma, isto é, separa espacialmente as componentes >>>

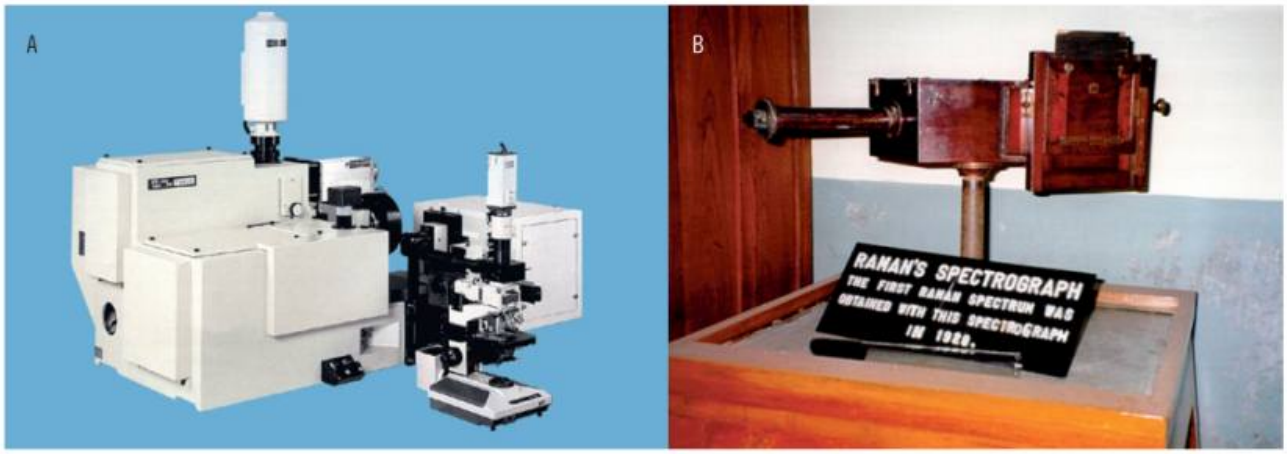


Figura 3. Tipos de espectrômetros. Em A, equipamento atual. Em B, da década de 1920

– em tempo: o leitor pode ver esse efeito utilizando um CD ou DVD comercial, que separa a luz 'branca' do Sol ou de uma lâmpada em suas componentes.

No laboratório, essas componentes são recolhidas em um detector que converte a energia de cada componente em sinais elétricos que são interpretados em um computador. O resultado final é o chamado espectro Raman – sobre o qual falaremos daqui a pouco.

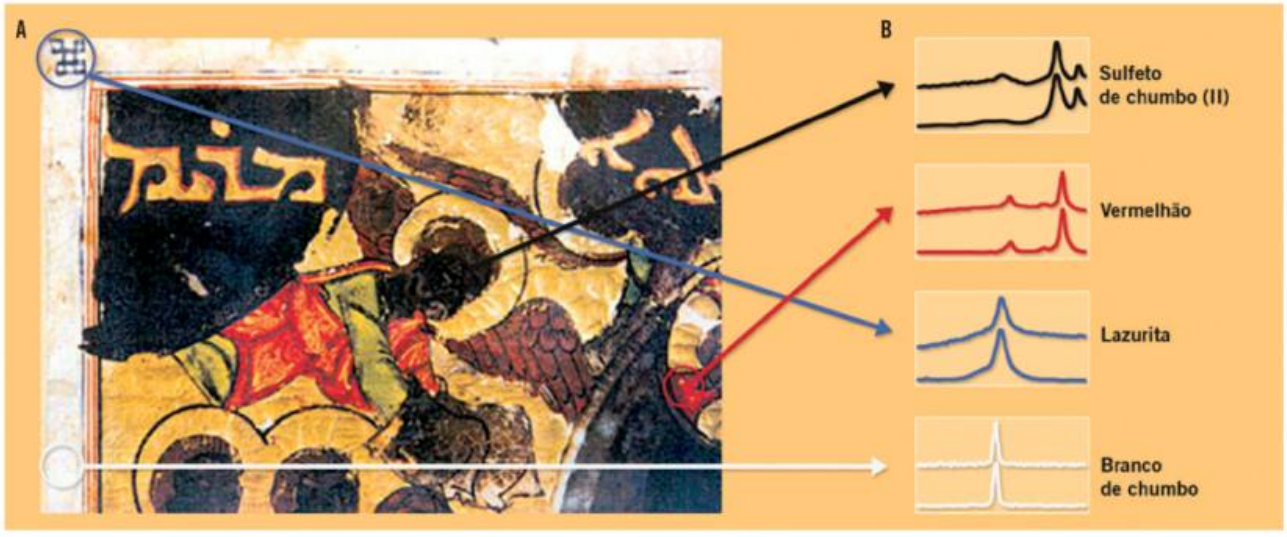
A figura 3A mostra um dos equipamentos de espalhamento Raman usados no Laboratório do Departamento de Física da UFC. Para contrastar, a outra fotografia (figura 3B) mostra o equipamento usado pelo próprio Raman, na década de 1920 – a fonte de luz que ele usou foi a boa e velha luz solar.

Impressão digital

O que chamamos de espectro Raman nada mais é do que um gráfico – geralmente visualizado na tela de um computador – em que há uma coleção de picos, cada um deles correspondente à energia de uma cor espalhada, ou seja, à energia de uma determinada vibração da molécula.

Como o espectro Raman contém informações sobre as vibrações específicas das moléculas e dos átomos de cada composto, ele é como uma espécie de impressão digital do composto, fornecendo informações preciosas sobre as forças entre os átomos (as 'molinhas') e sobre a forma com que a molécula vibra.

Devido a essa característica, a técnica de espectroscopia Raman – ou seja, a obtenção do espectro Raman de uma amostra – é usada em diversas áreas do conhecimento e da tecnologia (ver 'Contribuição de um brasileiro'). Por exemplo, na análise de estruturas químicas; no estudo de polimorfos (sólidos que existem sob diversas formas), muito importante para a indústria farmacêutica; no diagnóstico de certos tipos de câncer e outras doenças; na indústria (por exemplo, tintas, corantes, cosméticos, alimentação e de petróleo); na análise de águas; na caracterização de pesticidas; na ciência forense etc.



IMAGENS CEDIDAS PELOS AUTORES

Figura 4. Em A, pintura do período bizantino de autoria desconhecida. Em B, espectro Raman para algumas das cores originais

Pinturas, grafite e diamantes A lista de aplicações da técnica de espectroscopia Raman é longa. Portanto, iremos aqui descrever apenas duas delas. A figura 4 mostra parte de uma pintura antiga, de autoria desconhecida. Observe que há pontos que necessitam restauração. O desafio para o restaurador é descobrir que tipos de pigmentos foram usados na pintura original, já que, naquela época, esse tipo de tinta era produzido artesanalmente.

Os pigmentos naturais geram cores com misturas complexas de várias tonalidades. É aqui que entra a técnica de espectroscopia Raman. Primeiro, obtêm-se espectros Raman das partes ainda intactas. Depois, esses espectros são comparados com espectros de vários pigmentos já catalogados. Quando os espectros Raman forem idênticos (figura 4B), o pigmento empregado pelo pintor é identificado, e o restaurador pode iniciar seu trabalho.

No segundo exemplo, o espectro Raman é usado para distinguir estruturas diferentes de um mesmo composto. Por exemplo, os átomos de carbono podem se unir de modos diferentes, formando inúmeras substâncias, como a grafite, o diamante, o grafeno etc. Essa propriedade é denominada de alotropia – do grego *allos* (outro); *tropos* (maneira). O diamante e a grafite são, então, alótropos do carbono que diferem entre si pela maneira como os átomos ficam organizados nas moléculas. No diamante, os átomos de carbono estão fortemente ligados; na grafite, as ligações são bem mais fracas.

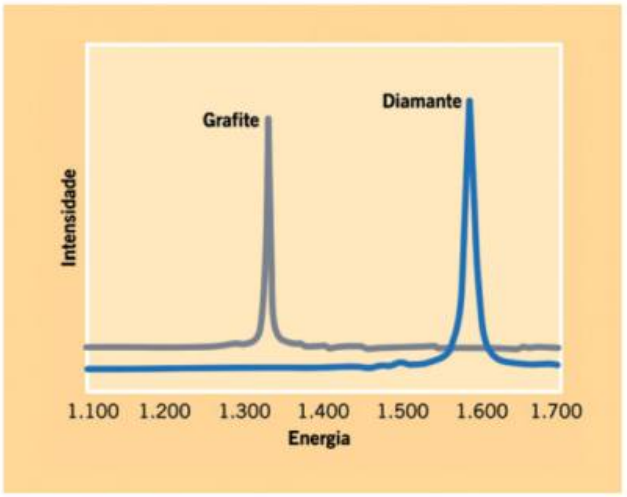


Figura 5. Espectros Raman dos alótropos do carbono na grafite e no diamante

Na figura 5, mostramos os espectros Raman do grafite e do diamante. Como a ligação entre átomos de carbono na grafite é mais fraca que no diamante, observamos que a energia de vibração na grafite é menor que aquela no diamante. Em outras palavras, os átomos de carbono retiram mais energia do fóton incidente no caso do diamante do que na grafite.

No primeiro parágrafo do discurso feito por Raman em 11 de dezembro de 1930, na premiação do Nobel, lemos o seguinte: "Na história da ciência, é comum vermos que o estudo de algum fenômeno natural tenha sido o ponto de partida para o desenvolvimento de um novo ramo do conhecimento". São palavras que, sem dúvida, se aplicam àquele que as proferiu. Afinal, a curiosidade desse físico indiano em relação a um fenômeno que certamente é corriqueiro para muitos, o azul do mar, deu à ciência uma ferramenta valiosíssima – hoje, vastamente usada pela pesquisa e indústria – para perscrutar a própria natureza. CH

CONTRIBUIÇÃO DE UM BRASILEIRO

Não poderíamos escrever um artigo sobre o efeito Raman sem mencionar a significativa contribuição para o desenvolvimento dessa técnica de um físico brasileiro: Sérgio Pereira da Silva Porto (1926-1979).

Em 1960, Theodore Maiman (1927-2007) apresentou o primeiro *laser*. Naquele mesmo ano, Porto chegava aos Estados Unidos para trabalhar nos Laboratórios Bell, um dos maiores centros de pesquisa aplicada do mundo.

Porto havia se doutorado na Universidade John Hopkins (EUA) e, desde então, cultivava grande interesse pelo efeito Raman. Na época, essa técnica era limitada pela dificuldade na obtenção de uma fonte de luz intensa de uma única cor (monocromática). O brasileiro logo vislumbrou o enorme potencial dos *lasers* para suprir essa lacuna. Usou seu talento de física experimental na melhoria dos equipamentos empregados na espectroscopia Raman e passou a obter resultados com alta qualidade e resolução com amostras sólidas. Seu laboratório, nos Laboratórios Bell, se tornou líder nessa área de pesquisa.

Em 1967, Porto foi trabalhar na Universidade da Califórnia do Sul (EUA) e, cinco anos depois, voltou ao Brasil para ensinar e pesquisar na Universidade Estadual de Campinas. Foi um grande incentivador do grupo de espalhamento de luz do Departamento de Física da UFC, tendo, inclusive, participado da banca examinadora da primeira tese de pós-graduação do departamento, que tratava da aplicação do efeito Raman ao estudo de cristais.

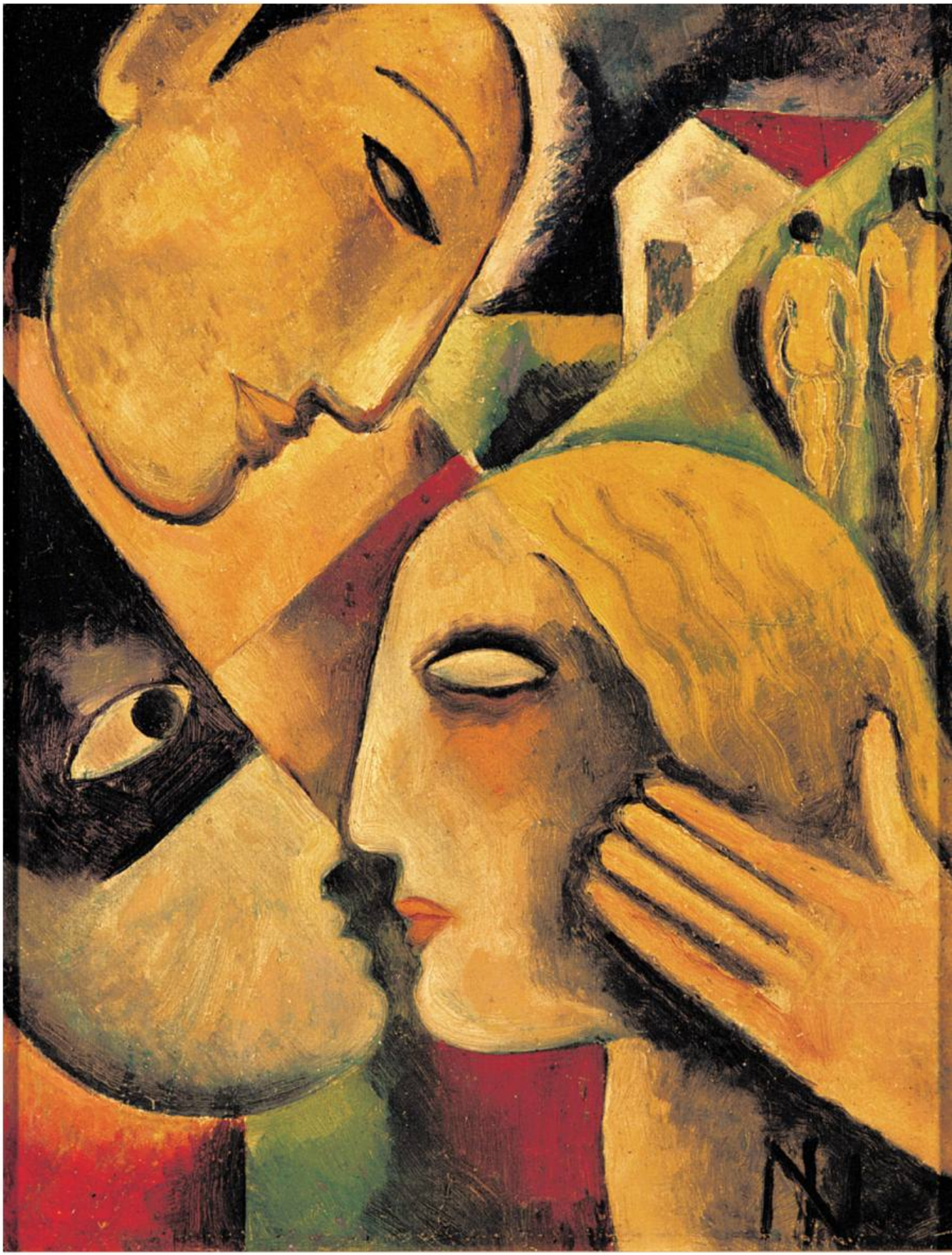
Sugestões para leitura

BASSALO, J. M. F. 'Curiosidades da física'. In: *Seara da Ciência*. Disponível em http://bit.ly/WGTRDJ

LONG, D. A. *The Raman effect: a unified treatment of the theory of Raman scattering by molecules*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 584 p. (2002).

RAMAN, C. V. 'The molecular scattering of light: the color of the sea'. Disponível em http://bit.ly/WGTTvm

GUEDES, I. e MOREIRA, J. E. 'Lasers'. In: *Seara da Ciência*: Disponível em http://bit.ly/WGTOYE



ISMAEL NERY. CABEÇAS. ÓLEO SOBRE CARTÃO. CERCA DE 1928. COLEÇÃO ALDO FRANCO / ARQUIVO PINACOTHEKE CULTURAL

SEXOLOGIA E PSICANÁLISE

A CIÊNCIA E OS ASSUNTOS ÍNTIMOS NO RIO DE JANEIRO DO INÍCIO DO SÉCULO 20

O comportamento íntimo, a educação sexual e os distúrbios associados ao sexo não são temas recentes no Brasil. Nos anos 1920 e 1930, no Rio de Janeiro e em outras cidades, essas questões estavam nos jornais, geravam programas e novelas de rádio, vendiam livros e revistas e eram debatidas em encontros de especialistas. A chegada ao país da teoria psicanalítica e da sexologia abriu as portas para o debate público a respeito da sexualidade e estimulou alguns pioneiros, médicos ou psiquiatras, a divulgar essas novas ideias científicas, enquanto atendiam os 'neurastênicos' em seus consultórios.

Jane Russo
Sérgio Carrara
Instituto de Medicina Social,
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Em 1928, ao publicar *A neurastenia sexual e seu tratamento*, o neurologista Antônio Austregésilo Rodrigues de Lima (1876-1960), professor da Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro, dizia ter escrito o livro devido ao "crescido número de consulentes nervosos, atacados de neurastenia sexual", que vinha tratando em seu consultório. De fato, alguma coisa parecia estar acontecendo com a 'libido nacional'. Nos anos seguintes, a capital da República iria assistir à realização de cursos populares sobre sexologia e a comemorações especiais (como o 'Dia do Sexo'), além de ouvir programas de rádio sobre sexo e acompanhar nos jornais diários notícias sobre campanhas de educação sexual.

No início dos anos 1930, a questão da sexualidade estava em evidência no Brasil, em especial no Rio de Janeiro. O tema tornou-se tão popular que, no carnaval de 1935, o tradicional clube carnavalesco Fenianos levou às ruas um carro alegórico chamado 'A educação sexual'.

Os primeiros sexólogos e psicanalistas logo abririam consultórios, partilhando a clientela que Antônio Austregésilo dizia ser tão numerosa e carente. No Rio de Janeiro da primeira metade do século 20, a nascente sexologia era representada por dois médicos: o gaúcho Hernani de Irajá (1895-1969) e o carioca José de Oliveira Pereira de Albuquerque (1904-1984).

Irajá cursou a faculdade de medicina em Porto Alegre, transferindo-se para o Rio de Janeiro, onde ficou conhecido por extensa produção técnica e literária e por seu talento como pintor. Considerado à época um artista 'moderno', especializou-se em nus femininos, participando de inúmeros salões e exposições. Mantinha ainda um consultório para consultas sexológicas que era divulgado em suas publicações. >>>

Albuquerque formou-se em medicina no Rio de Janeiro e, ao longo dos anos 1930, notabilizou-se por lutar em prol da educação sexual e da institucionalização da andrologia, nova ciência que deveria dedicar-se ao estudo dos problemas sexuais do homem. Fundou dois periódicos especializados: o *Jornal de Andrologia* (1932-1938) e o *Boletim de Educação Sexual* (1933-1939), órgãos oficiais de duas instituições também criadas por ele: o Círculo Brasileiro de Educação Sexual e o Centro Coordenador de Estudos em Andrologia. Entre 1936 e 1938, Albuquerque foi professor da primeira (e ao que parece única) cátedra de clínica andrológica que existiu em uma universidade brasileira – a Universidade do Distrito Federal. Em 1937, candidatou-se a deputado federal com uma "plataforma sexológica". Manteve um consultório especializado no diagnóstico e tratamento da impotência, e lançou no mercado o Venereol, preventivo para as chamadas doenças venéreas.

ISMAEL NERY. *NO MEU CABARÉ*. ÓLEO SOBRE CARTÃO, 1927/ ACERVO ARTÍSTICO-CULTURAL DOS PALÁCIOS DO GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Pioneiros da psicanálise

É importante lembrar que Albuquerque e Irajá nunca pertenceram a quaisquer das prestigiosas academias ou sociedades médicas do país. Diferentemente da sexologia, a psicanálise, doutrina fundada pelo médico austríaco Sigmund Freud (1856-1939), para quem a 'energia sexual' tinha importância crucial, difundia-se entre intelectuais e artistas, e também entre notáveis integrantes da elite psiquiátrica do período. Dois dos psiquiatras brasileiros mais eminentes do início do século – no Rio de Janeiro, Juliano Moreira (1873-1932), e em São Paulo, Francisco Franco da Rocha (1864-1933) – participaram da fundação da primeira Sociedade de Psicanálise Brasileira, em 1927. Além desses, outros psiquiatras de renome se interessaram, utilizando a teoria psicanalítica em trabalhos e conferências.

Entre os primeiros profissionais da psicanálise no país, dois merecem atenção especial: Júlio Pires Porto-Carrero (1887-1937) e Gastão Pereira da Silva (1897-1987). Ambos intitulavam-se psicanalistas e foram os maiores divulgadores da doutrina freudiana no Rio de Janeiro.

Porto-Carrero foi catedrático de Medicina Legal na Faculdade Livre de Direito do Rio de Janeiro. Teve papel bastante ativo nas instituições fundadas no decorrer da Primeira República, como a Associação Brasileira de Educação e a Liga Brasileira de Higiene Mental. Publicou nove livros sobre psicanálise e fez diversas conferências de divulgação da nova doutrina, além de palestras radiofônicas de caráter educativo. Via a teoria psicanalítica como poderoso instrumento para a educação sexual, interesse que compartilhava com José de Albuquerque, a quem apoiava.

Já Pereira da Silva foi um dos mais prolixos divulgadores da psicanálise. Entre 1930 e 1956, escreveu 16 livros sobre o tema, além de romances, biografias, peças de teatro e novelas de rádio. Ao contrário do que aconteceu com Porto-Carrero, Pereira da Silva não obteve prestígio acadêmico ou político. Médico do interior, ele veio para o Rio de Janeiro no final dos anos 1920 e já

em 1931 iniciou sua bem-sucedida trajetória como autor psicanalítico, publicando *Para compreender Freud*. Além dos livros, manteve intensa atividade na imprensa escrita, criando a partir de 1934 as colunas 'Psicanálise dos sonhos' (na revista *Carioca*), 'Página das mães' (na revista *Vamos Ler*) e 'Confidências' (na revista *Seleções Sexuais*).

Manteve por três anos, na Rádio Nacional, o programa 'No mundo dos sonhos', no qual "radiofonizava os sonhos [enviados pelos ouvintes], como se fossem histórias curtas, em *sketchs*, interpretadas pelo *cast* do radio teatro daquela emissora". No mesmo período começou a escrever radionovelas de cunho psicanalítico, e pelo menos 44 histórias de sua autoria foram transmitidas. Criou um curso de psicanálise por correspondência e, ainda nos anos 1930, iniciou sua prática clínica como psicanalista, mantida até os anos 1980, embora nunca tenha ingressado em uma das sociedades de formação 'oficiais' fundadas posteriormente.

A intensa atividade desses quatro personagens – lançando livros, fazendo conferências para o grande público, aparecendo em programas de rádio e escrevendo colunas em revistas populares – demonstra a popularidade que os temas sexológicos e psicanalíticos alcançaram nas primeiras décadas do século 20.

Da tradição para a ciência

O público brasileiro começava de fato a consumir com gosto publicações sobre a sexualidade e seus problemas. Ao ser publicado, no final dos anos 1920, o clássico *A questão sexual*, do psiquiatra e neurologista suíço Auguste Forel (1848-1931), vendeu os três mil exemplares da primeira edição em apenas dois meses. Êxitos editoriais como o desse livro levariam às livrarias da cidade um fluxo crescente de obras sobre sexo.

O livro de Forel foi publicado na coleção 'Biblioteca de Estudos Psicossexuais', da editora Civilização Brasileira. Além dessa editora, outras lançaram, na época, coleções semelhantes. A editora Calvino, por exemplo, organizou várias coleções com temas sexuais nos anos 1930 – 'Cultura Sexual', 'Estudos Sexuais', 'Biblioteca de Divulgação Sexual' e, a partir de 1941, a coleção 'Freud ao Alcance de Todos'. Entre seus autores estavam Gastão Pereira da Silva e José de Albuquerque.

O primeiro título publicado pela editora José Olympio, em 1932, foi *Conheça-te pela psicanálise*, do norte-americano Joseph Ralph. O segundo título contratado pela nova editora, embora não publicado, foi *A moral sexual e felicidade na vida*, do dinamarquês Jorgen Peter Muller (1866-1938). Essas primeiras escolhas de um editor iniciante parecem indicar que essa espécie de 'autoajuda' sexopsicológica era, naquele momento, um investimento seguro. Além do livro de Ralph, três de Gastão Pereira da Silva foram publicados pela José Olympio na coleção 'Obras Educativas'.

Havia editores comprometidos diretamente com o ativismo pró-educação sexual. José de Freitas Bastos, por exemplo, participou do Círculo Brasileiro de Educação Sexual, de José de Albuquerque. Sua editora mantinha a coleção 'Cultura Sexual', na qual publicava livros de Albuquerque e de Irajá.

Os livros dos autores pertencentes à elite médico-psiquiátrica eram publicados em coleções com títulos mais 'respeitáveis'. A editora Guanabara (Koogan-Weissman), por exemplo, lançou trabalhos de Porto-Carrero na coleção 'Biblioteca de Cultura Científica'. Nela não parecia haver lugar para sexólogos militantes como Albuquerque e Irajá, ou para psicanalistas 'selvagens' como Pereira da Silva. Do mesmo modo, a Flores e Mano publicou Porto-Carrero e Antônio Austregésilo na coleção 'Biblioteca de Cultura Médico-psicológica'.

Um dos principais objetivos dos livros publicados em todas essas coleções era divulgar a forma correta de interpretar os próprios conflitos e problemas. Livros, revistas e programas radiofônicos buscavam levar as pessoas a falar sobre seus sentimentos e dúvidas com um especialista. Era ele – e não o padre, os pais ou um amigo – a pessoa indicada a ouvir tais confidências. E o modo como esses especialistas lidavam com as experiências dos clientes (e leitores) colocava em xeque os comportamentos ditados pela tradição. Da educação dos filhos, passando pela virgindade feminina e chegando à sexualidade no casamento, os comportamentos mais íntimos migravam da seara da tradição para a visão supostamente neutra da ciência.

Esse processo, que ainda dava seus primeiros passos, era uma via de mão dupla. De um lado, os especialistas buscavam inculcar novas normas de comportamento. De outro, a elite era movida pelo desejo de se modernizar. E aí temos um casamento que até hoje dá muito pano para manga.

Sugestões para leitura

CARRARA, S. *Tributo a Venus – A luta contra a sífilis no Brasil, da passagem do século aos anos 40* (capítulos 3 e 4). Rio de Janeiro, Editora Fiocruz, 1996.

RUSSO, J. *O mundo psi no Brasil*. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 2002.

CARRARA, S. e RUSSO, J. 'A psicanálise e a sexologia no Rio de Janeiro de entreguerras: entre a ciência e a auto-ajuda', em *História, Ciência, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, v. 9(2), p. 273, maio-agosto de 2002.

A MULTIDIMENSÃO DA DIVERSIDADE

Abelha africanizada (*Apis mellifera*) coletando a resina das gemas de brotação na ponta dos ramos do alecrim-do-campo

A diversidade da vida é muito mais ampla do que se imagina, mas grande parte dessa riqueza pode ser perdida antes que sua importância seja conhecida, por conta da destruição ambiental promovida pela espécie humana. No Brasil, a multiplicidade de valores – culturais, econômicos, sociais e ecológicos – associada a certas plantas nativas, como a carqueja e o alecrim-do-campo, aumenta a relevância de pesquisas com essas e outras espécies, inclusive sobre os efeitos das mudanças climáticas na flora, buscando conhecer melhor e ajudar a conservar a biodiversidade do planeta.

G. Wilson Fernandes
Yumi Oki
Isabela Maria do Nascimento
Camila E. Mendes de Sá
Newton P. U. Barbosa
Laboratório de Ecologia Evolutiva e Biodiversidade (LEEB), Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Minas Gerais
Christiane Contigli
Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec)

A vasta diversidade de seres vivos do planeta, o que inclui a espécie humana, está intrinsecamente vinculada aos recursos naturais. No entanto, esses recursos, moldados por processos ecológicos que ocorrem desde a formação da Terra, há mais de 4,5 bilhões de anos, não são infinitos, e vêm sendo afetados por interferências humanas no ambiente. Desde o início de sua evolução, nossa espécie tem alterado os mecanismos que regem a vida na Terra. Nos últimos dois séculos, em especial, essa conduta catastrófica vem destruindo a diversidade biológica.

As estimativas do número atual de espécies variam de 5 milhões a 100 milhões, dependendo dos critérios usados para o cálculo. Calcula-se que 95% das espécies que já viveram no planeta desapareceram, mas acredita-se que a taxa atual de perdas de espécies (diretas ou indiretas) decorrentes da ação humana seja 50 a 100 vezes superior aos índices de extinção por causas naturais. Em meados do século 20, essa perda acontecia a um ritmo estimado de cerca de uma espécie extinta a cada 13 anos. Hoje, segundo a União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN), desaparecem em torno de 5 mil espécies por ano – ou 14 espécies a cada dia.

No Brasil, que detém a maior diversidade biológica do mundo (abriga entre 15% e 20% do total de espécies conhecidas), cerca de mil espécies de animais e vegetais estão em perigo de extinção, segundo a lista oficial elaborada em 2008 pelo governo. Não se trata apenas da extinção de espécies, mas da quebra das intrincadas redes de interrelações, o que pode provocar desequilíbrios no ambiente. Com isso, perdem-se organismos e conhecimentos, potencialmente úteis para a preservação e conservação ambiental e para a melhoria da qualidade da vida humana. Uma amostra dessa perda é apresentada a seguir: apenas uma espécie vegetal pode fornecer grande variedade de informações e produtos e ainda gerar inúmeros benefícios ao ambiente e aos humanos.

Restauração ambiental

Entre as plantas já pesquisadas pelos estudiosos, espécies do gênero *Baccharis* (como a carqueja e o alecrim-do-campo ou vassourinha), que habitam desde campos abertos até regiões altas e montanhosas, vêm se destacando pelo valor econômico, cultural e social e por suas qualidades – ambientais, medicinais e outras. O grupo dos alecrins e das carquejas abrange mais de 500 espécies, todas das Américas, e mais de 120 delas ocorrem no Brasil.

Muitas espécies de *Baccharis* (por exemplo, *B. dracunculifolia, B. elaeagnoide* e *B. medullosa*) são encontradas nos estágios iniciais do desenvolvimento do cerrado ou da mata atlântica. Estudos em campo e em laboratório comprovaram que algumas dessas espécies apresentam bons resultados no controle da erosão e na restauração de áreas degradadas por atividades de mineração. Por se associarem facilmente a micro-organismos do solo, essas plantas conseguem se estabelecer e se desenvolver rapidamente em áreas com poucos nutrientes. >>>

FOTOLIA X OM

FOTOS DE G. W. FERNANDES

Figura 1. Crescimento do alecrim-do-campo em áreas de restauração ambiental, antes e depois de um ano de plantio dessa espécie

Essa capacidade resulta de características adquiridas por tais plantas durante sua evolução, como dispersão de sementes a longas distâncias, baixa exigência de luz para germinar (as sementes toleram a sombra), alta adaptabilidade aos nutrientes do solo e capacidade de rebrotar após o fogo. Além disso, geram grande biomassa, já que, embora não sejam árvores, o número de indivíduos por área é elevado. Assim, além de cobrirem com rapidez as áreas degradadas, induzem o retorno de herbívoros, predadores e polinizadores ao ambiente restaurado (figura 1), exercendo papel relevante na recuperação ecológica de áreas de cerrado.

Produção de fármacos

Diversas espécies do gênero *Baccharis* são empregadas popularmente para o tratamento de doenças, embora parte dos efeitos terapêuticos atribuídos a tais plantas ainda não tenha comprovação científica. Entre as espécies de maior utilização popular – na forma de chás e infusões – estão a carqueja (*B. trimera*) e o alecrim-do-campo ou vassourinha (*B. dracunculifolia*). A primeira é usada para tratar infertilidade feminina e impotência masculina, distúrbios hepáticos e gastrointestinais, anemia, diabetes, obesidade, gota, reumatismo, úlceras e afecções cutâneas, e ainda contra vermes. Já ao alecrim-do-campo são atribuídos efeitos diuréticos, antimicrobianos, cicatrizantes, tônicos, antirreumáticos, estimulantes, digestivos, antidiarreicos e antiespasmódicos.

Atualmente, no mundo, pesquisas visando à identificação de medicamentos, cosméticos e outros produtos envolvem cerca de 120 espécies do gênero *Baccharis*. Algumas substâncias já isoladas (como os tricotecenos obtidos de *B. coridofolia*, usados como antivirais) confirmam o potencial farmacológico dessas plantas, que também fornecem compostos para a fabricação de perfumes (óleos essenciais de *B. dracunculifolia, B. uncinella, B. genistelloides* e *B. trimera*) e repelentes (terpenoides e flavonoides encontrados em muitas espécies do gênero), entre outros produtos.

Nessa mesma linha, projeto conjunto do Setor de Biotecnologia da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec) e do Instituto Senai de Inovação Cetec-Senai, em parceria com os laboratórios de Ecologia Evolutiva e Biodiversidade e de Biologia Celular e Molecular (da Universidade Federal de Minas Gerais), e com o Laboratório de Biomarcadores de Diagnóstico e Monitoração (do Centro de Pesquisas Renè Rachou, da Fundação Oswaldo Cruz), identificou compostos com propriedades antimicrobianas e antitumorais em extratos e óleos essenciais de três espécies (*B. trimera, B. dracunculifolia* e *B. concinna*) provenientes da serra do Cipó, em Minas Gerais.

Os resultados obtidos em laboratório sugerem que componentes bioquímicos dessas três espécies de *Baccharis* podem inibir a proliferação de determinadas linhagens de células tumorais humanas em cultura. Outros estudos estão sendo realizados para confirmar se esse potencial de inibição é seletivo, ou seja, se a ação ocorre apenas em células transformadas e não em células normais. Alguns extratos apresentaram ainda grande potencial de estímulo à proliferação celular no laboratório, e novas pesquisas vêm tentando verificar se eles atuam preferencialmente em certos tipos celulares, como células-tronco ou células de tecidos com capacidade regenerativa, para os quais tal potencial seria realmente desejável.

Outro efeito das três espécies que vem sendo investigado é a capacidade de seus óleos essenciais de matar bactérias ou reduzir a atuação destas. Alguns testes indicaram atividade inibitória sobre o crescimento de colônias de três bactérias, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* e *Escherichia coli*, comumente envolvidas em infecções alimentares, entre outras doenças.

O próximo passo será identificar quimicamente esses componentes de interesse, compará-los com substâncias bioativas já conhecidas e estudar seus mecanismos de ação. O objetivo é o futuro desenvolvimento de drogas antitumorais seletivas e com menores efeitos colaterais, de produtos farmacêuticos ou cosméticos com ação regeneradora e cicatrizante, de antibióticos ou de conservantes para alimentos.

Serviços ambientais

As espécies do gênero *Baccharis* apresentam importantes associações ecológicas tanto com animais quanto com micro-organismos. Uma das interações mais conhecidas é a relação entre o alecrim-do-campo e a abelha africanizada (*Apis mellifera*). Essa abelha coleta a resina das gemas principais de brotação da planta e a usa para produzir, na colmeia, uma camada resinosa conhecida como própolis verde. Essa camada, com propriedades antimicrobianas, protege a colmeia de micro-organismos patogênicos, o que aumenta a longevidade da colônia. Também favorece a produção de mel de elevada qualidade, sem o uso de aditivos químicos, o que evita restrições pelo mercado consumidor, inclusive internacional.

A própolis, graças aos efeitos antissépticos, anti-inflamatórios e cicatrizantes, é bastante estudada, sendo usada hoje, principalmente, pela indústrias de cosméticos e medicamentos. Entre as substâncias químicas isoladas da própolis verde proveniente do alecrim-do-campo destacam-se flavonoides, fenilpropanoides, ácidos fenólicos e óleos essenciais – alguns dos efeitos biológicos já descritos têm sido atribuídos a esses compostos.

O Brasil exporta aproximadamente 75% da própolis que produz, e os Estados Unidos são o maior comprador. O preço da própolis varia, no mercado interno, entre R$ 20 e R$ 100 por quilo, dependendo da origem e da qualidade. Isso corresponde ao valor aproximado de 2,5 kg de mel (R$ 15 a R$ 40/kg). Portanto, a própolis gera uma renda duas vezes maior que a do mel.

Outra interação das espécies de *Baccharis* que ganhou destaque recentemente é a que ocorre entre essas plantas e fungos que vivem dentro dos tecidos vegetais (endofíticos). Esses fungos não causam danos às plantas hospedeiras e podem até melhorar seu desenvolvimento e sua sobrevivência (figura 2). Os fungos endofíticos podem produzir diversos compostos, entre eles enzimas digestivas, hormônios e até substâncias tóxicas. Por produzirem substâncias de grande relevância na medicina e na agricultura, alguns desses organismos têm amplo uso na indústria.

Talvez o melhor exemplo seja o paclitaxel, usado desde o início dos anos 1990 em medicamento para câncer de mama e de útero. De início, a substância era extraída do teixo (*Taxus brevifolia*), árvore norte-americana de crescimento lento, do mesmo grupo dos pinheiros. Anos depois, estudos revelaram que o fungo endofítico (*Taxomyces andreanae*) do teixo produzia paclitaxel em cultura, o que tornou desnecessário extrair o composto da planta e reduziu o custo de produção.

Da planta mio-mio-do-banhado (*B. megapotamica*), por exemplo, foram obtidas substâncias com propriedades antibióticas, como os tricotecenos, também produzidas por fungos endofíticos. Pesquisas recentes revelam que alguns fungos desse tipo obtidos de *B. dracunculifolia* mostram propriedades antipatogênicas e repelentes e produzem os mesmos grupos de substâncias (triterpenoides) da planta hospedeira. Assim, pode ser mais viável, para a produção em larga escala de compostos de interesse comercial, o isolamento e cultivo desses micro-organismos. >>>

Figura 2. Fungos que vivem dentro dos tecidos do alecrim-do-campo podem produzir substâncias com aplicação potencial em diferentes produtos (nos detalhes, culturas dos fungos em laboratório)

FOTOS DE Y. OK

Figura 3. No alto, câmaras que simulam diferentes concentrações de CO_2 no ambiente, chamadas de câmaras de topo aberto, são usadas, na Universidade Federal de Minas Gerais, para avaliar alterações no alecrim-do-campo causadas por mudanças no teor de CO_2 na atmosfera. As imagens menores mostram a parte aérea da planta (A) e as raízes (B) nas condições atuais (360 ppm), e a parte aérea (C) e raízes (D) em simulação com teor de CO_2 duplicado (720 ppm)

Termômetros de mudanças

As consequências do aumento das concentrações de gás carbônico (CO_2) na atmosfera e seus impactos no aquecimento global vêm sendo amplamente discutidos. No entanto, o conhecimento que orienta as tomadas de decisão e ações nesse campo ainda é carente de estudos realizados em sistemas tropicais.

Nesse contexto, nosso grupo de pesquisa investiga os efeitos que os maiores teores de CO_2 na atmosfera teriam sobre o alecrim-do-campo, simulando o fenômeno em câmaras experimentais (figura 3). Esses estudos vêm demonstrando que a espécie sofre pronunciadas alterações em suas respostas fisiológicas e nas interações com fungos endofíticos quando submetida a altas concentrações de CO_2 nas câmaras (720 partes por milhão – o dobro da concentração da atmosfera atual).

No ambiente com alta concentração de CO_2, o alecrim-do-campo apresentou maior altura, mais ramos e folhas além de caules e raízes mais espessos e pesados. Essas alterações podem dar à planta vantagens na colonização de um ambiente, porque aumentam a captação de nutrientes do solo e aceleram o desenvolvimento vegetal. Portanto, no futuro, com a concentração de CO_2 aumentada, *B. dracunculifolia* – e outras espécies com características semelhantes – podem ser favorecidas na invasão de outros ambientes, tendo maior sucesso na ocupação do solo e até na expulsão de outras espécies, a partir da competição por água, nutrientes, luz e espaço.

Prevê-se, ainda, que a mudança na atmosfera levará ao aumento da produção, pelas plantas, de substâncias à base de carbono, causando a 'diluição' de proteínas vegetais e aumentando a dureza das folhas. Isso pode dificultar o consumo das folhas por insetos que necessitam de proteínas vegetais para sobreviver, afetando seu desenvolvimento e sobrevivência. Esses efeitos podem alterar a cadeia alimentar e, em consequência, reduzir a diversidade.

A elevação do teor atmosférico de CO_2 influencia também a composição da comunidade de fungos endofíticos do alecrim-do-campo. Algumas espécies desses fungos desaparecem e outras, não observadas anteriormente, passam a colonizar as plantas crescidas em ambiente com mais CO_2. Embora a interação entre as plantas e esses fungos pareça ser restrita, as mudanças na comunidade destes poderão afetar o crescimento e a sobrevivência vegetal.

A diversidade, portanto, vai além do que podemos ver de prontidão. No exemplo descrito aqui, apenas uma espécie – o alecrim-do-campo – exibe uma multidimensão de valores, em campos distintos: cultura, medicina, economia, restauração ambiental, relações ecológicas e biodiversidade. Esse mesmo panorama inclui inúmeras espécies nativas e endêmicas que podem desaparecer sem termos conhecimento de sua importância, principalmente para a manutenção da biodiversidade do planeta. CH

Sugestões para leitura

FERNANDES, G. W.; CARNEIRO, M. A. A.; LARA, A. C. F.; ALLAIN, L. R.; ANDRADE, G. I.; JULIÃO, G. R.; REIS, T. R. e SILVA, I. M. 'Galling insects on neotropical species of *Baccharis* (Asteraceae)', em *Tropical Zoology*, v. 9(2), p. 315, 1996.

JARVIS, B. B.; MIDIWO, J. O.; BEAN, G. A.; ABOUL-NASR, M. B. e BARNOS, C. S. 'The mystery of trichothecene antibiotics in *Baccharis species*', em *Journal of Natural Products*, v. 51(4), p. 736, 1998.

PARK, Y. K.; PAREDES-GUZMAN, J. F.; AGUIAR, C. L.; ALENCAR, S. M. e FUJIWARA, F. Y. 'Chemical constituents in *Baccharis dracunculifolia* as the main botanical origin of southeastern Brazilian propolis', em *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 52 (5), p. 1.100, 2004.

FOTO CICERO RODRIGUES

DAS COLEÇÕES AOS MUSEUS

A exibição pública foi justamente um traço importante na transição dos gabinetes que reuniam coleções e 'curiosidades' para os antepassados dos museus

O empenho em reunir objetos conforme certos critérios remonta à aurora dos tempos, parecendo próprio à condição humana. Houve colecionadores famosos no mundo antigo, como Plínio o Moço, em Roma, e na Idade Média, como Suger, abade de Saint-Denis, na França do século 12. Mas foi no Renascimento que as coleções começaram a se parecer mais com o que hoje se conhece, na forma do *studiolo* dos humanistas italianos, o acúmulo de obras artísticas servindo de estímulo à criatividade de pintores, escultores e letrados.

Seus proprietários reuniam os objetos conforme lógicas próprias, ou 'programas iconográficos'. No século 15, na Itália, Federico de Montefeltro, senhor de Urbino e dono de extraordinária biblioteca, reuniu em seu *studiolo* representações de homens ilustres, antigos ou seus contemporâneos. Entre os colecionadores mais famosos estão as famílias Médici, de Florença, e Este, de Ferrara, onde, em fins do século 15, Isabel d'Este despontou como a primeira mulher a reunir uma coleção. Gabinetes de humanistas e de cortesãos, contudo, exibiam diferenças marcantes, uns destinados a incitar o estudo e a reflexão, outros a suscitar o orgulho e reforçar o prestígio de seus proprietários, que os exibiam a um público mais ou menos restrito.

A exibição pública foi justamente um traço importante na transição desses gabinetes, que reuniam coleções e 'curiosidades', para os antepassados dos museus propriamente ditos. Na Roma Pontifícia, o colecionismo de antiguidades cresceu de modo acentuado, vez por outra os colecionadores lançando mão dos vestígios do passado abundantes naquele espaço urbano. Ao mesmo tempo, em reação à pilhagem, desenvolvia-se ali o sentimento de proteção do patrimônio arqueológico.

Em *Il museo nella storia*, a museóloga italiana Maria Teresa Fiorio ensina ter sido fundamental a atuação do papa Sixto IV que, em 1471, doou ao povo romano quatro célebres esculturas de bronze – entre as quais a *Loba* e a colossal *Cabeça de Constantino* – até então situadas diante da igreja de São João de Latrão e representativas da união entre a Roma dos imperadores e a dos Papas. Ao fazê-lo, determinando que ficassem a partir de então à vista de todos, na área externa ao Palazzo dei Conservatori, Sixto IV afirmava o princípio do usufruto público das obras de arte e abria caminho para a futura criação dos Museus Capitolinos, em 1734.

Muitos desses gabinetes não eram apenas artísticos, mas também literários (abrigando raridades bibliográficas) e científicos (ostentando espécimes do mundo natural). Ao longo do século 17, seu uso público foi se insinuando: em 1609, o cardeal Frederico Borromeu inaugurou em Milão a Biblioteca Ambrosiana e, fato praticamente inédito, franqueou-a à consulta pública; e data de 1683 aquele que é considerado o primeiro museu público da Europa: o Museu Ashmolean, de Oxford, na Inglaterra.

Durante o Iluminismo, no século 18, coleções antigas, muitas delas reais, foram se fundindo e classificando, conforme ditava o espírito da época. Na Espanha, na Prússia, na Áustria e na Saxônia, as monarquias se empenharam na organização dos seus acervos, que alardeavam a grandeza das dinastias e, no caso daquele reunido no Museu Britânico, do Parlamento. Era inclusive para louvar tal poder político que, em certos dias da semana, abriam-se à visitação dos simples mortais.

A França percorreu caminho diverso. As coleções reais concentravam-se em Versalhes, inacessíveis ao público, e as Academias controlavam o sistema artístico, organizando salões anuais, enquanto vozes isoladas clamavam pela abertura de galerias e por iniciativas que propiciassem exposições. Com a Revolução e as guerras que se seguiram, varrendo a Europa, os sucessivos governos, mas sobretudo os de Napoleão Bonaparte, desenvolveram um sistema racional de pilhagem que fez confluir para o Louvre parte significativa das obras de arte reunidas, ao longo dos séculos, nos países submetidos. Consagrava-se o colecionismo de Estado com os frutos produzidos pelo colecionismo aristocrático dos séculos anteriores. CH

LAURA DE MELLO E SOUZA
Departamento de História,
Universidade de São Paulo

FOTO ARTUR ANTUNES

Parte das folhas do caraguatá torna-se avermelhada cerca de uma semana antes da floração

DOMESTICAÇÃO À VISTA

Uso sustentável de bromélia pode ser alternativa econômica para comunidade de Santa Catarina

Tudo indica que o caraguatá (*Bromelia antiacantha*), planta pouco conhecida comercialmente, esteja passando por um processo de domesticação no planalto norte-catarinense. A constatação é da bióloga Samantha Filippon, que, em tese de doutorado defendida na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), estudou o uso da espécie por moradores de Campininha, no município de Três Barras (SC). O emprego e o manejo da planta estão ligados à história da comunidade, que poderá encontrar nessa atividade uma importante fonte alternativa de renda.

Também conhecido como gravatá ou banana-do-mato, o caraguatá é nativo da mata atlântica e ocorre principalmente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (ver '*Bromelia antiacantha*'). Filippon, que deu continuidade a estudos iniciados em seu mestrado, procurou verificar de que forma a planta tem sido utilizada pela comunidade, de modo a dar subsídios ao seu aproveitamento sustentável.

Segundo a bióloga, essa bromélia tem grande potencial de domesticação, graças sobretudo ao fato de ela se desenvolver rapidamente em diversos ambientes, desde áreas de floresta secundária até capoeiras. Além disso, pode ser usada com diferentes finalidades, como, por exemplo, na construção de cercas vivas e, uma vez que produz frutos, na alimentação.

Estudos feitos em 2008 e 2012 em áreas da Floresta Nacional de Três Barras mostraram que a comunidade de Campininha já faz manejo do caraguatá em um processo semelhante ao de domesticação, porém de modo inconsciente – a domesticação propriamente dita é intencional. Segundo a pesquisadora da UFSC, esse processo pode resultar da domesticação da paisagem em geral. Uma população vegetal pode ser considerada selvagem, semidomesticada, domes-

FOTO SAMANTHA FILIPPON

Acima, 'cabeças' de caraguatá (como chamam os agricultores), das quais é retirado o palmito (abaixo)

FOTO ARTUR BATTISTI

Início do aparecimento de uma flor de caraguatá

FOTO SAMANTHA FILIPPON

Floração do caraguatá

Bromelia antiacantha

De hábito terrestre, o caraguatá pode chegar a 2 m de altura. A espécie tem caules curtos e espessos, folhas longas com espinhos e frutos grandes, doces ou ácidos. A floração é anual, com início em dezembro e término entre o final de janeiro e início de fevereiro. De maio a julho ocorre a frutificação. Na natureza, desenvolve-se principalmente em solos úmidos da floresta, da restinga e da vegetação secundária.

FOTO SAMANTHA FILIPPON

Frutos maduros de caraguatá

ticada, entre outras classificações, de acordo com o grau de seleção, modificação e dependência da espécie em relação ao homem.

A comunidade de Campininha participa de um projeto de uso sustentável de recursos florestais não madeiráveis, coordenado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. De acordo com a bióloga da UFSC, qualquer forma de manejo sustentável exige estudos aprofundados. Ela explica que, no caso da bromélia *B. antiacantha*, há pesquisas em andamento sobre ecologia, dinâmica de populações e diversidade genética. No que diz respeito a estudos de mercado, existem por enquanto apenas observações preliminares.

USOS Em sua pesquisa, Filippon identificou que o caraguatá tem três usos principais: como alimento, a partir da extração de um tipo de palmito da base de suas folhas; na produção de um xarope expectorante com os frutos maduros; e como cerca viva – prática já adotada há mais de um século. Por causa do baixo custo, da fácil manutenção, da rapidez com que cresce e de seus espinhos, a espécie é ideal para esse tipo de aplicação.

Antigamente, as cercas vivas eram utilizadas para delimitar áreas destinadas à criação de animais. Hoje, embora poucas pessoas criem animais dessa forma, esse tipo de cerca persiste. No passado, as folhas vermelhas da época da floração (brácteas) eram usadas como enfeites de Natal; já os frutos têm potencial para a fabricação de licores e geleias.

Filippon relata que um levantamento feito recentemente na comunidade de Campininha apontou um início de consolidação do comércio de caraguatá. Segundo ela, a venda – em cachos ou pacotes de 100g (o equivalente a quatro frutos) – é feita principalmente em bancas de produtos medicinais de mercados públicos e feiras. Em menor ocorrência, mudas são ofertadas pela internet, com o apelo "planta frutífera nativa rara".

MARINA SEQUINEL | ESPECIAL PARA *CIÊNCIA HOJE* | PR

MÚSCULO ARTIFICIAL

Fibra retorcida de nanotubo de carbono e parafina é 90 vezes mais forte que a muscular

FOTO UNIVERSITY OF TEXAS AT DALLAS

Um material feito com nanoturbos de carbono e parafina pode vir a ser usado no futuro como músculo artificial

Um material artificial leve, forte e resistente, que pode no futuro servir como atuador (uma espécie de mecanismo muscular) em uma série de dispositivos, que vão desde armaduras robóticas até nanorrobôs. Essa é a fibra desenvolvida numa colaboração internacional que envolveu as universidades estaduais Paulista (*campus* Bauru) e de Campinas (Unicamp), bem como a Universidade do Texas (UT), em Dallas (Estados Unidos), além de pesquisadores australianos, canadenses, coreanos e chineses. O trabalho foi publicado na edição de 16 de novembro último da revista científica norte-americana *Science*.

A fibra desenvolvida pelos pesquisadores é composta de bilhões de nanotubos de carbono, estrutura que tem em média 200 µm (micrômetros) de comprimento e apenas 10 nm (nanômetros) de diâmetro (1 µm e 1 nm correspondem a 1 milionésimo e a 1 bilionésimo de metro, respectivamente). Devido a características próprias desses nanotubos, quando recebem um estímulo energético – elétrico, luminoso ou térmico –, eles se contraem. "Mas essa contração é muito pequena. Por isso, aplicamos um grau de torção na fibra e amplificamos esse grau de contração", explica o engenheiro Márcio Dias Lima, pós-doutorando no Instituto de Nanotecnologia da UT e um dos principais autores do artigo.

Lima conta que a grande descoberta do trabalho foi usar uma cera empregada em velas – no caso, a parafina – para amplificar esse potencial de contração. No primeiro experimento, os pesquisadores derreteram uma vela em cima da fibra de nanotubos para fazer com que a parafina se infiltrasse entre eles. "Quando aumentamos a temperatura, a cera se expande e aumenta o diâmetro da fibra, intensificando a contração. Ao esfriar, o processo se reverte", conta o engenheiro.

Como resultado, a fibra de nanotubos de carbono é capaz de se contrair em até 10% de seu comprimento. Comparada ao músculo humano, que tem contração de 25%, a versão artificial é 400 vezes mais forte para uma mesma massa de material. Ou seja, se uma fibra de músculo humano com 7 mm de diâmetro ergue 1 kg, a mesma fibra de nanotubos de carbono consegue erguer 400 kg.

MICRO E MACRO Segundo Lima, as possíveis aplicações para o músculo artificial vão da micro à macrorrobótica. No plano nanoscópico, o material poderia auxiliar nanorrobôs injetados no corpo humano a se locomoverem e cumprirem suas funções. A fibra poderia ainda ser utilizada em uma série de válvulas empregadas nos carros modernos, permitindo que estes se tornem mais leves e, assim, gastem menos combustível. Finalmente, poderia também atuar como músculos nos exoesqueletos em desenvolvimento pelas forças armadas norte-americanas. Esses dispositivos são como armaduras vazadas que permitem ao seu usuário carregar pesos que de outra maneira não conseguiria.

"Há aplicações domésticas também, como persianas que se fecham quando fica muito quente ou tecidos inteligentes, cujos poros variam de tamanho de acordo com a temperatura", ilustra o engenheiro. Mas tudo isso depende de acordos com companhias privadas que possam aumentar a produção. "O principal problema é a fabricação dos nanotubos. Eles podem ser produzidos a partir de gás natural, mas ainda não há um processo que faça isso em larga escala", revela Lima, cujos próximos passos são aumentar a eficiência energética e resistência mecânica da fibra, além de projetar atuadores que sejam biologicamente compatíveis.

FRED FURTADO | *CIÊNCIA HOJE* | RJ

PROTEÍNA DO LEITE COM FERRO

Suplemento alimentar que aumenta absorção desse nutriente pode ajudar no combate à anemia

Como suprir a carência de ferro no organismo, responsável por 50% dos casos de anemia no mundo? Um suplemento alimentar feito com a proteína de soro de leite pode ser uma das soluções. Esta é a proposta da bióloga Maria Teresa Bertoldo-Pacheco, do Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital), que aponta como uma das causas da anemia o baixo aproveitamento do ferro presente em produtos alimentares.

As maiores vítimas da anemia ferropriva (anemia por deficiência de ferro) são crianças abaixo de cinco anos e mulheres em fase fértil. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), mais de 2 bilhões de pessoas no mundo sofrem de anemia. No Brasil, a OMS estima que 21% das crianças e 43% das mulheres gestantes têm carência de ferro.

Com o objetivo de criar um suplemento para aumentar a biodisponibilidade do ferro, ou seja, sua capacidade de absorção pelo organismo, Bertoldo-Pacheco testou proteínas de soro de leite e leveduras de cana-de-açúcar. Além do custo baixo e facilidade de obtenção, essas matérias-primas permitem aproveitar resíduos da indústria alimentícia. Apesar da levedura da cana-de-açúcar ser mais abundante, o soro de leite se mostrou mais vantajoso: "Os peptídeos da proteína do soro do leite, por sua composição química, são mais digeríveis e de fácil absorção. Nos testes com o ferro, chegaram a dobrar a absorção do nutriente", revela.

Para avaliar o potencial dessas matérias-primas alimentares, Bertoldo-Pacheco quebrou as proteínas usando seis enzimas – as proteínas do soro do leite foram submetidas à ação de três enzimas diferentes, e as de levedura à ação de outras três. Em seguida, fez um processo de ultrafiltragem com o uso de uma membrana sintética para obter fragmentos de proteína de pequeno tamanho. O objetivo era conseguir pequenas sequências peptídicas, contendo de cinco a sete aminoácidos, que promovessem a quelação do ferro (formação de um complexo por ligação de um íon metálico a uma cadeia orgânica). "O ferro deve estar quelado para permanecer solúvel e não reagir com outro elemento da matriz alimentar. Desse modo, ele é transportado até a membrana do intestino para absorção", diz a pesquisadora.

Os peptídeos com capacidade quelante foram enviados ao Centro de Investigación de Alimentos, em Madri, instituição parceira do Ital, para sequenciamento (determinação da ordem dos aminoácidos). A análise mostrou quais aminoácidos presentes nos peptídeos são responsáveis pela quelação do ferro.

PRÓXIMOS PASSOS A bióloga iniciou os testes há quatro anos, analisando os possíveis métodos para realizar a quelação e o comportamento dos íons de ferro quelados em diferentes condições. Ela estima que mais cinco serão necessários até que o produto possa ser comercializado.

Atualmente, a equipe está preparando artigos científicos com os resultados obtidos para publicação em revistas internacionais.

O próximo passo será incorporar os peptídeos quelantes de ferro a alimentos como cereais matinais, alimentos infantis e bebidas com vitamina C para analisar seu desempenho numa matriz complexa. "Planejamos fazer testes com células da mucosa intestinal para simular a digestão humana e testar a absorção dos compostos. Em seguida, serão realizados testes em humanos", complementa.

A pesquisadora acredita que o uso de suplemento à base de uma proteína alimentar produzirá melhores resultados do que a administração de sulfato ferroso, procedimento comumente receitado a pessoas com deficiência de ferro de moderada a grave. "É um veículo mais seguro para esse micronutriente e não produz efeitos colaterais", diz.

CAMILLE DORNELLES | *CIÊNCIA HOJE* | RJ

QUESTIONANDO O PATRIARCADO

Mulheres da elite rural baiana tinham mais poder na virada do século 19 para o 20 do que se acredita hoje

É comum acreditar que as mulheres brasileiras, especialmente nas áreas rurais do final do século 19 e início do 20, tinham um papel submisso tanto nas famílias quanto na sociedade. No entanto, pesquisa realizada na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) mostra que, pelo menos no sertão baiano, essa imagem é equivocada. A análise de parte do acervo de 1.500 cartas de Celsina Teixeira Ladeia (1887-1979), irmã do educador Anísio Teixeira (1900-1971), revelam uma mulher de participação ativa na vida, nos negócios e na política local.

A pesquisa, que resultou no livro *Mulheres e poder no alto sertão da Bahia* (editora Alameda), começou em 2002, quando o historiador Marcos Profeta Ribeiro se tornou o organizador do acervo documental da família do coronel Deocleciano Pires Teixeira, que incluía cerca de 10 mil correspondências pessoais de vários familiares, incluindo Celsina. "Foi esse material que me fez perceber que as mulheres tinham participação nos negócios", conta Ribeiro, cujo estudo se transformou na sua tese de mestrado, defendida pela PUC-SP. Ele conta que se concentrou em Celsina por sua história ser mais emblemática. "Ela teve uma vida mais difícil, devido à morte do marido e do único filho", acrescenta.

Celsina era filha do coronel Deocleciano Pires Teixeira, chefe político de Caetité (BA), e de Ana Spínola Teixeira. Durante boa parte de sua vida, manteve uma grande atividade de correspondência, com a primeira carta sendo escrita aos 14 anos, em 1901, e a última em meados da década de 1960. O trabalho de Ribeiro focou a correspondência produzida entre 1901 e 1927. "Ao fim desse período, Celsina sofreu uma crise depressiva por conta da doença e morte do marido, bem como do início do distúrbio mental do filho", relata o historiador.

As cartas de Celsina Teixeira Ladeia revelam uma mulher de participação ativa na vida, nos negócios e na política local

FOTO ARQUIVO PÚBLICO MUNICIPAL DE CAETITÉ (APMC), FUNDO FAMÍLIA DEOCLECIANO PIRES TEIXEIRA

MICROPODERES As cartas mostram que Celsina controlava a contabilidade, lidava com os empregados, e administrava o comércio do gado e investimentos. Segundo Ribeiro, embora Celsina tenha se destacado mais, a análise das correspondências revela que esse comportamento era comum não só na família Teixeira. "As mulheres da região tinham micropoderes: a partir de suas interações familiares e citadinas, eram capazes de influenciar tomadas de decisões e articular questões políticas, como, por exemplo, alianças entre famílias por meio de casamentos", explica o historiador.

Além de levar ao questionamento da crença no patriarcado, o material permite fazer uma associação entre o cotidiano da época e o contexto global. Em 1901, o sertão baiano estava numa fase de transição entre a economia escravista e a assalariada, além de enfrentar uma grande seca. "As cartas mostram como esses fatos são percebidos pelos autores", observa Ribeiro.

O historiador também vê outras possibilidades de pesquisa. "A historiografia baiana é muito centrada no litoral – o sertão está sendo descoberto agora, por meio de pesquisas recentes", diz, completando que essa era uma região muito articulada. "Há registro de diversas rotas de comércio que ligavam o alto sertão baiano a outras regiões brasileiras". Para o doutorado, Ribeiro quer expandir a análise das cartas e estudar outras figuras, como a mãe de Celsina, que seria um exemplo de articuladora política – embora inserida no ambiente familiar, suas ações não se restringiam a ele. "Também vamos pesquisar outros acervos, como o do Barão de Caitité, que era avô do marido de Celsina", conclui.

FRED FURTADO | *CIÊNCIA HOJE* | RJ

DE ONDE MENOS SE ESPERA

Substância da glândula salivar do carrapato é usada contra o câncer

Muita gente sente arrepios só de pensar nele, o carrapato. O pequeno aracnídeo sugador de sangue, no entanto, é fonte de uma substância que pode vir a ser celebrada. Nas glândulas salivares do animal, pesquisadores do Instituto Butantan, em São Paulo, encontraram uma proteína que tem mostrado em laboratório bons resultados no combate a diversos tipos de câncer, como o de mama, pele, rim e pâncreas.

Os pesquisadores brasileiros estudavam substâncias anticoagulantes da saliva do carrapato-estrela (*Amblyomma cajennense*) quando tiveram a ideia de testá-las em tumores. Isso porque estudos anteriores já apontavam que substâncias similares encontradas em nosso corpo tinham importante papel no controle da proliferação indevida de células, que é justamente o que provoca os tumores.

A equipe liderada pela bioquímica Ana Marisa Chudzinski-Tavassi vasculhou mais de 2 mil genes do carrapato em busca do gene que produzia a proteína anticoagulante desejada para teste. Achado o gene certo, ele foi introduzido no DNA de uma bactéria para que ela passasse a produzir a substância em maior escala.

Com o controle do processo de produção da substância, os pesquisadores fizeram testes em células de tumores e em animais. Todos os experimentos mostraram que a proteína anticoagulante tem a capacidade de matar as células cancerosas de um organismo sem afetar as células sadias. Camundongos que receberam injeções da substância mostraram regressão completa de tumores em 42 dias.

CHRISTOPHER PADDOCK/WIKIMEDIA COMMONS

Com um gene do carrapato-estrela, os pesquisadores produzem a substância que tem mostrado bons resultados contra tumores

"Estamos perto de ter o primeiro antitumoral brasileiro", diz Chudzinski-Tavassi. "E isso seria um passo importante para aumentar a sobrevida de pacientes com câncer, pois enquanto a quimioterapia convencional mata as células cancerosas e também as saudáveis, essa substância tem a vantagem de atacar somente as células de tumor."

O laboratório de Chudzinski-Tavassi no Butantan consegue produzir cerca de 75 litros da proteína antitumoral a cada dois meses, o suficiente para dar continuidade aos testes em animais. No momento, a equipe da pesquisadora conduz mais experimentos para ver se a substância pode apresentar algum efeito colateral e para determinar as doses que poderão ser usadas em humanos. Passada essa etapa, dentro de aproximadamente um ano, deverão começar os testes clínicos da substância, com humanos.

Chudzinski-Tavassi destaca que a pesquisa pode oferecer mais recursos para tratar cânceres agressivos, como o de pâncreas. "Hoje, o tratamento para câncer de pâncreas é cirúrgico e só quando o tumor é descoberto no início é que o sucesso do tratamento pode ser obtido; se criarmos um medicamento que tenha como base a substância recém-descoberta, a sobrevida desses pacientes pode ser muito maior."

O oncologista Andre Sasse, coordenador do Centro de Evidência em Oncologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), acredita que a pesquisa é um avanço na área das chamadas terapias-alvo, que usam agentes seletivos que atacam apenas o câncer. "Esta nova molécula é significativa para o desenvolvimento científico brasileiro", diz. "Acredito que em um futuro próximo os medicamentos quimioterápicos ficarão mais inteligentes e com menos efeitos colaterais e essa pesquisa segue esse caminho."

SOFIA MOUTINHO | *CIÊNCIA HOJE* | RJ

TODOS GANHAM

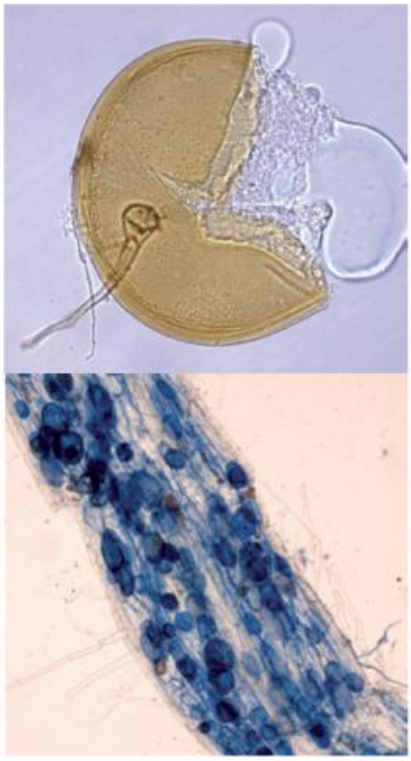
Fungos podem reduzir o uso de fertilizantes químicos

Além do alto custo e do impacto ambiental, o uso de fertilizantes fosfatados na agricultura tem outro sério problema: o risco de um dia extinguir as fontes de rocha fosfática, recurso mineral não renovável a partir das quais são produzidos. Para evitar esse cenário, que prejudicaria a produção de alimentos, pesquisadores de Santa Catarina estudam a utilização dos chamados fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) como alternativa aos fertilizantes. Associados às raízes, eles aumentam a capacidade da planta de absorver fósforo, nitrogênio e outros nutrientes do solo.

"Não há danos fisiológicos ou estruturais à planta, pois trata-se de uma simbiose mutualística, ou seja, uma associação em que ambas as partes ganham", explica o biólogo Sidney Stürmer, do Laboratório de Micorriza da Universidade Regional de Blumenau (Furb). Uma vez instalado na região do córtex da raiz, o fungo projeta suas hifas como uma extensão do sistema radicular da planta, auxiliando-a na absorção de água e de macro e micronutrientes do solo. Em contrapartida, irá receber carboidratos da planta para sobreviver e crescer.

Esse processo já ocorre naturalmente. Agora, a equipe coordenada por Stürmer pretende desenvolver uma substância inoculante com FMAs para potencializar a associação. "Com a aplicação, pode-se reduzir a quantidade de fertilizante químico em plantações", explica. Os pesquisadores esperam poder usar o inoculante também em espécies arbóreas nativas de Santa Catarina, para fins de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas.

O fósforo é um dos três macronutrientes primários das plantas, juntamente com o nitrogênio e o potássio, e o que é absorvido em menores quantidades pela raiz. É essencial para o crescimento vegetal por estar presente em processos como fotossíntese, respiração e armazenamento e transferência de energia. Estudos realizados em diferentes regiões do país já demonstraram a eficácia da inoculação com FMAs em plantios de café, milho e soja, entre outras culturas.



FOTOS SIDNEY STÜRMER / LABORATÓRIO DE MICORRIZA DA FURB

Acima, esporo do fungo *Gigaspora albida*, uma das espécies utilizadas para auxiliar plantas a retirarem fósforo e outros nutrientes do solo. Abaixo, raiz de braquiária (gramínea comum no Brasil) inoculada com fungo micorrízico

TESTES Até 2015, serão testadas seis espécies de fungos, todas já em cultura pura na Coleção Internacional de Culturas de *Glomeromycota*, abrigada na Furb (www.furb.br/cicg): *Acaulospora morrowiae*, *Acaulospora colombiana*, *Gigaspora albida*, *Scutellospora heterogama*, *Rhizophagus clarus* e *Claroideoglomus etunicatus*. Por serem realizados no planalto catarinense, os experimentos envolvem plantações tipicamente locais, como de maçã, uva e cebola.

"Queremos encontrar o fungo ideal para cada tipo de planta", diz Stürmer. "Pode haver espécies que trabalhem juntas de forma mais eficiente." Depois de caracterizados morfológica e fisiologicamente, os fungos são multiplicados e aplicados, em diferentes formulações, nas raízes das plantas. Os testes são feitos em estufas, em condições controladas, e, posteriormente, em campo. Além do biólogo da Furb, participam do projeto pesquisadores das universidades Federal de Santa Catarina (UFSC) e do Estado de Santa Catarina (Udesc) e da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri).

Inoculantes feitos a partir de fungos micorrízicos começaram a ser estudados na década de 1960 na Inglaterra. No Brasil, apesar de haver pesquisas na área há quase 40 anos, o uso dessas substâncias ainda é incipiente, segundo Stürmer. Para ele, entre os motivos para isso seriam o desconhecimento por parte dos agricultores e a falta de políticas que estimulem a redução no emprego de fertilizantes químicos. "O que é comum por aqui é o uso de inoculantes microbianos, compostos por bactérias fixadoras de nitrogênio, principalmente em plantações de soja." O biólogo acredita, aliás, que o uso conjunto de FMAs e bactérias fixadoras de nitrogênio pode elevar ainda mais a produtividade de plantios. "Essa pode ser a próxima etapa de nossa pesquisa."

CÉLIO YANO | *CIÊNCIA HOJE* | PR

PRECISÃO CIRÚRGICA

Primeiro bisturi ultrassônico desenvolvido no país entra em fase de testes este ano

Protótipo do bisturi ultrassônico desenvolvido pelo Instituto de Física de São Carlos (USP), em parceria com a WEM

Um abismo tecnológico separa a peixeira do cangaceiro e o bisturi ultrassônico. Enquanto o artefato rudimentar do sertão causa um estrago e tanto ao furar o bucho dos desafetos, esse tipo de bisturi permite aos médicos realizar incisões tão precisas que sequer fazem sangrar o tecido do paciente. Peixeiras, bem, já produzimos aos montes. Mas bisturis ultrassônicos, ainda não.

E aqui temos uma boa notícia: pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP), em parceria com a WEM, empresa paulista especializada na produção de dispositivos médicos, estão prestes a finalizar o protótipo do primeiro bisturi ultrassônico produzido no Brasil. Em desenvolvimento há um ano, o projeto deve ser finalizado ainda neste semestre. "Testes clínicos estão previstos para o fim de 2013; se tudo der certo, em breve o produto estará no mercado", prevê o físico Vanderlei Bagnato, do Departamento de Ótica do Instituto de Física de São Carlos.

INCISÃO ULTRASSÔNICA Diferentemente das lâminas convencionais, que cortam por ação mecânica, o bisturi ultrassônico produz uma vibração que, em contato com a superfície, gera calor e atinge temperatura capaz de romper as moléculas que mantêm o tecido intacto – separando-as sem provocar sangramento.

Não é mágica; é apenas ciência. A energia elétrica da qual se alimenta o dispositivo é convertida em energia mecânica, ativando pequeníssimas peças cerâmicas que vibram em frequências de até 100 mil Hz (vale lembrar: os humanos ouvem o espectro vibratório compreendido entre 20 Hz e 20 mil Hz. Qualquer vibração abaixo dos 20 Hz, portanto, é chamada de infrassom; e qualquer vibração acima dos 20 mil Hz de ultrassom). Em um procedimento cirúrgico, a utilização dessa tecnologia traz diversas vantagens: melhor cicatrização, incisão mínima, corte mais higiênico, menor risco de infecções.

Em testes comparativos, liderados pelo otorrinolaringologista Fernando Ramos, da USP, constatou-se que, >>>

Placa eletrônica comanda o bisturi ultrassônico desenvolvido no Brasil

Da morosidade à eficiência

A parceria entre o Instituto de Física de São Carlos e a WEM parece ser bom exemplo de integração entre universidade pública e empresa privada. Esse tipo de parceria ainda não é comum no Brasil. Mas os exemplos já praticados podem estar sinalizando mudança na letargia desse cenário. "Observamos que cada vez mais empresas procuram as universidades", afirma Bagnato. Processo que tarda a acontecer. Na opinião do físico da USP, o setor privado evita parcerias com instituições públicas de ensino por motivos bem claros: "a universidade é morosa; tudo demora; tudo é burocrático". Por outro lado, segundo o pesquisador, a universidade tenta muitas vezes determinar as demandas da empresa – o que não é produtivo para nenhum dos lados. "Quando há conjunção de interesses, tudo funciona melhor."

FOTOS DIVULGAÇÃO

com bisturis convencionais, o tempo médio da retirada das amígdalas (tonsilectomia) foi de 25 minutos, e isso foi reduzido a 14 minutos com o uso de um aparelho ultrassônico. "A diferença entre os tempos cirúrgicos foi estatisticamente significativa", escreveram os pesquisadores na *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia* (vol. 70, n. 3).

MERCADO Bisturis ultrassônicos são equipamentos caríssimos. Um aparelho pode custar US$ 40 mil. Mas o similar nacional deverá ser capaz de cortar esse custo em pelo menos 30%. "Atualmente, importamos dos Estados Unidos a maior parte dos bisturis ultrassônicos que utilizamos", diz Bagnato. Os importados, no entanto, são descartáveis. "Nosso projeto prevê o desenvolvimento de um equipamento que possa ser utilizado mais de uma vez", antecipa o físico da USP.

No Brasil, os usuários dessa tecnologia são geralmente os mais abastados – que podem pagar por convênios particulares e regalias hospitalares diversas. "Queremos que o bisturi ultrassônico chegue também aos procedimentos cirúrgicos bancados pelo governo", ambiciona Bagnato.

Estamos falando de um mercado em franca expansão. Como a população brasileira está vivendo mais, a tendência é aumentar a demanda por procedimentos médicos, que deverão ser cada vez mais sofisticados.

Quando o assunto é tecnologia em equipamentos médicos, porém, "o Brasil ainda está um pouco atrasado", lamenta o pesquisador da USP. Estados Unidos, França, Alemanha e Suíça estão léguas à frente. Os pesquisadores esperam que o desenvolvimento do novo bisturi ultrassônico seja um pequeno passo para alavancar o almejado progresso nessa área. Importante detalhe: segundo Bagnato, não basta criar o produto. "O grande saldo não é termos somente a tecnologia; é termos pessoas capazes de desenvolvê-la."

HENRIQUE KUGLER | *CIÊNCIA HOJE* | RJ

FOTO ALINE ARAÚJO

ACERVO AMAZÔNICO

Rio Madeira tem o maior número de espécies de peixes catalogadas do mundo

Marcado pelas polêmicas que envolvem a construção das hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau, em Rondônia, o 17° rio mais extenso do mundo ocupa agora o primeiro lugar quando o assunto é peixe: o rio Madeira conta com 970 espécies coletadas e catalogadas em território brasileiro. A título de comparação, o rio Congo, na África – sétimo na lista dos mais extensos – fica em segundo lugar, com 'somente' 750 espécies catalogadas.

O levantamento foi feito pelo Laboratório de Ictiologia e Pesca da Universidade Federal de Rondônia (Unir), que estuda o afluente do rio Amazonas há quase 10 anos. A bióloga Carolina Doria, coordenadora dos estudos, explica que o trabalho tem sido realizado com recursos do Programa de Conservação de Ictiofauna da empresa responsável pela Usina Hidrelétrica Santo Antônio. A pesquisa sobre a diversidade de peixes no rio foi uma das condições do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) durante o processo de licenciamento ambiental da usina.

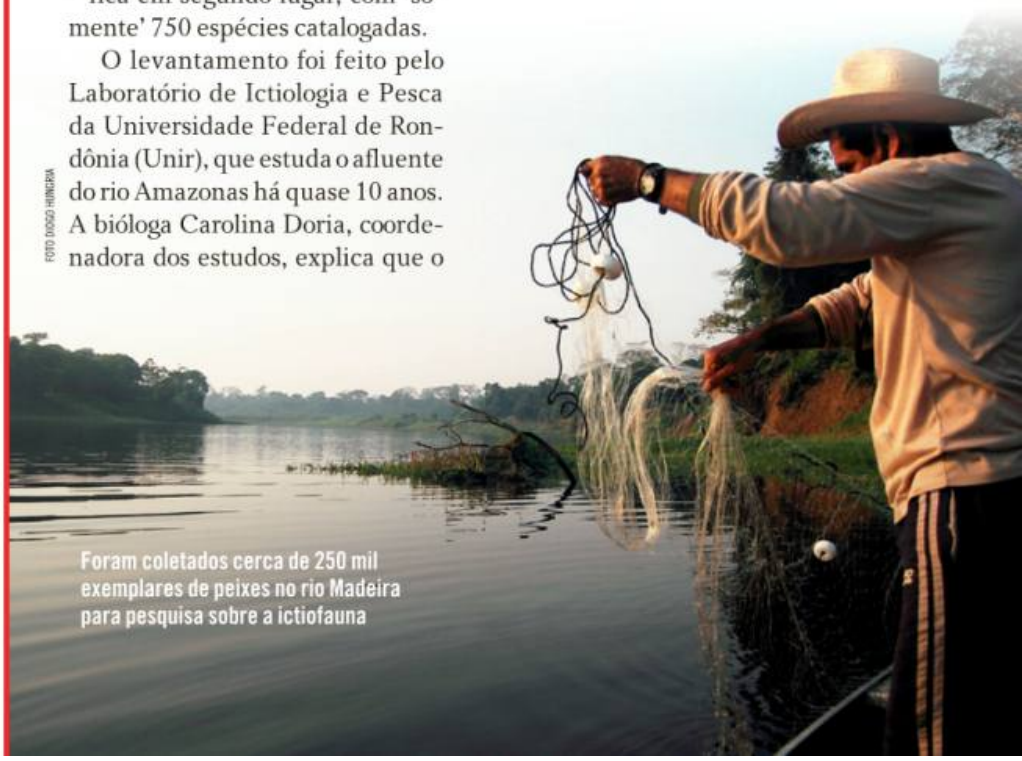


FOTO DIOGO HUNGRIA

Foram coletados cerca de 250 mil exemplares de peixes no rio Madeira para pesquisa sobre a ictiofauna

FOTO THIAGO PAES

FOTO BRUNO BARROS

Acima, conhecida vulgarmente como piramboia, a *Lepidosiren paradoxa* é a única espécie de peixe da América do Sul com pulmões. Ao lado, um dos peixes catalogados é o *Paratrygon aiereba*, maior espécie de raia de água doce da Amazônia, que pode alcançar 138 cm de largura de disco

A pesquisa abrange toda a extensão do rio que está em território nacional – aproximadamente 1.700 km – e está prevista para durar pelo menos mais cinco anos. "O grande número de espécies se deve principalmente ao fato de nosso projeto ser um estudo muito abrangente geograficamente, o que não é comum em estudos desse tipo", explica Doria. "Se uma amostragem como a que fizemos for feita em outros grandes rios amazônicos, é possível que sejam encontrados números semelhantes", completa a pesquisadora.

De acordo com o biólogo João Filho, da Unir, coordenador do inventário taxonômico do rio Madeira, já foram coletados cerca de 250 mil exemplares de peixes. Alguns deles pertencem a espécies muito interessantes do ponto de vista biológico, como, por exemplo, o *Paratrygon aiereba*, a maior espécie de raia de água doce da Amazônia, que pode alcançar 138 cm de largura de disco, e a piramboia (*Lepidosiren paradoxa*), o único peixe da América do Sul com pulmões. Além disso, cerca de 40 espécies são novas e ainda precisam ser descritas.

Doria explica que é cedo para falar sobre os impactos que a hidrelétrica pode causar em relação à ictiofauna. "Logo após a formação do reservatório, é esperado que haja uma demora na estabilização da comunidade de peixes", afirma a bióloga, lembrando que o lago da hidrelétrica foi formado no início de 2012. "É necessário pelo menos mais um ano de estudos e então provavelmente teremos dados suficientes para discutir os impactos."

Doria espera que o projeto sirva como modelo para futuros empreendimentos desse porte. "É necessário realizar estudos de longa duração e com grande área de amostragem, que vá além da região de influência direta da hidrelétrica", defende. "Peixes são animais migradores, o que significa que precisamos de uma área de estudos grande para entendermos que impactos podem sofrer. Só é possível avaliar se uma espécie é rara ou endêmica se conhecermos a distribuição da ictiofauna ao longo da bacia hidrográfica", justifica.

A equipe do Laboratório de Ictiologia e Pesca conta com a parceria do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e o apoio de especialistas em taxonomia e sistemática de peixes de água doce, do Brasil e de outros países, para a caracterização e o monitoramento da comunidade de peixes. Também são avaliados aspectos relacionados à sobrevivência, alimentação e reprodução dos animais. Além disso, o grupo recolhe dados sobre a atividade pesqueira de 18 comunidades ribeirinhas da região para entender como as mudanças na ictiofauna podem afetar essa atividade.

JOYCE SANTOS | *CIÊNCIA HOJE* | RJ

ENFERMAGEM

Contaminantes pioram memória de idosos

Idosos saudáveis expostos a determinados contaminantes ambientais mostraram desvantagem em testes de estresse e de memória. O estudo, que analisou amostras de sangue de 130 pessoas, foi feito pela Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), em parceria com as universidades de São Paulo (USP) e Federal de Minas Gerais (UFMG).

Nas amostras de sangue coletadas foram medidos os teores de chumbo, cádmio, cobre e zinco, além de substâncias organocloradas, usadas no passado como pesticidas, como o policloreto de bifenila. A partir do resultado, os voluntários foram divididos em dois grupos – um com níveis de contaminantes acima da mediana (2 microgramas por decilitro) e outro com níveis abaixo desse valor. Em seguida, eles foram submetidos a testes padronizados de estresse (como, por exemplo, falar em público e fazer cálculos matemáticos). Antes e depois dos testes, suas taxas de cortisol – hormônio do estresse – foram medidas por meio de amostras salivares.

"Tanto os metais quanto os praguicidas organoclorados influenciam o sistema responsável pela regulação da resposta de estresse, a partir da interação com os receptores de cortisol localizados em regiões do cérebro relacionadas à memória", explica Juliana Nery de Souza Talarico, pesquisadora associada ao projeto, coordenado por Deborah Suchecki, do Departamento de Psicobiologia da Unifesp.

Na avaliação final, o grupo com teores de contaminantes acima da mediana apresentou desempenho pior quanto a estresse e atividades cognitivas. As diferenças mais significativas foram percebidas nos idosos com níveis mais altos de chumbo, cobre e organoclorados. "Essas substâncias se mantêm por muito tempo no organismo. Alguns metais podem permanecer por mais de 10 anos. Por isso, os idosos mostram-se mais vulneráveis a seus efeitos", conclui Talarico.

Projeto Tamar registra recorde no país

No último trimestre de 2012, o Projeto Tamar obteve recorde do número de tartarugas marinhas no litoral do Espírito Santo. Foram registradas 27 fêmeas da espécie gigante, que vem todo ano ao Brasil para desovar nessa época. Segundo a Reserva Biológica de Comboios (ES), a região é a única área regular para desova dessa espécie. Para surpresa dos biólogos do projeto, houve 11 tartarugas a mais do que no último ano. Eles acreditam que filhotes de temporadas anteriores estejam dentro desse grupo. Durante o período de eclosão dos ovos, nos dois primeiros meses deste ano, a comunidade pôde acompanhar de perto a ida dos filhotes para o mar na praia capixaba da Regência.

DESENHO INDUSTRIAL

Mandíbula de formiga para sutura

Foi após assistir *Apocalíptico*, filme no qual o diretor Mel Gibson retratou a cultura pré-colombiana na América Central, que a *designer* Thays Obando Brito resolveu projetar grampos de sutura. Uma cena em particular serviu de inspiração: uma mulher aplicava mandíbulas de formigas para suturar o ferimento do filho. Ao estudar a técnica, a pesquisadora verificou que, durante o tempo de cicatrização, as mandíbulas das formigas se esfarelam e caem por conta própria. "Com isso em mente, eu quis projetar um grampo de sutura cujos pontos caíssem sem necessidade de serem retirados por um profissional de saúde", relata.

O diferencial do grampo projetado por Obando está em uma das três partes que o compõem, produzida com material biodegradável. "É a parte que fica dentro da pele do paciente e que é absorvida no processo de cicatrização, o que permite a queda dos pontos", explica. As outras partes, a tampa do grampo e o suporte, ficam para fora da pele do paciente. A tampa, de silicone, tem a função de isolamento, e o suporte, de aço cromo, permite ao profissional de saúde flexionar o produto para prendê-lo na pele.

Apesar de servir para qualquer pessoa com ferimentos superficiais, o público-alvo preferencial de Obando são as crianças. "Geralmente, elas têm medo de hospital e mais ainda das suturas por fio, que exigem o uso de agulha", justifica. A pesquisadora prevê a produção de grampos com tampas coloridas. "A cor pode ser uma fonte de distração e facilitar a colocação do produto", observa.

O uso de materiais absorvíveis pelo corpo humano não é novo, mas, no que diz respeito às suturas com grampos, o projeto é pioneiro. Ele foi desenvolvido sob a orientação de Jorge de Souza e Carlos Cleomir, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), e patenteado em 2010. Agora, Obando tem como desafio fabricar e testar o grampo durante seu mestrado em *design* e tecnologia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Outra preocupação é que o produto tenha custo menor que os do mercado, já que sua aplicação pode ser feita com pinça ou porta-agulhas, instrumentos comuns em hospitais, dispensando o uso de instrumentos específicos, como os grampeadores cirúrgicos.

IVAN LIMA OBANDO

Grampo de sutura bioabsorvível

ENGENHARIA BIOMÉDICA

Ponto certo

FOTO ALEXANDRE FERRI

Aplicar uma anestesia local é um verdadeiro jogo de batalha naval ao reverso. Sem ver através da pele do paciente, o médico tem que injetar a agulha com anestésico perto do nervo, mas sem atingi-lo. Um centímetro pode fazer toda a diferença entre um ótimo resultado ou um dano irreparável. Para tornar esse procedimento mais preciso, pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) desenvolveram um aparelho que indica o melhor local para a anestesia.

O dispositivo eletrônico é um estimulador nervoso acoplado à agulha da anestesia. O aparelho aplica uma corrente elétrica leve no local a ser operado gerando uma contração muscular que serve de pista para a posição do nervo. O conceito em si não é novidade. Existem alguns aparelhos assim no mercado. A diferença é que, com os aparelhos convencionais, o médico tem que estimar a posição do nervo e a distância dele até a agulha a partir somente da observação das contrações do músculo. Já o novo dispositivo localiza o nervo automaticamente e emite sons que indicam a aproximação da agulha.

"Os aparelhos que existem hoje não são muito precisos e os médicos necessitam de um assistente para usá-los. Por isso, muitos preferem identificar o nervo somente com um exame de toque", explica o engenheiro elétrico criador do protótipo, Carlos Alexandre Ferri. "O nosso aparelho é mais eficaz e não requer um auxiliar para o médico, que só precisa se preocupar em introduzir a agulha."

Uma anestesia mal aplicada pode gerar danos de diferentes graus de seriedade. Se o anestésico for injetado dentro do nervo, pode causar o seu rompimento completo, levando a uma paralisia da região. Se aplicado muito longe do nervo, é preciso repetir a dose, o que pode provocar náuseas e vômito.

Por ser mais preciso, o dispositivo automatizado possibilita o uso de doses menores, o que, além de economia, resulta em uma recuperação mais rápida dos pacientes e com menos efeitos colaterais. Por enquanto, o aparelho foi testado em oito cirurgias de mão realizadas no Hospital Madre Theodora, em São Paulo. Em todos os casos, a anestesia foi aplicada corretamente e o tempo para que a anestesia surtisse o efeito desejado foi de cerca de quatro minutos, três vezes menor que a média observada com o método tradicional. Os pesquisadores responsáveis pelo invento já requisitaram o pedido de patente.

ENGENHARIA DE MATERIAIS

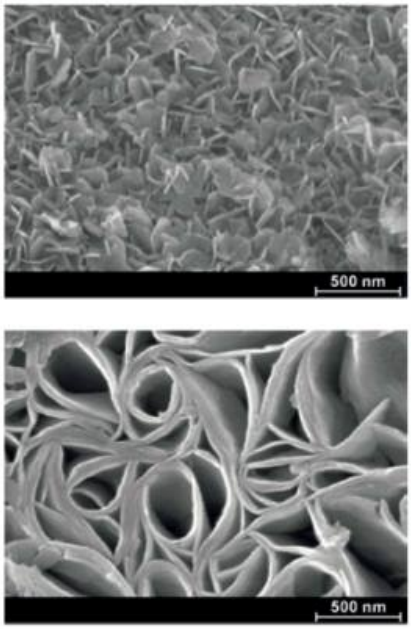
Sem trincar

Será que o vinagre (ácido acético) possui outras finalidades além de temperar saladas? A lista de produtos que utilizam esse composto ganhou agora mais um item: um concreto refratário mais resistente. Resultado de pesquisa realizada na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), esse tipo de concreto suporta altas temperaturas e é usado para revestir equipamentos e produzir peças para a siderurgia.

O concreto, desenvolvido durante o doutorado do físico Tiago M. Souza, tem óxido de magnésio em sua composição, substância refratária com alto ponto de fusão (2.800ºC). "Durante o processamento do concreto, é preciso acrescentar água ao material seco para transformá-lo em uma massa fluida", explica Souza. "O problema é que o óxido reage com a água e se transforma em hidróxido de magnésio. A expansão volumétrica decorrente tensiona a estrutura de tal forma que ele acaba trincando", completa.

Na impossibilidade de retirar a água do processo, a alternativa encontrada foi mudar a morfologia dos cristais do hidróxido de magnésio. E é aí que entra o ácido acético. "Ao ser adicionado durante o processamento do concreto, ele acelera a produção de hidróxido, o que faz com que a morfologia final dessas partículas seja diferente, agora mais flexível e resiliente", conta o pesquisador.

A pesquisa deu a Souza, juntamente com Mariana A. L. Braulio e Victor C. Pandolfelli, o Prêmio Gustav Eirich, oferecido pelo Centro Europeu de Refratários (ECRef) e pela empresa alemã Gustav Eirich Maschinenfabrik, como segunda melhor tese de doutorado na área em 2012. Agora, eles investem na parceria com a empresa brasileira Magnesita Refratários para produzir e testar o concreto com ácido acético em escalas maiores, visando à aplicação industrial.



Morfologia dos cristais de hidróxido de magnésio. Em cima, o material sem ácido acético e embaixo, com o ácido

LETICIA MOREIRA/FOLHAPRESS

BIOQUÍMICA

Boa saúde com queijo de coalho artesanal

Produto originário da região agreste de Pernambuco, o queijo de coalho artesanal tem em sua composição fragmentos proteicos (peptídeos) com ação antioxidante e antimicrobiana, entre outras. Essa é a conclusão de trabalho conjunto realizado pelo Laboratório de Imunopatologia Keizo Asami, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), e pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Publicado na revista científica *Food Chemistry*, o estudo teve como base a tese de doutorado do biólogo Roberto Afonso da Silva no Programa de Pós-graduação em Biociência Animal da UFRPE.

"O queijo de coalho artesanal está passando por um processo de obtenção de certificado de indicação geográfica, visando diferenciá-lo dos demais produzidos na região Nordeste. Nosso trabalho é uma maneira de agregar valor a um produto tipicamente regional", conta Silva. Ele explica que o queijo de coalho artesanal é um queijo branco de média a alta umidade obtido do leite cru, ao qual é adicionada a enzima quimosina. Isso resulta num efeito de coagulação que expulsa o soro e quebra a caseína do leite. "São esses fragmentos de caseína que têm as propriedades bioativas, que podem ajudar a prevenir doenças", esclarece o biólogo. "Quando a caseína está íntegra, não há formação desses peptídeos bioativos."

Além das ações descritas, os pesquisadores descobriram peptídeos carreadores de zinco, elemento importante para várias funções do corpo, e peptídeos com potencial ação anti-hipertensiva e imunomoduladora. O estudo foi realizado com queijos artesanais de seis municípios produtores da região agreste de Pernambuco. "Outros artigos da tese estão prestes a serem publicados. Uma proposta de continuação da pesquisa seria investigar novas bioatividades e até sintetizar os peptídeos para incorporação em novos produtos", diz Silva, ressaltando que os queijos artesanais empregados atendem a todos os requisitos sanitários para consumo humano.

AGRONOMIA

Supercafé

Por meio de técnicas tradicionais de melhoramento genético, o Instituto Agronômico do Paraná (Iapar) obteve o primeiro cultivar de café arábica (*Coffea arabica*) resistente a nematoides, vermes minúsculos que atacam as raízes das plantas e inviabilizam áreas inteiras de plantio. O IPR 100, como a variedade foi chamada, levou cerca de 20 anos para ser desenvolvida e foi testada em 200 unidades de plantio experimentais antes de ser disponibilizada para produtores, em meados deste ano, durante as comemorações dos 40 anos do Iapar.

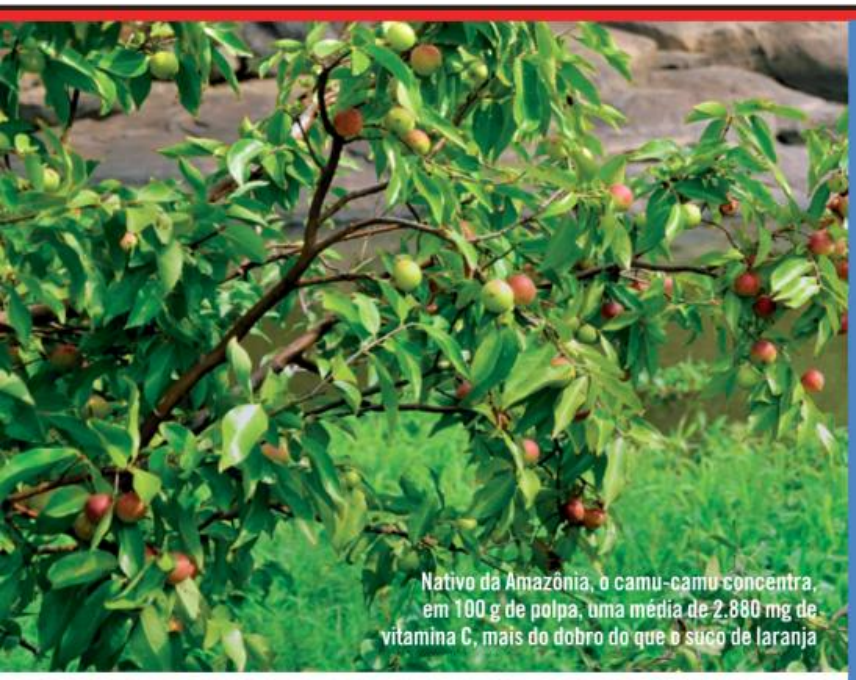
O novo tipo de cafeeiro contém genes de outras espécies, como *C. canephora* e *C. liberica*, que resistem a nematoides, mas cujo fruto não é tão saboroso quanto o de *C. arabica*. "Mais que à produtividade, visamos à qualidade do café", afirma o engenheiro agrônomo Tumoru Sera, do Iapar. Segundo ele, o cultivar foi criado para tolerar especificamente a presença de nematoides da espécie *Meloidogyne paranaensis*, a mais comum no Brasil, mas se mostrou resistente também a *M. incognita* e *M. exigua*, espécies também frequentes no país.

O Brasil é responsável por mais de um terço da produção mundial de café, o que faz do país o maior produtor do grão há mais de 150 anos, segundo a Organização Internacional do Café. Pesquisadores da área calculam que o ataque de nematoides reduz em cerca de 20% a produção brasileira anualmente, e que vermes do gênero *Meloidogyne* seriam responsáveis por 75% desse prejuízo.

FOTOS TUMORU SERA/IAPAR

Café resistente a nematoides desenvolvido por pesquisadores do Iapar

Comparação entre raízes de dois diferentes cultivares de *Coffea arabica* infestados de ovos de nematoides. IPR 100 (à direita) praticamente não é afetada pelos parasitas



Nativo da Amazônia, o camu-camu concentra, em 100 g de polpa, uma média de 2.880 mg de vitamina C, mais do dobro do que o suco de laranja

FOTO PAULO ORLANDINI

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Suco amazônico

Que tal um suco de camu-camu para refrescar? Essa frutinha amazônica, que lembra jabuticaba, vem despertando interesse da comunidade científica por conta, principalmente, de seu notável potencial antioxidante. "Dos frutos que conhecemos, o camu-camu é um dos que mais concentram vitamina C", diz o biólogo Francisco Carlos da Silva, da Universidade Luterana do Brasil (Ulbra), em Ji-Paraná, Rondônia. Para cada 100 g de polpa, são 2.880 mg dessa vitamina, em média. No suco de laranja, por exemplo, esse número não passa de 1.000 mg.

Mas, apesar de seu potencial nutritivo e econômico, o camu-camu (*Myrciaria dubia*) ainda é pouco conhecido dos brasileiros. De acordo com Silva, mesmo as populações ribeirinhas da Amazônia desconhecem suas possibilidades de uso.

"A elevada concentração de vitamina C faz do camu-camu poderoso antioxidante; seu consumo reduz a quantidade de radicais livres no organismo e, com isso, previne doenças degenerativas, além de estimular o sistema imunológico", explica Silva. Em estudo publicado na revista *Food and Chemical Toxicology*, o biólogo da Ulbra analisou os efeitos de diferentes doses do fruto no organismo de camundongos. Se consumido puro, pode lesionar células hepáticas, mas, em forma de suco, é antioxidante e capaz de evitar processos genotóxicos (que podem afetar o material genético). "Esperamos que nossa pesquisa abra caminhos para que comunidades ribeirinhas da região amazônica explorem o potencial nutritivo e econômico do fruto", comenta Silva.

O camu-camu tem sabor exótico e comê-lo *in natura* pode não ser a experiência gastronômica mais agradável. Já o suco tem sabor peculiar. Anote a receita: para cada litro de água gelada, 10 frutos serão o bastante; açúcar a gosto, e estará pronto o refresco.

ENGENHARIA ELÉTRICA

Corrigindo a altura das linhas de transmissão

Um modelo matemático desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) se tornou uma nova ferramenta para indicar qual a linha de transmissão de energia mais apropriada (condutor) de modo a evitar que ela fique abaixo da altura mínima permitida.

"Às vezes, por erro de projeto ou algum outro problema, o condutor fica mais próximo do chão do que deveria. Por exemplo, em linhas de 69 mil volts, a altura mínima é 6 m. Isso afeta a segurança e a eficiência da operação", esclarece o coordenador da pesquisa, o engenheiro elétrico José Maurício de Barros Bezerra, do Departamento de Engenharia Elétrica da UFPE. Ele acrescenta que essa distância varia com a tensão da linha e com a área em que está instalada – numa área de tráfego de automóveis, ela seria maior que numa de pedestres.

O modelo está sendo testado em três vãos (espaço entre duas torres) da linha de transmissão entre as cidades de Rio Largo e Pilar, ambas na região metropolitana de Maceió (AL), onde a violação de altura era de 1 a 2 m. A solução encontrada foi substituir parte do condutor por outro de menor diâmetro, cujo peso menor permite que a linha atinja a altura desejada. "Fazer isso é bem mais barato do que instalar novas estruturas de suporte ou trocar todo o condutor", afirma Bezerra, ressaltando que, em outras situações, a solução pode ser diferente. "O estudo deve ser feito caso a caso."

Os pesquisadores ainda estão monitorando essa linha, porque o novo condutor, devido ao seu menor diâmetro, sofre mais estresse térmico e mecânico e é preciso acompanhar seu desempenho. A pesquisa foi desenvolvida em parceria com a Eletrobras Distribuidora Alagoas, que agora já domina a tecnologia para disseminar em seu sistema. "Esse tipo de problema é comum a diversas empresas do setor elétrico, que podem estabelecer colaborações com a Eletrobras e a UFPE para obter soluções específicas similares", informa o engenheiro.

FOTO ALEXANDRO ALZEDO PEREIRA DA SILVA

Estrutura que suporta o final do trecho de condutor de menor diâmetro

A briquetadeira produz toras a partir da compactação de resíduos vegetais, que servem de matéria-prima para a produção de carvão

ENGENHARIA MECÂNICA

Máquina de fazer lenha

O apelido é 'lenha ecológica' e o nome é briquete. Trata-se de uma tora produzida a partir da compactação de resíduos como serragem, casca de arroz, bagaço de cana-de-açúcar e palha de milho. Agora, devido ao desenvolvimento de uma nova briquetadeira (máquina de produzir briquetes), essas toras poderão ter maior qualidade e, assim, servir de matéria-prima para a produção de carvão. O resultado será um carvão também ecológico.

"Era preciso fabricar briquetes de melhor qualidade que os nacionais, pois quando estes eram torrificados – processo de carbonização controlada –, não resistiam à temperatura excessiva e acabavam se quebrando", explica o engenheiro mecânico Felix Felfli, que desenvolveu o equipamento durante seu doutorado na Universidade Estadual de Campinas.

No Brasil, as briquetadeiras mais comuns são as que compactam o material vegetal por meio de uma série de golpes aplicados por um pistão. Felfli esclarece que os briquetes produzidos dessa maneira têm pontos de fragilidade em sua estrutura, o que inviabiliza a sua conversão em carvão. Já a máquina desenvolvida na Bioware em colaboração com o Grupo Combustíveis Alternativos do Instituto de Física da Unicamp e a Embrapa Agroenergia, atualmente comercializada pela empresa EcoDevices Ltda., é do tipo extrusora, a exemplo das que existem no exterior. Nela, o processo de compactação é contínuo, o que resulta em um produto de maior densidade e resistência mecânica, capaz de suportar o processo de torrefação.

Agora, o grupo está estudando maneiras de melhorar o desempenho da briquetadeira. Entre os desafios estão a diminuição do desgaste do conjunto rosca-matriz (componentes da máquina que entram em contato direto com o material vegetal a ser compactado) e melhorar o desempenho da briquetadeira quando o substrato é muito fibroso, como no caso do bagaço de cana-de-açúcar.

"Para diminuir o desgaste nas peças estamos testando revestimentos à base de carbonetos de tungstênio e de cerâmicos em diversas composições. Quanto ao trabalho com materiais fibrosos, a ideia é aquecer e compactar o substrato antes de levá-lo à briquetadeira", diz o engenheiro. No momento a máquina está passando por testes em uma empresa que utiliza a casca de arroz – um dos materiais mais abrasivos – como substrato.

CRÉDITO: GRUPO COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS

SAÚDE

Agrotóxicos em pauta

Não são apenas ambientalistas os que declararam guerra ao uso indiscriminado de agroquímicos em nossas lavouras. Instituições públicas de peso também aderiram à causa – a exemplo da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). A novidade é que o Instituto Nacional de Câncer (Inca) se fez ouvir: além de aderir à campanha permanente contra os agrotóxicos e pela vida, abriu suas portas para o 1º Seminário Agrotóxicos e Câncer, realizado no Rio de Janeiro (RJ) em novembro passado, para discutir as complexas relações entre agrotóxicos e carcinogênese.

O Ministério Público Federal (MPF) e o Ministério Público do Trabalho (MPT) também se posicionaram. Devido à avalanche de casos de intoxicação ocupacional, os órgãos têm manifestado preocupações quanto às políticas de uso e comercialização de agrotóxicos no Brasil. Destaque também para a adesão do Conselho Federal de Nutricionistas: a entidade recomenda que nutricionistas mantenham postura crítica em relação ao consumo de alimentos contaminados com agroquímicos.

Em nível global, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) lançou, no segundo semestre do ano passado, um relatório alertando para os perigos da contaminação química nos países em desenvolvimento. A questão agrária é uma preocupação do Pnuma, já que, segundo a Organização Mundial da Saúde, pelo menos 3 milhões de pessoas são intoxicadas, anualmente, em decorrência do uso de agrotóxicos.

FOTO TONI PIRES/FOLHAPRESS

Mais em *CH On-line*:
http://cienciahoje.uol.com.br/blogues/bussola/2012/11/agrotoxicos-duvidas-evidencias-e-desafios

Hambúrguer de caju

Hora do lanche. Que tal um hambúrguer de caju? Pode soar estranho, mas a nova iguaria tem feito sucesso nos laboratórios da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). A estudante Aline Leme, do curso de engenharia de alimentos, decidiu pesquisar a inusitada receita como parte de seu projeto de conclusão de curso. "Substituir a carne pela fibra do caju resultou em um sabor agradável", diz. "É mais saudável, e os custos de produção são menores."

A matéria-prima do novo hambúrguer é o bagaço do caju – descartado pelas indústrias após a extração do suco. É só refogar, temperar, e pronto. Alho, cebola, pimentão e tomate serão o suficiente, de acordo com a estudante, para garantir um sabor interessante. "São os mesmos temperos usados no preparo de um hambúrguer tradicional." Em seguida, adiciona-se farinha de trigo e ovos para modelar as peças, que podem então ser grelhadas, assadas ou fritas. Foram feitos testes sensoriais com 80 pessoas, e, em uma escala de 1 a 9, a média de aprovação do novo sabor foi 7.

Alimentos embutidos, como hambúrguer, contêm quantidades excessivas de sódio. "Receitas baseadas em frutas podem ser mais saudáveis; o caju é rico em vitamina C e tem baixa quantidade de lipídios", diz Leme. Sua orientadora, a engenheira de alimentos Virlane Kelly da Silva, diz que o próximo passo é estudar a estabilidade do produto para avaliar, por exemplo, quanto tempo dura sob congelamento na geladeira. Ainda não há planos de industrialização e comercialização, mas os pesquisadores já sinalizam que o hambúrguer de caju pode ser uma receita viável e saborosa para incrementar a qualidade nutricional da merenda escolar.

ENGENHARIA

_ Curso de Engenharia de Alimentos

_ Universidade Federal do Maranhão

FOTO DIVULGAÇÃO

Hambúrguer de caju, criado no curso de engenharia de alimentos da UFMA

FOTO ALINE FERREIRA

CONSTRUÇÃO CIVIL

_ Curso de Engenharia Civil

_ Universidade Federal do Paraná

Concreto colorido ecoeficiente

Nem todo concreto é igual. Para a indústria da construção, o material ideal é aquele que equilibra alta resistência e baixo custo. Recentemente um trio de estudantes de engenharia civil da Universidade Federal do Paraná (UFPR) conseguiu dosar na medida certa essas características em uma fórmula inédita que, além de tudo, é ambientalmente correta. A equipe, orientada pelo engenheiro Marcelo Medeiros, ficou em primeiro lugar na última edição do concurso de concreto colorido ecoeficiente, realizado pela Indústria Brasileira do Concreto no fim de 2012 em Maceió. O nome da competição revela outro aspecto que desafiou os alunos: incorporar à fórmula do material pigmentos, que geralmente diminuem sua resistência.

Mas a maior dificuldade enfrentada pelos estudantes foi reduzir a quantidade de aglomerantes usados na composição do produto. Em experimentos anteriores, realizados para outras edições do concurso, o grupo havia produzido um tipo de concreto altamente resistente, porém com até 500 kg de aglomerantes por metro cúbico do material final. "Desta vez, tivemos de reduzir para 300 kg/m³", conta Aline Ferreira, líder da equipe. A restrição, estabelecida em regulamento, foi criada para tornar o produto mais próximo da realidade de mercado – substâncias aglomerantes, como o cimento, embora tornem o concreto mais resistente, são caras e poluentes.

Para o concurso, foram produzidos dois corpos de prova – peças cilíndricas de 10 cm de altura por 5 cm de diâmetro (foto). O de cor amarela apresentou 171 Megapascal (MPa) de resistência à compressão, enquanto o vermelho, 164 MPa. Para se ter uma ideia, o mínimo exigido pelos organizadores da competição era 25 MPa – média usada na indústria de construção civil. Entre outros critérios levados em conta pelos avaliadores estavam a ausência de bolhas de ar e a homogeneidade da coloração. Segundo a estudante da UFPR, a produção do material vencedor ainda teria custo muito elevado se comparado ao concreto em uso em construções, mas pode indicar uma tendência a ser seguida futuramente pela indústria.

Engarrafamentos

Manter distância de conforto entre veículos pode reduzir retenções no trânsito

EDUARDO NOVAES HERING
SCHEILLA MARIA RAMOS
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

Como explicar por que ocorrem engarrafamentos em vias públicas quando não existem maiores obstáculos – aquele amontoado de veículos que se forma e se desfaz sem motivos aparentes, ou aquele fluxo intermitente, que se move e estaca vezes sem conta. Alguns conceitos da física talvez ajudem a entender essas situações comuns nas cidades e muito estressantes, indicando possíveis caminhos para evitá-las ou, ao menos, assegurar maior fluência do trânsito.

Ficar preso em um engarrafamento é uma das situações mais entediantes que podemos viver, e que se torna pior quando encontramos motoristas mal-educados. Engarrafamentos são comuns, hoje, em ruas e avenidas nas grandes cidades, e muitos se perguntam como eles poderiam ser evitados. Há alguma solução para o problema?

Sempre que um motorista entra em uma via engarrafada, perde um tempo muito grande para sair dela. Quanto mais longo o caminho, mais tempo leva para escapar. Se parte desse tempo for aproveitado para relembrar conceitos de física elementar, é possível questionar, por exemplo, qual seria a velocidade média com que um veículo trafega naquele engarrafamento. Para encontrar essa velocidade, divide-se a distância percorrida pelo tempo gasto para percorrê-la. O que aconteceria se todos os veículos presos no engarrafamento pudessem se mover com essa velocidade média? Nesse caso, as retenções permaneceriam ou desapareceriam?

Este exercício de raciocínio se baseia em uma hipótese que pode ser verificada por meio de uma simulação computacional cuidadosa: a de que a velocidade média dos veículos em uma via depende do número de veículos trafegando nela naquele instante. Essa simulação envolve uma situação específica, na qual a via não apresenta um 'gargalo', ou seja, uma redução do espaço para a passagem dos veículos decorrente de um acidente, uma obra pública ou outro obstáculo – o engarrafamento, portanto, não é causado por uma obstrução desse tipo.

DENSIDADE E VELOCIDADE Vamos explorar melhor a hipótese dada. Ela diz que, quanto maior o número de veículos em uma rua, menor é a velocidade com que se trafega nela. Parece simples, não? E pode ser mesmo. Embora simples, caso se prove verdadeira, essa hipótese pode explicar a formação daquelas retenções aparentemente sem causa que tanto perturbam a vida dos motoristas.

Uma definição que pode ajudar a entender as consequências dessa hipótese é a de densidade média de veículos. Dividindo-se o número de veículos em uma dada via em certo instante pelo comprimento da mesma, obtém-se o valor da densidade. Usando essa definição, a hipótese pode ser reescrita da seguinte manei-

FOTOS E ILUSTRAÇÕES LUIZ BALTAR

ra: "a velocidade média dos veículos em uma via depende da densidade média de veículos naquela via".

Essa hipótese parece fazer mais sentido quando se pensa em seus limites. Atingida a maior densidade de carros possível sem colisão, tudo o que cada motorista vê é a traseira do carro da frente bem perto de seus faróis. Esse limite superior da densidade pode ser chamado de densidade crítica. Qualquer densidade acima da crítica implicaria veículos se tocando e se amassando, caracterizando uma colisão. Próximo ao valor crítico de densidade, a velocidade média é quase nula ou nula. No caso oposto, quando há bem poucos veículos na rua (ou seja, a densidade é baixa), é possível trafegar além da velocidade máxima (se o departamento de trânsito não se incomodar com isso).

Outra definição que pode ser bem útil é a de distância de conforto, ou seja, o espaço entre nosso veículo e aquele imediatamente à frente. Para avaliar o significado dessa definição, basta pensar em duas situações: a primeira, bastante desconfortável, quando se está no meio de um engarrafamento com o tráfego completamente parado e todos os veículos ao redor muito próximos. Já a segunda situação, muito mais confortável, é aquela em que se trafega por uma estrada com poucos carros ao redor, distantes o suficiente para não ser necessário se manter alerta, para ser capaz de reagir rapidamente.

Voltando à hipótese lançada, se a velocidade média de uma via depende da densidade de veículos na mesma, o que acontece quando um veículo trafega acima dessa velocidade? Se você, em uma simulação mental, imaginou que esse veículo se aproxima daquele à sua frente, acertou. Nesse caso, a distância de conforto desse veículo está diminuindo e seu motorista precisa ficar cada vez mais atento. O tempo disponível para que ele reaja a uma mudança brusca de atitude do veículo da frente encurta à medida que a distância de conforto se reduz e a probabilidade de acontecer um acidente aumenta. O que se pode concluir? Que a redução da distância de conforto causa estresse. Abusando da abstração, seria possível afirmar: sempre que ocorre compressão da distância de conforto, o motorista sofre frustração, e toda expansão dessa distância causa satisfação, mesmo que temporária.

Em termos mecânicos, a distância de conforto é elástica até o limite em que a densidade de veículos, naquela seção da via, atinge a densidade crítica. Depois disso, a distância de conforto se torna plástica e perde sua capacidade de expansão, pois ocorre colisão entre os veículos.

TRÁFEGO IDEAL Imagine agora que fosse fácil calcular a densidade de veículos em uma via e obter daí a velocidade média ideal de tráfego na mesma. Imagine ainda que letreiros luminosos fossem espalhados ao longo da via para informar aos motoristas – em tempo real – o valor dessa velocidade. Se essa informação fosse corretamente usada pelos motoristas, nenhum veículo se aproximaria >>>

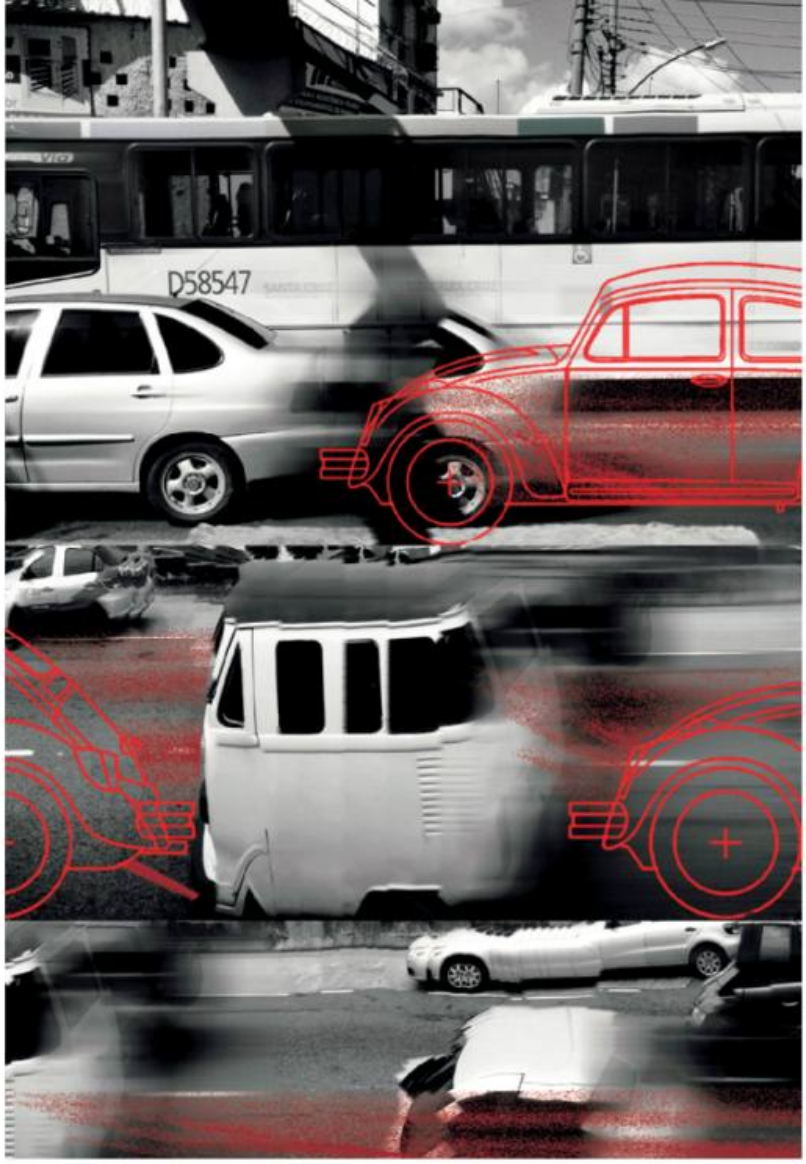
Se a velocidade média de uma via depende da densidade de veículos na mesma, o que acontece quando um veículo trafega acima dessa velocidade?

ou se afastaria dos vizinhos e todos trafegariam da forma mais rápida possível para aquela situação.

Se, no entanto, algum motorista não seguisse esse comportamento e trafegasse com velocidade maior que a ideal, ele se aproximaria do carro da frente, aumentaria a densidade local e reduziria a velocidade ideal naquele setor da via. Se os motoristas dos veículos atrás dele imitassem seu comportamento, esse aumento de densidade se estenderia por um comprimento maior da via e reduziria a velocidade ideal ainda mais, levando a uma retenção. Quantas vezes não passamos por uma situação em que o trânsito começa a andar novamente, sem motivo aparente para ter parado? A causa para tais retenções, se nossa hipótese estiver certa, é a pressa de alguns motoristas que, por se negarem a trafegar em conformidade com o fluxo dos carros à sua volta, provocam um aumento da densidade local e o decréscimo da velocidade ideal (muitas vezes até zero).

Esse mecanismo pode ser visto de outro modo. Imagine que a posição de cada veículo em uma via oscila em torno de uma posição de equilíbrio, como se estivesse preso a essa posição por uma mola. Essa posição de equilíbrio, por sua vez, move-se na velocidade ideal de conforto ao longo da via, velocidade que varia com o número de veículos que trafegam naquele instante. Sempre que alguém decide andar mais rapidamente que sua posição de equilíbrio, estica a mola, gerando desaceleração. Se anda mais devagar, estica a mola em sentido contrário, gerando aceleração.

Esse modelo é similar ao que prevê a propagação mecânica de ondas e traz à tona diversas comparações entre as oscilações de velocidade dos veículos num engarrafamento e as oscilações de pressão em uma onda acústica. Se estiver correto, ele pode ajudar a explicar as situações aparentemente misteriosas nas quais congestionamentos surgem e se diluem espontaneamente.



Quantas vezes não passamos por uma situação em que o trânsito começa a andar novamente, sem motivo aparente para ter parado? A causa para tais retenções, se nossa hipótese estiver certa, é a pressa de alguns motoristas

Duas valiosas conclusões podem ser retiradas destas ideias. A primeira é que, quanto mais encostamos nos veículos à frente, mais contribuímos para piorar a qualidade do trânsito ao redor. A segunda: sempre que os veículos à frente começam a andar, a pior atitude é a de acelerar rapidamente para chegar logo à próxima posição de velocidade zero. A melhor atitude é tentar encontrar uma velocidade média, mesmo que muito baixa, que mantenha todos os veículos em movimento constante.

Antes de finalizar, seria importante entender os motivos que determinam essa dependência entre velocidade ideal de conforto e densidade de veículos na via. Acreditamos que um bom modelo, que simule em computador a situação de uma via com grande número de veículos em trânsito, ajudaria a obter essa resposta. Essa simulação deveria incluir o maior número possível de fatores, entre eles tempo de reação dos motoristas à variação da distância de conforto, comprimentos e massas dos diferentes veículos, atrito entre pneus e pista, mobilidade transversal dos veículos e outros. Talvez surgissem daí algumas outras ideias para tentar reduzir o estresse e o transtorno dos engarrafamentos. CH

FOTO CICERO RODRIGUES

DESCOMPASSO URBANO

O domínio das posições relevantes nos aparelhos governamentais que tratam da cidade, da habitação, dos serviços públicos e da infraestrutura urbana está voltado prioritariamente às mecânicas de renovação do próprio poder político

Tomo a liberdade de invadir a seara de cientistas políticos e de outros saberes, alguns dos mais expressivos deles presentes em *Ciência Hoje*, para comentar sobre o domínio do Estado brasileiro por parte de estamentos políticos voltados apenas a seus próprios interesses. Meu olhar é para as consequências desse domínio no âmbito do espaço construído nacional.

O sistema urbano brasileiro, como se sabe, em poucas décadas deu um salto vertiginoso: no crescimento demográfico, no número de domicílios, na expansão das cidades. Simultaneamente, vertiginoso também foi o aumento das carências: na infraestrutura, na mobilidade, na segurança pública, nos serviços urbanos. A cidade se apresenta como lugar do desenvolvimento e da desigualdade.

Os números evidenciam: 175 milhões de citadinos *versus* 12 milhões na década de 1940; 65 milhões de domicílios urbanos *versus* 2 milhões àquela época; ocupação urbana expandindo em taxas mais altas do que a população (portanto, reduzindo a densidade demográfica); 45% dos domicílios urbanos sem esgotos; tempos de viagem casa-trabalho crescentes (superior a duas horas diárias para um terço dos moradores das grandes cidades); número de automóveis aumentando 66% em oito anos, contra aumento de 11% da população; insegurança percebida como um dos maiores problemas sociais; escassez e precariedade na prestação dos serviços públicos.

Esse universo veio até aqui sendo construído mais ou menos no improviso. E é uma magnífica evidência da vitalidade do país e de seu povo.

O fato é que tal sistema tornou-se muito complexo – ao tempo em que a cidade, sobretudo a grande cidade, se insere como protagonista no contexto global contemporâneo, seja econômico, político ou social.

Não obstante, o Estado brasileiro continua alheio a tal patrimônio e a esse desafio. Uma evidência é a ausência de políticas públicas voltadas para as cidades, seja para a infraestrutura ou para os serviços públicos. Assim, os governos agem aquém de suas responsabilidades.

No entanto, se foi possível tratar as cidades no improviso, não será viável persistir nesse caminho: a qualificação do espaço urbano é elemento central para o desenvolvimento do país e para o vigor da democracia. Há de ser considerada, tanto no âmbito local como nas demais esferas de poder, uma estrutura de planejamento, por meio da qual as governanças possam ser efetivas. As metrópoles – e já as temos em mais de dezena – ainda não dispõem de estatutos minimamente consistentes.

Ocorre que o domínio das posições relevantes nos aparelhos governamentais que tratam da cidade, da habitação, dos serviços públicos e da infraestrutura urbana está voltado prioritariamente às mecânicas de renovação do próprio poder político. Por definição, têm vistas ao curto prazo, e se afastam de estratégias que impliquem investimentos constantes em períodos prolongados.

O Brasil percebeu tal conflito de interesses em alguns setores da administração federal, dando-lhes caráter de tarefa de Estado. É o caso da diplomacia, das forças armadas, da receita, entre outros poucos setores – e nestes não se inclui o urbano.

Certamente podemos dizer que a democracia levará ao aperfeiçoamento paulatino dos sistemas de poder. No nosso caso, porém, tem-se a sensação de crescente subordinação dos instrumentos administrativos por parte da política eleitoral. A tal ponto que, a cada troca de chefe do Executivo, trocam-se centenas ou milhares de titulares de funções de governo, alcançando terceiros, quartos e quintos escalões.

Essa organização político-eleitoral-administrativa há de ter responsabilidade na escassez de políticas públicas que estruturem o desenvolvimento e a democratização de nossas cidades. A persistir, o sistema urbano dificilmente desempenhará a contento o papel central que a própria democracia lhe exige. Um descompasso paradoxal.

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

Distanásia: por que prolongar o sofrimento?

LÉO PESSINI
Programa de Pós-graduação/Doutorado em Bioética, Centro Universitário São Camilo (São Paulo)

ILUSTRAÇÃO FOLHA

O termo 'distanásia', mais utilizado na área da saúde, é ainda pouco conhecido pelo público em geral, ao contrário de seu antônimo, 'eutanásia', que a todo momento ganha manchetes e causa debates. Sem dúvida, a eutanásia é muito menos praticada do que a distanásia em nossas instituições de saúde, notadamente nas unidades de terapia intensiva, que podem ser chamadas de catedrais contemporâneas do sofrimento humano.

Afinal, o que é distanásia? Essa palavra, ainda estranha até para grande parte dos profissionais da saúde, é conceituada pelo *Dicionário Aurélio* como "morte lenta, ansiosa e com muito sofrimento". Trata-se de um neologismo, de origem grega: o prefixo *dys* significa 'ato defeituoso' ou 'errado' e a palavra *thánatos* significa morte. A distanásia, portanto, é o prolongamento exagerado da agonia, sofrimento e morte de um paciente.

O termo também pode ser empregado como sinônimo de tratamento fútil e inútil, ou seja, uma atitude médica que, na intenção de estender a vida do paciente terminal, submete este a grande sofrimento. Essa conduta não prolonga a vida propriamente dita, mas o processo de morrer. Ela é chamada, na Europa, de 'obstinação terapêutica'. Nos Estados Unidos, a expressão usada é 'futilidades médicas'. Cabe, então, perguntar: até que ponto se deve prolongar o processo do morrer se não existe mais esperança de cura? Manter a pessoa 'morta-viva' artificialmente interessa a quem?

MORTE COM DIGNIDADE Partindo da perspectiva filosófica de que a morte é uma dimensão da existência humana, já que somos finitos e mortais, temos o direito não apenas de viver de modo digno, mas também o direito de morrer com dignidade, sem sofrimento ou sem um prolongamento artificial do processo do morrer (distanásia). Isso, porém, não nos dá o direito de abreviar a vida (eutanásia).

O novo Código de Ética Médica brasileiro, em vigor desde abril de 2010, introduziu uma grande novi-

Até que ponto se deve prolongar o processo do morrer se não existe mais esperança de cura? Manter a pessoa 'morta-viva' artificialmente interessa a quem?

dade nos cuidados de final de vida, ao se posicionar, no trecho que aponta os princípios fundamentais da atividade médica, contra a prática da distanásia: "Nas situações clínicas irreversíveis e terminais, o médico evitará a realização de procedimentos diagnósticos e terapêuticos desnecessários e propiciará aos pacientes sob sua atenção todos os cuidados paliativos apropriados". Essa conduta recebeu o nome de 'ortotanásia'. Na literatura jurídica brasileira, porém, é comum advogados e juízes ainda sem cultura ética e bioética confundirem os conceitos de eutanásia e de ortotanásia. A última deve ser entendida como a decisão de, diante da morte iminente e inevitável de um paciente, não abreviar sua vida (praticando a eutanásia) e muito menos prolongar inutilmente sua agonia (praticando a distanásia).

A tecnologia de sustentação artificial de vida precisa ser usada com sabedoria. Precisamos dizer um grande não à 'tecnolatria' e reconhecer que toda vida humana chega a um término, e que esse final deve ser marcado pelo respeito e pela dignidade.

A prática da distanásia continua forte e provavelmente aumentará mais no futuro, à medida que mais tecnologia for introduzida no cuidado de pessoas no final de suas vidas. Aqui é preciso sabedoria ética para perceber que, em determinadas situações, a vida de um ser humano está chegando a seu final e desconsiderar essa realidade é simplesmente um desastre. Por mais que a tecnologia progrida, e esperamos que continue a avançar, não nos dará o dom da imortalidade biológica.

Dados do Conselho Federal de Medicina revelam que atualmente, no Brasil, 30% dos internados em unidades de tratamento intensivo (UTIs) são pacientes em estado terminal, que não deveriam permanecer nessas unidades. Eles deveriam estar recebendo cuidados paliativos, ou seja, não sendo mais possível a cura, deveria ser dado a esses pacientes conforto e atenção a suas necessidades físicas, psíquicas, sociais e espirituais. No caso dos pacientes sem esperança de recuperação, o uso de recursos tecnológicos caríssimos para prolongar a vida, além de representar um gasto desnecessário, impõe mais sofrimento tanto aos doentes quanto aos familiares. É preciso ter a coragem de reconhecer que, em determinadas situações, chegamos a um limite. Devemos então proporcionar mais conforto e evitar a dor e o sofrimento desnecessários.

O DESAFIO DE CUIDAR Cultivar a sabedoria de integrar a morte na vida, como algo natural e inerente à própria vida, é indispensável. A morte não é uma doença e não deve ser tratada como tal. Podemos ser curados de uma doença classificada como mortal, mas não de nossa mortalidade e finitude humanas. A condição de existir não é uma patologia! Quando isso é esquecido, cai-se na tecnolatria e na absolutização pura e simples da vida biológica. Nesse contexto, instrumentos de cura e cuidado se transformam em ferramentas de tortura.

Exemplo nesse sentido foi dado pelo papa João Paulo II. Quando foi proposto a ele que voltasse para a UTI do hospital (Clínica Gemelli), o pontífice, percebendo que sua vida chegava ao momento final, recusou e simplesmente pediu: "Deixem-me partir, para o Senhor". Se o papa voltasse ao hospital e ficasse em uma UTI, sua vida certamente poderia ser prolongada por vários dias, mas em que isso o beneficiaria? O que se evitou aqui foi a distanásia.

Permanece como um grande desafio o cultivo da sabedoria de abraçar e integrar a dimensão da finitude e da mortalidade na vida, bem como oferecer cuidados holísticos (físico, social, psíquico e espiritual) no adeus final. É necessário exercitar profunda indignação ética em relação a tudo o que diminui a vida em um contexto social excludente (mistanásia) e se comprometer com a solidariedade. Ter convicções ligadas a limites opostos: de um lado, a não abreviar intencionalmente a vida (eutanásia), de outro, não realizar um tratamento fútil e inútil (distanásia), prolongando o sofrimento e adiando a morte inevitável.

Entre o não abreviar e o não prolongar está o cuidar com arte e humanidade, ou seja, garantir a morte em paz e sem sofrimento (ortotanásia), proporcionada pela prática dos cuidados paliativos. É um desafio grande aprender a cuidar do paciente fora das possibilidades terapêuticas, terminal, sem exigir retorno, com a gratuidade com que se cuida de um bebê, em um contexto social no qual tudo é medido pelo mérito! Assim como os humanos são cuidados ao nascer, devem também ser cuidados no final da vida. Cuidar é um desafio que une competência técnico-científica e ternura humana, sem esquecer que "a chave para se morrer bem está no bem viver!" CH

Ortotanásia: o direito à morte no tempo certo

RACHEL DUARTE MORITZ
Departamento de Clínica Médica
e Programa de Mestrado em Cuidados
Intensivos e Paliativos,
Universidade Federal de Santa Catarina,

ILUSTRAÇÃO/FOLHA

A realidade tecnológica do mundo atual tem levado muitas vezes à distanásia ou obstinação terapêutica, considerada a manutenção de terapia fútil ou inútil, que somente prolongará o morrer e aumentará o sofrimento do doente e de seus familiares. Surge então a luta pela ortotanásia, ou Limite de Esforço Terapêutico (LET), definido como condutas médicas restritivas, em que se limita o uso de certos recursos, por serem medicamentos inadequados ou inúteis. O esforço para que seja evitado o prolongamento do morrer é um ato humano que deve ser embasado em princípios éticos.

Os princípios fundamentais da bioética são a autonomia, a beneficência, a não maleficência e a justiça. A busca pelo respeito à autonomia tem gerado debates sobre a real influência das diretivas antecipadas da vontade nas decisões sobre condutas a serem tomadas, principalmente em relação aos pacientes inconscientes. A Resolução 1.995, aprovada pelo plenário do Conselho Federal de Medicina (CFM) em 2012, normatiza as diretivas antecipadas de vontade, definindo que o paciente poderá decidir, com a ajuda de seu médico, os procedimentos considerados pertinentes e aqueles aos quais não quer ser submetido em caso de terminalidade da vida.

Conflitos bioéticos podem surgir durante a tomada de decisão nas unidades de terapia intensiva (UTIs), onde os pacientes frequentemente estão inconscientes ou sofrem de doenças que os impedem de decidir, como traumatismo crânio-encefálico, quadros de coma por intoxicação ou por distúrbio metabólico e outros. Por outro lado, existem barreiras para que as diretivas antecipadas sejam efetuadas e seguidas, sobretudo em pacientes agudamente enfermos, pois é difícil prever todos os fatores que possam influenciar nas doenças, principalmente as que se instalam de forma aguda. Nesses casos, a adequada comunicação torna-se imprescindível para que possa ser respeitada a autonomia do paciente, mesmo que de forma presumida.

CUIDADOS PALIATIVOS Embora possa parecer fácil a definição dos conceitos da bioética, o avanço tecnológico do mundo moderno tem motivado amplos questionamentos a respeito dos mesmos. Até quando um paciente com doença de Alzheimer tem preservada sua autonomia? Quando ou até quando estaremos seguindo a beneficência ou a não maleficência ao prescrevermos um tratamento restaurativo a um paciente com doença terminal? Existe diferença ética entre a suspensão e a recusa de tratamentos considerados fúteis ou inúteis? De forma pragmática, seria possível responder a essas perguntas, mas são questões difíceis de serem escalonadas de forma coletiva. As decisões terapêuticas são individuais, baseadas em amplo contexto. Entretanto, sem sombra de dúvida, existe embasamento ético na promoção da ortotanásia e na implantação dos cuidados paliativos aos pacientes críticos.

Cuidado paliativo é uma forma de abordagem que visa à melhoria da qualidade de vida de pacientes e seus familiares que enfrentam doenças ameaçadoras à vida, por meio da prevenção, da identificação e do tratamento precoce dos sintomas de

Conflitos bioéticos podem surgir durante a tomada de decisão nas unidades de terapia intensiva, onde os pacientes frequentemente estão inconscientes ou sofrem de doenças que os impedem de decidir.

sofrimento físico, psíquico, espiritual e social.

AMPARO ÉTICO Em respeito aos princípios bioéticos, o Conselho Federal de Medicina (CFM) aprovou, em 2006, a Resolução 1.805. Nela é descrito: "Artigo 1°. É permitido ao médico limitar ou suspender procedimentos e tratamentos que prolonguem a vida do doente, em fase terminal, de enfermidade grave e incurável, respeitada a vontade da pessoa ou de seu representante legal". Esse artigo é complementado por quatro parágrafos: "1°. O médico tem a obrigação de esclarecer ao doente ou representante legal as modalidades terapêuticas adequadas para cada situação"; "2°. A decisão referida no *caput* deve ser fundamentada e registrada no prontuário"; "3°. É assegurado ao doente ou representante legal o direito de solicitar uma segunda opinião médica"; e "4°. Em se tratando de doente incapaz, ausente o representante legal, incumbirá ao médico decidir sobre as medidas mencionadas no *caput* deste artigo." O artigo 2° dessa resolução determina: "O doente continuará a receber todos os cuidados necessários para aliviar os sintomas que levam ao sofrimento, assegurada a assistência integral, o conforto físico, psíquico, social, espiritual, inclusive assegurando a ele o direito da alta hospitalar".

Houve amplo questionamento jurídico sobre essa resolução, que culminou com o reconhecimento do Ministério Público Federal de que "o CFM tem competência para editar a Resolução n° 1.805/06, que não versa sobre direito penal e, sim, sobre ética médica e consequências disciplinares". Em continuidade à luta pela legitimação da ortotanásia e dos cuidados paliativos, o CFM publicou o Código de Ética Médica no *Diário Oficial da União* de 24 de setembro de 2009. Na seção I (p. 90) desse Código destaca-se, entre os princípios fundamentais, o seguinte: "XXII – Nas situações clínicas irreversíveis e terminais, o médico evitará a realização de procedimentos diagnósticos e terapêuticos desnecessários e propiciará aos pacientes sob sua atenção todos os cuidados paliativos apropriados". Existe também a definição dada no parágrafo único do artigo 41: "Nos casos de doença incurável e terminal, deve o médico oferecer todos os cuidados paliativos disponíveis sem empreender ações diagnósticas ou terapêuticas inúteis ou obstinadas, levando sempre em consideração a vontade expressa do paciente ou, na sua impossibilidade, a de seu representante legal".

AMPARO JURÍDICO No que diz respeito às implicações legais da ortotanásia, pode-se afirmar que o direito à vida não implica uma obrigação de sobrevida. Segundo o jurista José Henrique R. Torre, o envolvimento dos médicos em causar ou apressar a morte de pacientes é proibido, mas há suporte ético para o aumento progressivo de medicação para alívio da dor em pacientes terminais, mesmo que isso traga risco à vida. Do ponto de vista jurídico, pode-se questionar se a ortotanásia pode ser considerada omissão. Entretanto, o médico, ao limitar ou suspender uma terapêutica, somente será considerado o causador da morte do doente se essa terapêutica tiver potencial para evitar a morte. Portanto, a suspensão ou a recusa de terapia fútil ou inútil não pode ser enquadrada como homicídio.

No caso do doente terminal, em face de doença incurável, os aparelhos de suporte são ligados ou mantidos não para evitar a morte, que é inevitável e inexorável, mas sim para manter a vida artificialmente.

A realidade da medicina intensiva tem se mostrado diferente com o passar dos anos. O envelhecimento da população e o melhor controle das enfermidades crônico-degenerativas têm modificado o perfil dos pacientes admitidos nas UTIs. Por outro lado, pacientes agudamente enfermos podem evoluir com falência de múltiplos órgãos e sistemas e se tornarem terminais dentro dessas unidades. Dessa forma, o médico intensivista é frequentemente exposto ao dilema de quando estará prolongando o morrer ao invés de salvando uma vida, e tem que optar por algum limite de esforço terapêutico, o que causa um estresse adicional àqueles que trabalham em UTIs. Ressalta-se que a suspensão de tratamentos fúteis não promove a morte e sim evita que o morrer seja alongado à custa de enorme sofrimento.

A discussão sobre ortotanásia, ou sobre o limite de esforço terapêutico, é um novo paradigma na medicina e nos faz inferir sobre a importância do treinamento de todos os médicos em cuidados paliativos. O grego Hipócrates (460-370 a.C.), chamado de 'pai da medicina', fez a primeira descrição do limite de esforço terapêutico ao afirmar que um dos papéis da medicina é "recusar-se a tratar dos que foram vencidos pela doença, entendendo que, em tais casos, a medicina torna-se impotente". CH

JOSÉ MURILO DE CARVALHO

Pensador do Brasil

MARIA ALICE REZENDE DE CARVALHO
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

ALICIA IVANISSEVICH
Ciência Hoje/RJ

A sociologia política e a história do Brasil devem ser imensamente gratas à matemática do ensino médio. Não fosse a reprovação no vestibular por um tropeço em uma equação de segundo grau, José Murilo de Carvalho teria cursado economia. Mas quis o destino – ou uma sólida educação voltada às humanidades – que um de nossos mais respeitados intelectuais seguisse pelas veredas das ciências sociais. Sorte nossa.

Mineiro de Piedade do Rio Grande, José Murilo nasceu em 1939 em uma modesta fazenda de gado leiteiro, sem luz elétrica nem água encanada, onde viveu até os 10 anos de idade. Segundo mais velho de 10 irmãos, lá teve uma infância dura, mas feliz. Tinha que participar das atividades rurais – tirar leite de manhã cedo – e das tarefas domésticas – recolher penicos e lavar os pés enlameados dos tios no fim da tarde. À noite, porém, havia espaço para a fantasia: com os irmãos, no chão de terra batida da cozinha, sentava-se junto ao fogo para ouvir as fantásticas histórias que Cecília, empregada analfabeta da casa, contava.

Andava e corria descalço pela propriedade fundada por seu bisavô e só foi calçar sapatos regularmente quando seu pai – que dava aulas aos filhos em meio às vacas – decidiu lhes dar uma educação formal. Aos 10 anos, José Murilo partiu com o irmão mais velho para o Seminário Seráfico Santo Antônio, em Santos Dumont (MG). "O regime de internato era duro", lembra. "O seminário marcou minha formação". Após cinco anos estudando sob o austero regime de frades franciscanos, novo destino, dessa vez mais longe: outro seminário, em Daltro Filho (RS), onde cursaria dois anos de filosofia.

José Murilo queria seguir a carreira de agronomia, mas, ciente de suas limitações na formação de exatas e biológicas, optou pela economia. Levou bomba em matemática. A alternativa mais próxima de sua educação clássica foi o curso de sociologia política, na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Passou em segundo lugar. Seu brilho começava a aparecer.

Ainda estudante, publicou seu primeiro artigo, sobre o poder local em Barbacena (MG). A partir daí, viria uma sucessão de artigos, capítulos e livros de repercussão nacional. Muitos deles com tradução em outros países.

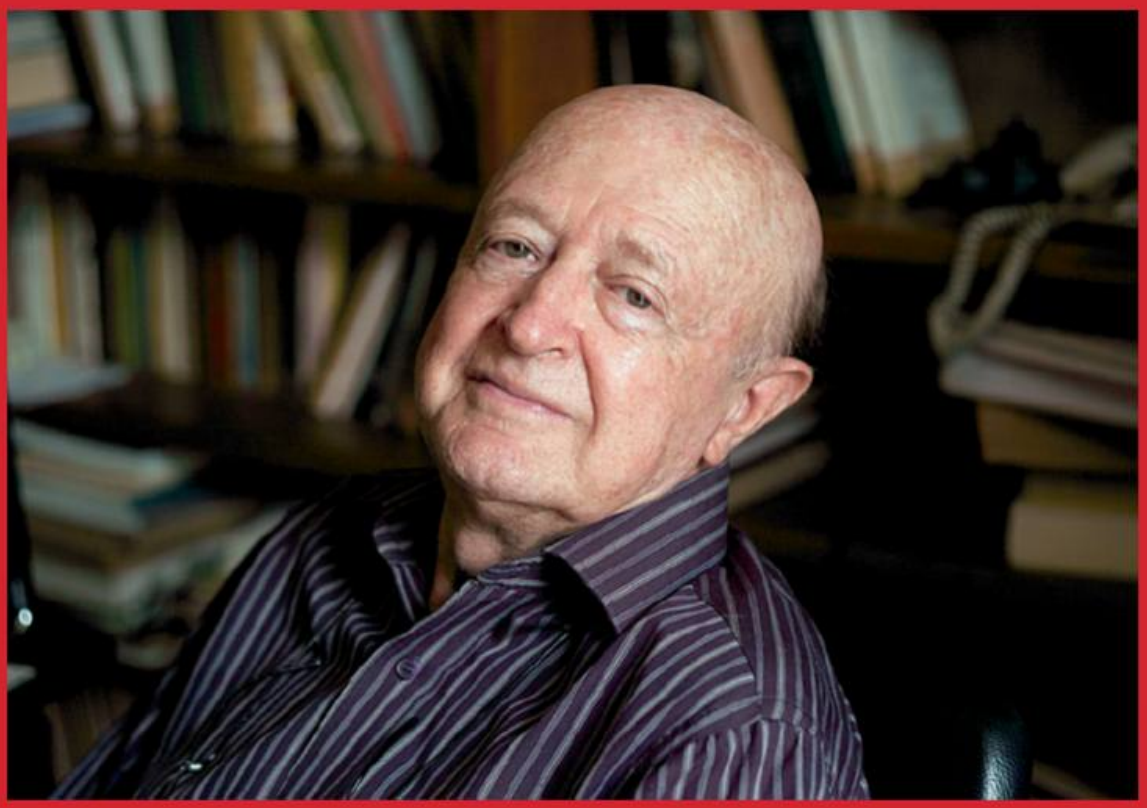


FOTO ZECA GUIMARÃES

Dissecou em suas obras o Brasil do Império e da Primeira República. Com elas, ganhou prêmios importantes, como o de melhor livro de 1988 da Associação Nacional de Pós-graduação em Ciências Sociais (Anpocs) – *Os bestializados* – e por duas vezes o Jabuti – em 1991, com *A formação das almas: o imaginário da República no Brasil* e, em 2008, com *Dom Pedro II: ser ou não ser*. Ganhou ainda o prêmio Casa de las Américas por *A cidadania no Brasil: o longo caminho*, em 2001. Atuou também na área de divulgação: fez parte do conselho editorial da *Ciência Hoje* e da *Revista de História*, da Biblioteca Nacional.

Em sua passagem pela Universidade Stanford (EUA), onde concluiu o mestrado (1969) e o doutorado (1975) em ciência política, teve contato com nomes de peso das ciências sociais, como Gabriel Almond, Heinz Eulau, Sidney Verba. A tese de doutorado, em que analisa o perfil das elites políticas brasileiras no século 19 e sua relação com os partidos imperiais, deu origem a uma obra de fôlego, publicada em dois volumes: *A construção da ordem: a elite política imperial* e *Teatro de sombras: a política imperial*.

As principais instituições de ensino e pesquisa do país em humanidades contaram com o lampejo erudito de José Murilo. Ele ajudou a criar a pós-graduação em ciência política na UFMG e o doutorado na mesma área no Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro (Iuperj) e colaborou na pós-graduação em história na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Orientou 12 monografias, 20 dissertações de mestrado e 19 teses de doutorado. Trabalhou ainda como pesquisador na Casa de Rui Barbosa e no Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil. No exterior, foi pesquisador e professor visitante do Instituto de Estudos Avançados, em Princeton (EUA), nas universidades de Notre Dame, Irvine, Stanford (todas nos EUA), Leiden (Holanda), Oxford e Londres (Inglaterra) e na Escola de Altos Estudos em Ciências Sociais (França).

Em 2003, foi eleito membro da Academia Brasileira de Ciências e, no ano seguinte, da Academia Brasileira de Letras. Recebeu homenagens importantes, como a Medalha de Oficial e Comendador da Ordem de Rio Branco (1989), a Grã-Cruz da Ordem Nacional do Mérito Científico (1998) e o Prêmio Almirante Álvaro Alberto (2008). Desde 2011, é professor emérito da UFRJ, onde lecionou por 12 anos até se aposentar.

Misto de historiador, sociólogo e cientista político, José Murilo é um intelectual que, como seu pai, preza a ética do trabalho e cultiva a honestidade, a correção e a civilidade. E como Aluízio Teixeira, ex-reitor da UFRJ, o definiu certa vez, é acima de tudo um grande pensador do Brasil.

>>>

Em 1939, nos braços da mãe, Maria Angélica Ribeiro, com o irmão mais velho e seu pai (no lado direito da foto). À esquerda, os avós e tios maternos. Ao fundo, fazenda Santa Cruz, construída em 1863 por Custódio Camilo Ribeiro, avô de José Murilo, onde ele viveu até os 10 anos

Qual a origem de sua família? Como foi a sua infância? Minha família é de origem portuguesa, de ambos os lados. Os Ribeiro, por parte de mãe, e os Carvalhos, de pai, vêm de Braga e da Ilha de Faial [nos Açores]. Chegaram a Minas no começo do século 18. Passei a infância na fazenda de Santa Cruz, fundada por meu bisavô, Custódio Camilo Ribeiro, em 1863. Existe até hoje. Não havia luz elétrica nem água. À noite, Cecília, empregada analfabeta descendente de escravos, contava histórias dos Irmãos Grimm para as crianças. Na época éramos cinco irmãos (depois vieram mais cinco). Sentados no chão da cozinha, de terra batida, ouvíamos essas histórias em volta de uma fogueira. Cecília reproduzia as histórias que tinha ouvido da mãe, que as ouvira da avó, que por sua vez as tinha ouvido provavelmente de alguém de origem portuguesa. Mas dava sua contribuição: ao falar dos castelos, para descrever a riqueza dos reis, dizia: "Tinha um castelo com uma horta cheia de couves", ou então falava das "vacas batendo chifre no pasto". O interessante é que nós, crianças brancas, fomos introduzidos à tradição do folclore europeu por uma analfabeta de origem africana! Contadoras de história como a Cecília fizeram um trabalho extraordinário na formação de várias gerações brasileiras, abrindo o reino da fantasia para as crianças. Alguns irmãos reunimos esses relatos no livro *Histórias que a Cecília contava* (editora UFMG).

Em sua casa, as crianças trabalhavam, não é? Como era sua rotina? Era dura. Acordávamos cedo para tirar leite. Andávamos descalços no barro. Meu avô fazia manteiga, que era levada em lombo de burro para a estrada de ferro e daí para o Rio de Janeiro. Não tínhamos água dentro de casa. O banheiro era fora. Em casa, usávamos penicos. E quem lavava os penicos éramos nós, as crianças. Entre as tarefas domésticas, a que mais me humilhava, no final do dia, quando meus tios chegavam cansados e tiravam as botas, era lavar seus pés. A gente trabalhava feito condenado. Eu gostava de lidar com as vacas, ajudando meus tios. Mas, apesar de toda a dureza – no inverno geava e era frio andar descalço –, lembro dessa época com saudade.

Quando usou sapatos pela primeira vez? Todo sábado havia uma sessão para tirar bicho de pé [risos]. Só usávamos sapatos quando íamos à cidade. Como [o naturalista francês Auguste de] Saint-Hilaire disse quando viajou por Minas, havia lá "cidades de domingo". Os arraiais mais próximos, Piedade do Rio Grande e Santana do Garambéu, só enchiam nas festas – Natal, Semana Santa, Festa da Padroeira – e um pouco nos fins de semana. Aí a família inteira ia de carro de boi. Tínhamos uma casa lá, que ficava fechada. Só então púnhamos sapatos, que torturavam nossos dedos. Passei a usar sapato regularmente só quando fui para o internato.

Sua educação inicial foi na fazenda? Não fiz o primário. Fui alfabetizado por meu pai, junto com meus irmãos, no meio das vacas. Ele se formou em odontologia; o único da família a fazer curso superior. Um dia, ele viu um dentista prático tratando os dentes de sua mãe, que pegava o alicate e cortava os dentes dela, para depois colocar uma dentadura. Ela sofria desesperadamente. Foi então que decidiu ser dentista, para tratar dos dentes da mãe. Por inspiração de um tio, que tinha feito advocacia, foi estudar em Ouro Preto e terminou o curso em Belo Horizonte. Ele passou a valorizar muito a educação. A partir de seu exemplo, todos os irmãos e cunhados passaram a pôr os filhos na universidade. Ele costumava dizer: não vou deixar dinheiro para ninguém, vou deixar educação. Os 10 filhos fizeram curso universitário.

Que idade tinha quando foi para o internato? Foi em 1950. Tinha 10 anos. Fui com meu irmão mais velho para o Seminário Seráfico Santo Antônio, em Santos Dumont. Éramos crianças, quase nunca saíamos de casa e, de repente, nos levaram para longe. Um tio nos levou. Ficamos chorando. Foi terrível. Meu irmão não se adaptou; após um ano, escreveu para casa pedindo para sair. Eu fiquei mais tempo. Era uma crueldade, mas era comum na época e meu pai achava que tínhamos que ter uma educação formal. Nunca entendi bem por que não nos

José Murilo no Seminário Seráfico Santo Antônio, em Santos Dumont (MG)

colocou numa escola pública em Barbacena, mais perto. Fiquei lá uns cinco anos. O seminário marcou minha formação pela disciplina e pela orientação para as humanidades. Depois fui para outro seminário no Rio Grande do Sul.

Alguma vez pensou em ser padre? Era o que minha avó e minha mãe queriam, mas não eu. Fiquei no Rio Grande do Sul por três anos. Meu contato com a família foi ficando cada vez mais escasso. Depois fui para Divinópolis, para outro convento, de onde saí e entrei para a universidade. Queria fazer agronomia, mas não tinha base nas áreas de física, química, biologia, matemática. O ensino no seminário era clássico. Meu primeiro vestibular, em 1962, foi na Faculdade de Ciências Econômicas (FACE) da Universidade de Minas Gerais, hoje UFMG, para economia, curso de prestígio, mas na prova oral fui reprovado porque não consegui resolver uma equação de segundo grau. Então, numa segunda chamada, tentei o curso de sociologia política. Aí tirei de letra, fiquei em segundo lugar. Na FACE, estudavam vários alunos que se destacaram nacionalmente, como Herbert de Souza [Betinho], Henfil, Vinicius Caldeira Brant, Simon Schwartzman, Amaury de Souza, Bolívar Lamounier, Fábio Wanderley Reis, Cláudio Moura Castro, Edmar Bacha, Paulo Haddad. Havia quatro cursos lá: economia, administração de empresas, administração pública e sociologia política. O diretor, Ivon Leite de Magalhães Pinto, era um déspota esclarecido. A faculdade funcionava muito bem e possuía um sistema de bolsas, pioneiro no Brasil, para alunos de graduação, criado pelo diretor. Era um Pibic [Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica] *avant la lettre*.

Como se mantinha em Belo Horizonte? No primeiro ano de faculdade, depois de servir o exército, trabalhei. No segundo, ganhei a bolsa. Os bolsistas ficavam trancados o dia inteiro, vigiados por um porteiro. Para entrar ou sair, assinávamos num livro de ponto. Tínhamos que dar assistência aos colegas e escrever uma monografia por ano. Minha primeira monografia rendeu um artigo sobre poder local – 'Barbacena: a família, a política e uma hipótese' –, publicado em 1966 na *Revista Brasileira de Estudos Políticos*, da Faculdade de Direito. O diretor da revista, Orlando Carvalho, me ajudou muito; um aluno de graduação publicar um artigo numa revista nacional era muito importante para a carreira.

E a pós-graduação? Quando estava me formando, em 1965, a Fundação Ford chegou ao Brasil. Antes dela, para fazer pós-graduação em ciências sociais só na Flacso [Faculdade Latino-americana de Ciências Sociais], que funcionava em Santiago do Chile. Alguns de meus professores, como o Simon [Schwartzman], tinham feito mestrado lá. No Rio, a Fundação Ford apoiou o Iuperj (ciência política e sociologia) e o Museu Nacional (antropologia); em São Paulo, o Cebrap [Centro Brasileiro de Análise e Planejamento] e, em Minas, a UFMG (ciência política). Ela foi responsável pelos primeiros cursos de pós-graduação em ciências sociais e ainda financiou um comitê interdisciplinar que antecedeu a Anpocs. Vários jovens professores e alunos dessas instituições foram aceitos para fazer pós-graduação em universidades americanas. Simon foi para Berkeley, Fábio [Wanderley] para Harvard, Amaury de Souza e Antonio Octávio [Cintra] para o MIT [Massachusetts Institute of Technology], [Mário] Machado para Chicago, Bolívar [Lamounier] e César Guimarães para Los Angeles. Eu fui para Stanford. Do Iuperj, Wanderley Guilherme foi para Stanford, onde nos conhecemos.

Essa diáspora aconteceu em plena ditadura militar... Sim. Foi complicado, porque todos estávamos metidos em política. A Faculdade tinha liderança nacional. O Vinícius Caldeira Brant, que foi presidente da UNE [União Nacional dos Estudantes], o Betinho, Juarez Brito e outros estavam lá. Havia uma direita laica, truculenta, outra religiosa, da TFP [Tradição, Família e Propriedade] e uma esquerda dividida em AP [Ação Popular], PC [Partido Comunista] e Polop [Política Operária]. Eu fazia sindicato rural na AP. Depois do golpe, ficamos perdidos. Alguns professores foram presos, outros tiveram que sair do país. Então, a bolsa da Fundação Ford chegou na hora certa. Fui para os Estados Unidos em 1966 e voltei em 1969.

Que pessoas mais influenciaram sua formação universitária? O professor Francisco Iglesias, sem dúvida. Havia também o Júlio Barbosa, do ISEB [Instituto Superior de Estudos Brasileiros], que editou a *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, a mais importante do Brasil na área. Curiosamente, Belo Horizonte tinha nessa época as duas melhores revistas de ciências sociais do país: a do Júlio e a *Revista Brasileira de Estudos Políticos*. O Iglesias acabou me influenciando na orientação para história. Era um excelente professor, adorava literatura e cinema, tinha contato com os principais intelectuais e literatos mineiros e com colegas da USP. Orlando Carvalho também foi importante por me fazer interessar por ciência política e, naturalmente, por publicar meus trabalhos.

E, nos Estados Unidos, com quem conviveu? Lá tive aulas com os mais conhe- >>>

Em sua formatura em sociologia política na Universidade Federal de Minas Gerais, em 1965

Membros do Comitê Assessor em Ciências Sociais (criado pela Fundação Ford) que deu origem à Anpocs, em 1978. Da esquerda para a direita, Shepard Forman e Priscila (representante e secretária da Fundação), Otávio Velho, Sílvio Maranhão, José Murilo, Fábio Wanderley Reis, Klass Wortman, Ruth Cardoso e Juarez Brandão Lopes. Agachado, abaixo, Boris Fausto

cidos cientistas políticos americanos do momento: Gabriel Almond, Sidney Verba, Heinz Eulau. Meu orientador era Robert Packenham, que estudava o Brasil. Outro professor foi o John Wirth, um brasilianista que escreveu sobre Minas Gerais e o período Vargas. O regime de estudo era pesado. Nunca estudei tanto, inclusive nos fins de semana.

Sua tese de doutorado mudou a historiografia que existia sobre o império no Brasil, a partir de uma análise da elite política da época. Elite política na época era palavrão. Trabalhei com elite, partidos, eleições, políticas públicas, usando muitas tabelas. A historiografia anterior ou era puramente descritiva ou era tributária do marxismo. Minha geração aprendeu história econômica do Brasil lendo Caio Prado Júnior [1907-1990] e Celso Furtado [1920-2004]. A tese deu origem a dois livros de história política do século 19.

Esse é seu primeiro livro? Não. Em Stanford, depois de terminar os créditos do doutorado, passei por um exame geral da matéria e voltei ao Brasil para fazer a tese, ao mesmo tempo em que ajudava a montar a pós-graduação. Foi quando Simon, que estava na Finep [Financiadora de Estudos e Projetos], me pediu um trabalho que virou livro. A primeira edição de *A Escola de Minas de Ouro Preto* saiu em 1978 pela editora Nacional, com introdução do Iglesias. Esse talvez seja até hoje o livro mais marcadamente de história que escrevi. Fiquei 15 dias em Ouro Preto, com três bolsistas, escarafunchando todos os arquivos da Escola. Enquanto fazia a tese, escrevi ainda um capítulo sobre os militares – 'As forças armadas na Primeira República: o poder desestabilizador' – para o segundo volume, tomo III, da *História geral da civilização brasileira*, organizado pelo Boris Fausto. O tema das forças armadas não fazia então parte da agenda das pesquisas acadêmicas. Enfrentei-o com o apoio de Edmundo Campos, que depois também veio para o Iuperj.

E como foi a volta dos Estados Unidos? Voltamos, pelo menos eu, com visão positivista das ciências sociais, com muita ênfase na empiria. Até minha escrita enferrujou. Tinha aprendido a valorizá-la com meu pai, que fazia questão de falar e escrever corretamente. Ele era um ET na fazenda. Chamava os trabalhadores pelos nomes do registro de batismo. Um dia chamou um senhor José Clotilde, mas ninguém respondeu. Na terceira vez, alguém teve um estalo e disse: "Zé Colote, é você!" [risos]. O português dele era incompreensível para essas pessoas. Quando fui para o internato, a gente se correspondia, e toda carta que lhe mandava passava por seu crivo gramatical. Iglesias, que prezava a língua e a literatura, também me influenciou nessa área. Nos Estados Unidos, perdi essa preocupação, o estilo não era valorizado. Ao voltar, tive que recuperar o português e o fiz quando comecei a escrever para jornal.

Como foi montar a pós-graduação em Minas? Começamos do zero, com apoio da Fundação Ford. Havia recursos para o envio de bolsistas ao exterior e também para pesquisa. Fiquei na UFMG de 1969 a 1978, quando vim para o Iuperj, onde já existia um mestrado em sociologia e outro em ciência política. Ajudei a montar o doutorado. Quem me convidou foi Wanderley Guilherme. A essa altura, tinha percebido que, para estudar história nacional, era importante morar no Rio, porque aqui estavam os arquivos e bibliotecas nacionais. Os estudos de ciência política no Brasil, sobretudo na USP, seguiam uma orientação francesa, era mais filosofia política. Nosso grupo passou a fazer mais pesquisa empírica, a usar números, a diversificar o campo de investigação. Foi um corte. De algum modo, era o que Orlando Carvalho já vinha fazendo, apesar de sua formação em direito. Durante a ditadura não fazia sentido estudar partidos, eleições, congresso. Isso foi motivo de crítica. Mas quando veio a abertura passou a fazer sentido e já existia gente preparada para enfrentar esses temas. Mesmo assim,

ainda éramos um grupo de transição. Fazíamos ciência política, mas com perspectiva histórica e sociológica. Hoje a ciência política é mais especializada, virou uma politicometria. Não tenho qualquer empatia com isso.

O senhor se sente mais cientista político ou historiador? Na Casa de Rui Barbosa, comecei a trabalhar mais diretamente com história. Foi quando publiquei *Os bestializados* e depois *A formação das almas*. Esses livros têm muito a ver com um período marcante que passei no Instituto de Estudos Avançados de Princeton, entre 1980 e 1981. A concepção dessa instituição é fantástica. Seu fundador escreveu um texto intitulado 'A utilidade do conhecimento inútil', em que delineou o que deveria ser o instituto. Teria um núcleo pequeno, com duas ou três pessoas de quatro áreas – matemática, física, história e ciências sociais. Cada ano convidariam uns 50 pesquisadores do mundo inteiro para passar lá um ano acadêmico. A tarefa seria pensar e escrever. As exigências eram almoçar com os colegas no Instituto – ouvindo sempre uma palestra –, participar de um grupo de discussão e, em caso de publicação, dar o crédito ao Instituto. O primeiro convidado para o corpo permanente foi Albert Einstein. Do Brasil, Fernando Henrique [Cardoso] foi um dos convidados. Lá encontrei Albert Hirschman, pessoa extraordinária, que acaba de falecer. Convivi também com Robert Darnton, Clifford Geertz, Michael Walzer, Ernst Gombrich, John Elliot e outros. Pessoas de alto nível. Um modelo institucional extraordinário, de luxo. *A formação das almas* tem muito a ver com o que aprendi em Princeton. Nesse livro, me afastei bastante da ciência política e me aproximei da história, com ênfase na história cultural – que na época quase inexistia em nossas universidades – e com proximidade da arte, da caricatura e da literatura. Já saíra do Império para a República em *Os bestializados*. Em *Formação* dei sequência à mudança cronológica, com alteração mais acentuada de abordagem.

História pode ser considerada ciência? Por muito tempo, a história foi uma variedade da retórica. O cientificismo histórico começou no século 19 com [Leopold von] Ranke. Mas as grandes obras de historiadores europeus são narrativas com um bom ingrediente de imaginação. Para completar um quadro histórico, há que se basear em dados, mas as fontes disponíveis nunca são suficientes. Não se pode dispensar a imaginação histórica. Boa parte dos historiadores positivistas acham que estão fazendo ciência, mas mesmo em sua obra há elementos ficcionais. Nesse sentido, a história está mais próxima da literatura, da antropologia e da etnografia do que das ciências exatas, ou mesmo da sociologia e da ciência política. Quando saí do Iuperj e fui para o Departamento de História da UFRJ, em 1997, encontrei lá o mesmo tipo de abordagem: os alunos tinham que ter formação teórico-metodológica, adotar marco teórico, desenvolver hipóteses etc., típico da visão da história como ciência. Não vejo assim a história.

Acha possível divulgar história? Acho difícil divulgar história. Podem-se divulgar resultados de pesquisas históricas. Mas eles serão sempre provisórios e precários. A história do Brasil, qualquer história, está e estará sempre sendo refeita, não há uma verdade histórica, não há leis rígidas, há tendências, probabilidades, versões. A ideia de divulgar a história pode dar a impressão (e isto é o que a maioria dos leitores busca) de fixidez e de certeza, o que seria uma enganação, no máximo uma criação de memória.

É na vinda para o Rio que o grande público começa a frequentar sua obra? Sim, foi a partir de *Os bestializados*, de 1987, que já está na 20ª reimpressão, assim como *A formação das almas*. Do primeiro, já foram vendidos cerca de 80 mil exemplares. Quando vim para o Rio, comecei também a escrever em jornais. Publiquei o primeiro artigo no jornal *Politika*, a convite de Oliveira Bastos e Sebastião Nery. Mas onde mais publiquei, a partir da década de

JORNAL DO BRASIL

Idéias

LIVROS

José Murilo de Carvalho

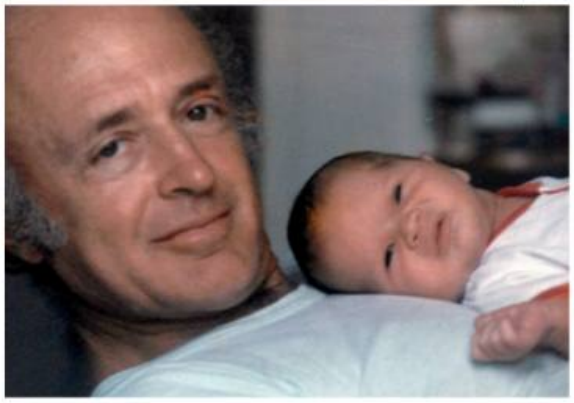
Homem de Idéias 1989

1980, foi no *Jornal do Brasil*. Creio que ganhei alguma visibilidade em 1989, no centenário da República, quando o caderno 'Ideias' do *Jornal do Brasil* me concedeu o título de 'intelectual do ano'. Na ocasião, José Castello publicou uma longa entrevista comigo sob o título 'Ainda não proclamamos a República'. Com a experiência jornalística, tive que aprender a escrever para o grande público de forma clara, simples, concisa. O aperfeiçoamento da escrita é processo que não tem fim, até hoje é uma batalha. Foi talvez em *Dom Pedro II*, destinado ao grande público, que mais caprichei na escrita.

Como foi sua passagem do Iuperj para a UFRJ? No Iuperj eu não tinha dedicação exclusiva, porque também trabalhava na Casa Rui, onde fiquei de 1986 até 1996. Poderia ter ficado por lá, mas, na época, o [Luiz Carlos] Bresser-Pereira estava ameaçando demitir todo mundo que não tivesse concurso. Então fiz concurso para professor titular da UFRJ em 1997, onde permaneci até me aposentar, em 2009. Deram-me em 2011 o título de professor emérito, o que me permite continuar exercendo atividades, como dar aulas, orientar alunos, participar de reuniões.

Junto com o jurista Celso Lafer, o senhor é o único brasileiro a ser membro das academias brasileiras de Letras (ABL) e de Ciências (ABC). Como foi sua entrada nesse mundo? Não estava em meus planos fazer parte da ABL. Achava-a

>>>



José Murilo com seu filho, Jonas, em 1986

Com seu pai, Sebastião Carvalho de Souza, na casa paterna em Belo Horizonte, na década de 1990

Na posse da Academia Brasileira de Letras, em 2004, com sua mulher, Norma

distante e diferente da universidade. O [Luiz] Werneck [Vianna] foi o primeiro a me dizer que deveria pensar no assunto. Então comecei a rever minha posição, tive contato com pessoas lá de dentro e passei a aceitar a ideia. A entrada para a ABC foi diferente. Um dia recebi a informação de que tinha sido eleito. Há grande diferença entre as duas academias no que se refere ao processo de eleição. A ABC segue critérios estritamente meritocráticos; ninguém pode candidatar-se nem pedir votos. A ABL segue o modelo da Académie Française, que se poderia chamar de aristocrático, embora ela tenha sido fundada por republicanos. Na escolha de seus membros entram vários critérios além do mérito literário, como amizades, conexões, prestígio social. Pertencer às duas é de fato algo raro. Em meu caso, talvez se deva em parte às características de minha carreira. Sinto-me muito honrado em ser membro das duas.

O senhor formou uma geração inteira de pós-graduados... Foram cerca de 50 entre doutores, mestres e alunos de iniciação científica. A experiência foi rica e variada. Houve orientandos muito bons, outros nem tanto. Sempre pensei em escrever um pequeno texto criando uma tipologia de orientandos [risos]. O melhor orientando é aquele que após discutir as ideias centrais do projeto caminha sozinho, faz consultas ocasionais e um dia aparece com a tese, como a Maria Alice Carvalho. O pior é o inseguro, que exige atenção constante e cujo texto tem que ser revisto, tornando-se o orientador quase um coautor da tese. Orientar exige sabedoria, capacidade de adaptação às características de cada aluno. O equilíbrio entre incentivo e cobrança varia conforme o estudante. Alguns precisam de prazos rígidos, outros paralisam quando muito cobrados.

Com relação aos livros que publicou, tem algum que considere mais importante? Livros são filhos, não é bom preferir um aos outros. Mas a primeira publicação a gente nunca esquece. Refiro-me ao estudo sobre Barbacena que já combinava história e teoria social. O capítulo sobre as forças armadas foi contra a corrente. Liberais não estudavam militares na política por considerarem a intervenção uma aberração; para marxistas, militares eram simplesmente o braço armado do estado burguês. O artigo foi publicado em 1974, em plena ditadura militar. Os dois livros resultantes da tese de doutorado também foram contra a corrente e só depois do fim da ditadura passaram a ser mais lidos. Mas um artigo e um livro me deram muito prazer em escrever. O artigo foi 'Os bordados de João Cândido', publicado em *Pontos e bordados* em 1998. Resultou de uma dessas descobertas inesperadas. Estava no Museu de Arte Regional de São João Del Rei, quando alguém me perguntou se conhecia os bordados do João Candido. Paralisei. Nunca tinha ouvido falar disso. Como eles teriam ido parar em Minas? Quem os levou? Para encurtar a história, um sargento da tropa de S. João que foi chamada ao Rio durante a Revolta da Vacina tornou-se carcereiro de João Cândido, com quem fez amizade e de quem ganhou duas toalhas bordadas que depois doou ao Museu. A partir dos bordados, à maneira de Clifford Geertz, tentei entender João Cândido e a Marinha. O livro é *A formação das almas*, de que já falei e que acaba de sair nos Estados Unidos com o título *The formation of souls*.

Nos últimos anos, o senhor vem recuperando e publicando textos históricos importantes, que estavam perdidos nos arquivos, fazendo edições em que eles aparecem contextualizados e com ensaios introdutórios. Quais são os principais trabalhos nesse sentido? Alguns desses livros têm a ver com a recuperação da obra de autores tornados malditos, como Oliveira Viana. Outros, com autores importantes, mas pouco valorizados como o visconde do Uruguai (*Ensaio sobre o direito administrativo*) e José de Alencar (as

Na posse na Academia Brasileira de Ciências, em 2003, com seu filho, Jonas, sua mulher, Norma, e seu enteado, Diogo

Cartas de Erasmo). Outros trazem material novo. Com Leslie Bethell, coletamos e publicamos a correspondência de Joaquim Nabuco com os abolicionistas britânicos. Com Leslie e Cícero Sandroni, levantamos, sob o patrocínio da ABL, todos os artigos de Nabuco como correspondente internacional do *Jornal do Commercio*, *O Paiz*, o *Jornal do Brazil*, e *La Razón* do Uruguai. O livro deve sair neste semestre pela Global em coedição com a ABL. Há também os livros apoiados pelo Pronex [Programa de Apoio a Núcleos de Excelência]. Um grupo de pesquisa (Pronex) financiado pelo CNPq e pela Faperj, formado por cerca de 20 colegas de várias universidades, vem desenvolvendo trabalhos sobre o século 19. Já publicamos quatro volumes coletivos e promovemos quatro seminários internacionais. A ideia do projeto era trabalharmos juntos para produzirmos uma visão integrada do século 19. A historiografia sobre o Oitocentos tem-se desenvolvido muito, mas de maneira fragmentada. Tentamos promover um diálogo entre as várias especializações, porque hoje é quase impossível para um pesquisador isolado cobrir todo o período de maneira integrada e inovadora. Descobrimos que também não é fácil para um grupo chegar a esse resultado. Fico pensando se ainda não é cedo para abandonarmos o ensaísmo criativo à maneira de Sérgio Buarque e Raymundo Faoro.

Ainda há uma longa lista de apresentação de livros de autores, que foram seus estudantes. É verdade. Ser orientador quase exige apresentar o trabalho dos orientandos. Há vários livros de ex-orientandos da UFMG, do Iuperj e da UFRJ com orelha ou introdução minha. Já me chamam de otorrino de livros [risos]. Mas a primeira orelha que escrevi foi de *Doces lembranças*, as memórias de meu pai, Sebastião Carvalho de Souza. Tinha uma enorme admiração por ele. Era um homem de forte apego à família, grande senso de responsabilidade, honestidade quase irritante, absoluta correção moral e que valorizava o trabalho de forma extraordinária. Disse dele que tinha a ética protestante sem o espírito do capitalismo [risos]. Viveu 93 anos. Minha mãe ainda vive, está com 95.

Falando um pouco de sua vida familiar, quando começou a namorar, a casar? Porque foram vários casamentos... Foram quatro. Só fui casar depois que voltei dos Estados Unidos, com a socióloga Laura da Veiga, então minha aluna na pós-graduação na UFMG, uma profissional séria e muito competente. Nos separamos logo antes de eu vir para o Rio. Aqui, vivi quatro anos com a historiadora Maria Cecília Velasco e Cruz. Meu terceiro casamento foi com a jornalista Sandra Regina, que já tinha um filho, Diogo Louzada. Ficamos juntos 15 anos. Com ela tive meu único filho, Jonas, hoje com 26 anos. Ele estudou cinema na PUC-Rio e se especializou em sonoplastia. Desde 2001, vivo com a historiadora Norma Cortes [Gouveia de Mello], com quem me casei em 2009. Norma é professora de história da UFRJ e uma excelente crítica de meus trabalhos.

O senhor obteve homenagens e prêmios importantes, como o Jabuti e o Almirante Álvaro Alberto. Entre tantas premiações, de qual se orgulha mais? Sem dúvida, o Álvaro Alberto. É o grande prêmio dos pesquisadores brasileiros, o nosso Nobel. Foi grande honra tê-lo recebido. Os dois Jabutis também muito me honraram, sobretudo por valorizarem também a escrita. Meu único prêmio internacional foi o Casa de las Américas, do governo cubano, pelo livro *Cidadania no Brasil*. Em matéria de homenagem, destaco os títulos de pesquisador emérito do CNPq (2008) e o de professor emérito da UFRJ (2011). Para satisfação minha, o processo de concessão deste último foi deslanchado por um abaixo-assinado de 500 alunos – a maioria da graduação. E isso sem nunca ter sido professor que paparica aluno. Pelo contrário, muitos me achavam exigente demais.

Em que o senhor vem trabalhando ultimamente? Em um grande projeto com a professora Lúcia Bastos, da Uerj, e o professor Marcello Basile, da UFRRJ [Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro], de levantamento e publicação dos panfletos da independência (1820-1823). Os panfletos manuscritos acabam de ser publicados pela Cia. das Letras/UFMG com o título *Às armas, cidadãos!*. Os panfletos impressos, cerca de 350, devem começar a sair este ano. Calculamos um total de quatro volumes de umas 800 páginas cada. O material estava disperso em vários locais, como as bibliotecas nacionais do Rio, de Lisboa e do Uruguai, o Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro, o Arquivo do Itamaraty, a biblioteca de José Mindlin, e a Oliveira Lima, de Washington. A ideia é colocar todo esse material, acompanhado de introdução e notas, à disposição dos pesquisadores. Os panfletos dão uma ideia nova da independência. Se não houve uma guerra de tiros, houve – para usar uma expressão da época – uma guerra literária, um grande debate transatlântico de ideias, proposições e projetos.

Se o senhor tivesse que se autodefinir em poucas palavras, o que diria? Nunca me perguntaram isso. É constrangedor. Tenho tentado ser um profissional honesto, dedicado ao trabalho, cumpridor de meus deveres. Nada excitante. Herdei isso de meu pai. Pelo resto, a vida e os amigos, como vocês, me têm tratado muito bem. CH

Bridges e os mecanismos da herança

1913 HÁ 100 ANOS TINHA-SE PROVA DIRETA DA TEORIA CROMOSSÔMICA DA HEREDITARIEDADE. Em 1913, o geneticista americano Calvin Blackman Bridges (1889-1938) publicou seus achados acerca da não disjunção dos cromossomos sexuais, durante a meiose, na mosca-das-frutas (*Drosophila*). No artigo em que apresentou esse resultado e em outros dois, publicados posteriormente, ele afirma que a não disjunção provava de modo direto a teoria cromossômica da hereditariedade, que à época muitos ainda não aceitavam. Esses estudos foram de importância capital para a integração entre a nascente ciência da genética e a citologia. Com Alfred Sturtevant (1891-1970) e Hermann Muller (1890-1967), Bridges foi um dos primeiros e mais ativos membros da equipe do biólogo americano Thomas Morgan (1866-1945). O grupo se notabilizou pelas pesquisas feitas na famosa 'sala das moscas' na Universidade de Colúmbia, em Nova York, e depois no Instituto de Tecnologia da Califórnia, lançando as bases da genética clássica.

JOÃO CARLOS M. MAGALHÃES
Departamento de Genética,
Universidade Federal do Paraná

FOTO: SMITHSONIAN INSTITUTION ARCHIVES

Calvin Blackman Bridges (1889-1938)

AO CONTRÁRIO DA MAIORIA DOS MEMBROS da equipe de Morgan, Bridges não pertencia à elite econômica. Nasceu em Schuyler Falls (distrito de Nova York) e, órfão de pai e mãe desde criança, foi criado pela avó paterna, e só concluiu o ensino médio aos 20 anos. Mesmo assim, obteve distinção na escola e foi aceito nas universidades de Cornell e Colúmbia. Optou por esta última, na qual ingressou em 1909. Em três anos estava formado.

No primeiro ano na universidade, estudou zoologia com Morgan. Tendo impressionado favoravelmente o professor, tornou-se seu assistente em 1910. Como à época Morgan começava sua linha de pesquisa sobre hereditariedade, Bridges fez parte do grupo desde o início.

Tendo escolhido a herança como principal objeto de estudo, Morgan inovou ao trabalhar com moscas do gênero *Drosophila* – em especial da espécie *melanogaster* (então chamada *D. ampelophila*) – como modelo experimental. Graças ao rápido ciclo de vida, à alta fecundidade e à facilidade e baixo custo de manutenção, entre outras vantagens, a drosófila tornou-se uma verdadeira usina de produção de conhecimento em genética.

Responsável por identificar e selecionar mutantes, além de desenvolver e manter linhagens padronizadas, Bridges criou grande parte das técnicas de pesquisa com *Drosophila*. Seu temperamento era afável. Generoso, juntamente com os colegas da sala das moscas, distribuiu li-

nhagens e tecnologia a todos os interessados na pesquisa com drosófila.

Em 1910, Morgan havia publicado um importante artigo, afirmando que a herança dos olhos brancos era dependente do sexo e possivelmente ligada ao cromossomo X. Concluiu que provavelmente outros genes estavam ligados aos demais cromossomos. Em 1911, propôs a ligação de diferentes genes a um mesmo cromossomo, para explicar sua segregação em desacordo com o esperado pela segunda lei de Mendel. Mesmo com tais evidências, a relação entre genes e cromossomos não foi aceita de imediato.

Em seu artigo de 1913, publicado no *Journal of Experimental Zoology*, Bridges relata o achado que chamou de "não disjunção" cromossômica e discute implicações decorrentes desse fenômeno. Normalmente os cromossomos homólogos (pares) se separam na primeira divisão da meiose, formando células reprodutivas com metade dos cromossomos da espécie, de modo a permitir a restauração do conjunto completo pela fecundação. A drosófila tem quatro pares de cromossomos, um deles formado pelos cromossomos sexuais, X e Y (note-se que em 1913 não se conhecia o cromossomo Y da drosófila). Bridges observou que a não disjunção do cromossomo sexual em algumas fêmeas produzia anomalias quanto à herança da cor dos olhos nos descendentes. Interpretou então os resultados como evidência de que o gene responsável pelos olhos brancos estaria no cromossomo X, onde os outros genes ligados ao sexo também deveriam estar situados.

Em 1914, quando o cromossomo Y da drosófila já havia sido observado, Bridges publicou novo artigo, desta vez na revista *Science*. A não disjunção dos cromossomos sexuais resultaria em óvulos anormais, com dois X ou com um cromossomo Y. A fertilização desses óvulos produziria fêmeas XXY, com todas as características ligadas ao sexo (olhos brancos e outras) idênticas às da linhagem da mãe (provenientes de óvulos com duplo X fertilizados por espermatozoides com o Y). Também produzia machos com as características ligadas ao sexo iguais às do pai (provenientes de óvulos com o Y, fertilizados por espermatozoides com o X). Isso, segundo Bridges, "seria uma prova direta, por não disjunção, de que os genes ligados ao sexo em *Drosophila* estão no cromossomo X". Em um terceiro artigo, de 1916, na *Genetics*, ele aprofunda a teoria.

NON-DISJUNCTION OF THE SEX CHROMOSOMES OF DROSOPHILA

Primeira página do artigo publicado por Bridges, em 1913, no *Journal of Experimental Zoology*

CONSTRUINDO PONTES Também em 1913, Sturtevant publicou as bases metodológicas e os primeiros resultados do mapeamento genético por recombinação, mostrando que os genes ocupam posição definida nos cromossomos (ver *Ciência Hoje* nº 271). Nos anos seguintes, a teoria cromossômica da herança – proposta originalmente em 1902, e de modo independente, por Walter Sutton (1877-1916), nos Estados Unidos, e por Theodor Boveri (1862-1915), na Alemanha – foi ampliada e consolidada, tendo seus contornos estabelecidos na obra *Os mecanismos da hereditariedade* (1915), de Morgan, com a colaboração de Sturtevant, Bridges e Muller. Essa teoria lançou uma ponte entre a nova ciência da genética e a citologia, abrindo perspectivas para desdobramentos posteriores.

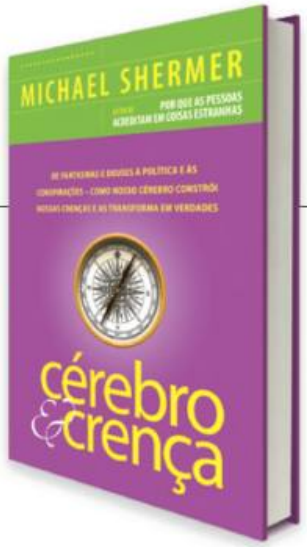
A pesquisa do mapa genético da drosófila tornou-se a principal linha de pesquisa do grupo. Em 1937 Bridges, trabalhando com cromossomos gigantes das glândulas salivares da drosófila (chamados politênicos), demonstrou a correspondência entre os mapas de ligação e a estrutura cromossômica, produzindo os primeiros mapas físicos. Esses trabalhos forneceram as bases para o que culminou no Projeto Genoma, completado já no século 21.

Por cinco anos Bridges trabalhou como assistente de Morgan e obteve seu Ph.D. em zoologia em 1916, tendo escrito sua tese a partir dos trabalhos sobre a não disjunção. Continuou trabalhando com o grupo, como bolsista do Instituto Carnegie, até 1919, quando foi contratado de modo permanente. Desde então, e até sua morte, esteve vinculado àquele instituto, permanecendo em Colúmbia até 1928, quando se mudou com o grupo para o Instituto de Tecnologia da Califórnia, em Pasadena.

Para consolidar o intercâmbio de informações, materiais e serviços entre pesquisadores, em 1934 Bridges criou, com o geneticista de origem croata Milislav Demerec (1895-1966), o Serviço de Informação sobre a Drosófila, em Cold Spring Harbor Laboratory, em Nova York.

Bridges morreu prematuramente, aos 49 anos. Foi um trabalhador incansável, um dos mais produtivos do grupo de Morgan, tendo publicado 83 artigos científicos e vários livros, além de ter orientado vários estudantes. Pode-se dizer que a prática dos drosofilistas de intercâmbio sistemático de materiais, serviços e informações influenciou decisivamente o modo de produção do conhecimento em genética no século 20. CH

SOBRE CONVICÇÕES E COMPORTAMENTOS



Cérebro & Crença

Michael Shermer

São Paulo, JSN Editora, 392 p., R$ 58

MICHAEL SHERMER É UM PILAR do grupo dos céticos estadunidenses. Ele é fundador e editor da revista *The Skeptic* e do portal Skeptic.com. O grupo promove uma visão científica do mundo e adota como missão denunciar crenças absurdas e dogmas irracionais que poluem o espaço público onde a razão e o argumento mais forte deveriam sempre prevalecer. O último livro de Shermer faz isso, e mais: apresenta as bases neurofisiológicas de crenças estranhas, crenças em milagres, extraterrestres, transmissão de pensamentos, teorias da conspiração, vida após a morte, anjos, premonições etc. Daí o título do livro.

Para Shermer, o "cérebro é uma máquina de crenças". É também uma máquina de fabricar desejos, intenções, dores, percepções, lembranças etc. Mas o que interessa a Shermer é o leque de crenças, das mais comuns até as especulativas dos cosmólogos sobre o 'multiverso', passando por crenças que constituem claramente um 'desvio cognitivo', como os preconceitos raciais ou as superstições. Sua tese central é que as crenças vêm primeiro, e só depois tentamos justificá-las.

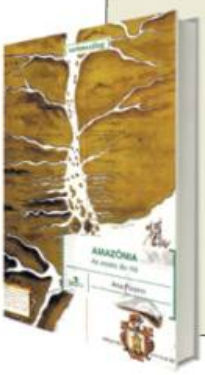
Por 'crença', o autor entende, sobretudo e na maior parte do livro, as convicções estranhas sob o ponto de vista científico, e não as que surgem de um simples estado cognitivo que resulta de um juízo, isto é, do ato de predicar uma propriedade a um indivíduo. Mas ele também considera a metodologia da ciência particularmente importante para evitar e controlar os 'desvios cognitivos' aos quais nosso cérebro nos expõe. Não poderíamos sobreviver sem formar crenças para realizar os devidos ajustes comportamentais num ambiente às vezes hostil. Acreditamos em coisas estranhas simplesmente porque precisamos acreditar. Esses desvios aparecem já na maneira como as crenças se formam, por meio de dois processos baseados no funcionamento do cérebro: a padronicidade e a acionalização.

A padronicidade é "a tendência de encontrar padrões significativos em dados que podem ou não ser significativos". A acionalização é "a tendência de dar aos padrões significado, intenção e

Amazônia, as vozes do rio

Ana Pizarro

Belo Horizonte, editora UFMG, 271 p., R$ 72



Da mítica região povoada por guerreiras amazonas e monstros aquáticos até uma Amazônia ainda pouco conhecida e de realidade mais dura, marcada pelas tensões entre indígenas, seringueiros, garimpeiros e narcotraficantes. *Amazônia, as vozes do rio* passeia pelas mais diversas construções históricas sobre a região, da sua descoberta pelos europeus no século 16 até hoje. Pela análise dos discursos produzidos na literatura clássica e popular, na iconografia e na oralidade dos que vivem nessa terra, a autora, professora da Universidade de Santiago (Chile), mostra que a Amazônia é um universo cultural muito mais amplo do que os estereótipos que a pintam como um paraíso natural habitado somente por índios. O livro traz encartado o documentário *O areal*, coprodução chileno-brasileira que apresenta a relação de descendentes quilombolas amazonenses com o lugar em que vivem.

ação". São tendências inevitáveis. A quantidade astronômica de dados que recebemos pelos sentidos precisa ser ordenada. As constelações no céu noturno podem formar tais padrões para certos observadores, e os antigos os achavam significativos (mas não são); foram preservados porque eram úteis, especialmente para os navegadores. Certas pessoas conseguem ver figuras nas nuvens, outras não. Um barulho de fundo numa antiga casa de madeira é percebido por alguns como mensagens emitidas por almas penadas. Algumas pessoas percebem o tempo todo padrões que não existem. É o caso do famoso matemático norte-americano John Nash. Outras encontram poucos padrões.

A base neurofisiológica da padronicidade, e, portanto, da crença, é um neurotransmissor, a dopamina, particularmente associado a um feixe de neurônios no meio do cérebro: o *nucleus accumbens*. A "dopamina reforça comportamentos, crenças e a padronicidade, e é portanto uma das principais drogas da crença". A neurofisiologia da acionalização tem tudo a ver com os famosos neurônios-espelho descobertos na década de 1990, e que são ativados na hora de prever ações ou intenções dos outros. Primeiro, encontramos um padrão no ruído em uma antiga casa de madeira, depois atribuímos a produção desse padrão a um agente oculto, uma alma penada, a quem atribuímos também certas intenções. Citando pesquisa de 2009 feita nos Estados Unidos, Shermer apresenta números surpreendentes para uma sociedade avançada tecnologicamente: 76% dos estadunidenses acreditam em milagres, 72% na existência de anjos, e 71% na imortalidade da alma. É um mérito da teoria de Shermer providenciar explicações plausíveis para tais fatos, mesmo se nosso conhecimento da assombrosa complexidade do cérebro está ainda no início.

A filosofia da mente das últimas três décadas fortaleceu muito as convicções dos naturalistas de que a intencionalidade dos estados mentais e a normatividade de certos conteúdos mentais (conceitos e representações linguisticamente estruturadas) podem ser explicadas usando só termos teóricos. As posições aqui vão do eliminismo (a mente não existe, toda explicação cientificamente aceitável do comportamento deve ser apresentada em termos neurofisiológicos), ao emergentismo ou fisicismo não reducionista (o mental não se reduz ao físico, mas é estreitamente amarrado ao físico).

Sobre isso, a posição de Shermer não está clara. Por momentos, ele parece adotar uma postura eliminista. Em outros, segue uma posição funcionalista. Às vezes, usa livremente termos como 'consciência', 'inconsciente', e muitos outros termos mentalistas, a começar por 'crença'. A tese de Shermer nem poderia ser formulada sem assumir que o vocabulário mentalista faz sentido, que termos como 'crença', afinal, têm uma referência.

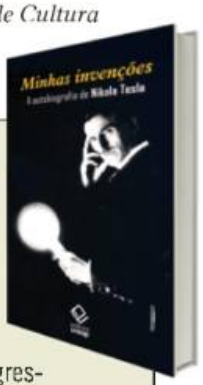
Outro problema que decorre da posição de Shermer consiste em tratar o tempo todo o cérebro como um agente e um sujeito de experiência, o que leva a uma espécie de dissolução do agente: o cérebro faz tudo, não é mais a pessoa que age. É como dizer que não é o jogador que marcou o gol, mas a sua perna! Mas esses problemas não afetam só a posição de Shermer e o livro representa certamente uma contribuição interessante para a epistemologia e os estudos sobre o comportamento.

André Leclerc
Curso de Filosofia, Instituto de Cultura e Arte, Universidade Federal do Ceará

Minhas invenções

Nikola Tesla

São Paulo, editora Unesp, 118 p., R$ 20

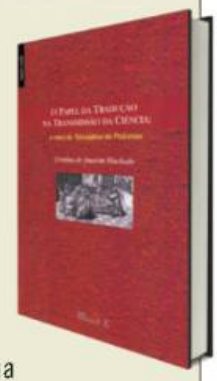


"O desenvolvimento progressivo do homem é vitalmente dependente da invenção." Assim Nikola Tesla (1856-1943) começa sua autobiografia, em que fala de seus inventos prodigiosos, como o motor de indução de corrente alternada, que possibilitou a transmissão e a distribuição universais de eletricidade. Nascido no império austro-húngaro, atual Croácia, Tesla mudou-se em 1884 para os Estados Unidos, onde trabalhou com Thomas Edison, que logo se tornou seu rival, pois defendia o sistema de transmissão de potência de corrente contínua. Em seu envolvente relato, o inventor discorre sobre seu método criativo e suas principais ideias – como um sistema que antecipou as comunicações globais sem fio, as máquinas de fax, o radar, os mísseis e as aeronaves guiadas por rádio.

O papel da tradução na transmissão da ciência: o caso do Tetrabiblos *de Ptolomeu*

Cristina de Amorim Machado

Rio de Janeiro, Mauad X, 212 p., R$ 39



Textos antigos são construções históricas que chegam a nós sob a forma de sucessivas reescritas após peregrinar séculos por línguas e culturas as mais diversas. Partindo dessa premissa, a autora focaliza uma das obras de Ptolomeu, o *Tetrabiblos*, tratado de astrolomia (conjunção do que hoje denominamos astronomia e astrologia) escrito em grego em Alexandria no século 2. O livro busca as origens dessa obra e reconstitui sua transmissão desde a Antiguidade até o Renascimento, destacando o papel da tradução, que garante a sobrevivência de textos e a disseminação de ideias entre culturas e através do tempo.

COMO PUBLICAR EM

CIÊNCIA HOJE?

CIÊNCIA HOJE é uma revista de divulgação científica, que publica resultados de pesquisas feitas no Brasil e no exterior – de todas as áreas do conhecimento científico – para um público amplo e heterogêneo. Os leitores são, em geral, estudantes e professores de ensino médio, universitários e leigos que se interessam por ciência, mas não dominam necessariamente conceitos básicos de todas as áreas. Os textos da revista exigem, portanto, clareza e o máximo de simplicidade, dando ênfase a imagens (ilustrações ou fotos) que facilitem a sua compreensão.

PARA CONTRIBUIR ESPONTANEAMENTE COM UM ARTIGO, ACESSE NOSSAS **INSTRUÇÕES PARA AUTORES** EM http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/instrucoes-para-autores

cartas

EDUCAÇÃO NO BRASIL

Sou especializado em docência superior e assinante da CH, *o que me deixa orgulhoso e sempre envolvido com os temas abordados. Vocês publicaram um tema muito importante ('Educação; revolução pela inércia?', em* CH *299), discutido, inclusive, em minha pós-graduação. A 'Carta ao leitor', logo na primeira parte, praticamente resume toda a história da educação brasileira, sendo ainda mais complementada no artigo. O pior, como disseram, e que foi motivo de uma disciplina, este semestre, em meu curso, é que o problema inicial está nos níveis fundamental e médio, repercutindo no superior. Nas universidades particulares, o acesso é mais facilitado; nas públicas, há poucas e concorridíssimas vagas e nossos jovens não estão preparados o suficiente para esse ingresso. Enquanto isso, culpam os professores, o governo e o processo em si, mas se esquecem de que todos já passaram 'pelas mãos' de um professor em suas vidas, e a situação da educação brasileira, infelizmente, torna-se 'manchete' em jornais, revistas, grupos de discussão, artigos científicos e livros.*

Rodrigo A. Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP),
São Paulo, SP

CIVILIZAÇÃO ISLÂMICA

*Excelente iniciativa da cientista social Beatriz Bissio em apresentar ao Ocidente uma visão da grandeza e das contribuições da civilização islâmica ao avanço da civilização mundial (*CH *299). São extraordinárias as contribuições e a profundeza das percepções e dos conhecimentos da civilização islâmica em vários campos (artes, matemática astronomia, medicina etc.). É uma lástima que não tenhamos apreciado adequadamente essas contribuições. Basta pensar em fazer contas com algarismos romanos, em vez de algarismos arábicos. De outro lado, é uma lástima ainda maior que a glória de tal civilização tenha agora se degradado em fanatismo e selvageria extremas, em especial nas mãos de uma clerocracia arrogante e cega! Vale muitíssimo a pena conhecer e estudar a beleza das antigas contribuições islâmicas, num tempo em que a civilização dita cristã estava no obscurantismo.*

Gabriel Marques
Por correio eletrônico

MOTOR MAGNÉTICO

Tenho andado muito curioso e intrigado por um assunto que tenho pesquisado na internet: os motores magnéticos permanentes ou autossuficientes. Já ouviram falar? Gostaria de ver uma matéria ou discussão dos respeitáveis cientistas que colaboram com a CH *a respeito disso, em especial sobre o modelo desenvolvido pelo inventor turco Muammer Yildiz, que pode ser visto inclusive em várias páginas na internet. Será que esse invento estará em nossas casas em futuro próximo?*

Heber A. Oliveira
Por correio eletrônico

CH A *CH* contatou o engenheiro brasileiro Jorge Luiz Duarte, professor da Universidade de Tecnologia de Eindhoven, na Holanda, que há alguns anos acompanha as demonstrações de Yildiz. Segundo Duarte, "as máquinas funcionam sem dúvida, mas a invenção é controversa, no sentido que não se pode reconhecer a fonte primária de energia como uma fonte convencional. Nossa expectativa é que outra universidade europeia (não será em Eindhoven) irá verificar independentemente o comportamento dos aparelhos em futuro bem próximo (ainda não foi divulgado quando). Pela internet, é possível seguir a situação atual, na página <http://www.peswiki.com/index.php/Event:2013:Validating_Muammer_Yildiz'_Magnet_Motor_for_30_Days_at_European_University>. Assim, a melhor resposta ao leitor seria pedir um pouquinho de paciência, até a publicação dos resultados dos testes. (...) É essencial que outro grupo de pesquisa reproduza e confirme de maneira independente as características inusitadas do aparelho".

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

0,999...

DESAFIO

Existe outra representação para 1,2999...?

Números são parte importante da matemática e de nosso dia a dia, não há dúvida. E representá-los de maneira eficiente, por meio do sistema decimal, é um grande avanço, como discutimos em 'Areia, Arquimedes e Google' (*CH* 293).

Com a notação decimal, é simples decidir não só se dois números são diferentes, mas qual o maior. Exemplo? Veja 0,21 e 2,34. Claro que são diferentes, e 2,34 é o maior deles.

Há, porém, pequenas surpresas. Uma que frequentemente deixa muitos estupefatos: que número é representado por 0,999...? – os três pontinhos aqui representam a repetição infinita do algarismo 9.

Prepare-se para o inesperado: 0,999... = 1.

Como isso é possível? Afinal, os dois números têm representações decimais tão diferentes.

Há várias maneiras de resolver esse mistério. Algumas delas.

Chamemos 0,999... de y. Se o multiplicarmos por 10, teremos 10y = 9,999... . Bem, isso quer dizer que 10y - y = 9,999... - 0,999... = 9, ou seja, 9y = 9, o que quer dizer que y = 1!

Outra maneira de entender esse aparente disparate é considerar a sequência 0,9; 0,99; 0,999 e assim por diante. Cada membro dela se aproxima mais e mais de 1, pois cada um deles pode ser escrito, respectivamente, como 1 - 1/10; 1 - 1/100; 1 - 1/1000... No limite de uma sequência infinita de 9s, vemos que a diferença entre 0,999... e 1 é nula.

Podemos ainda usar diretamente o fato de que 1/9 = 0,111... Multiplicando os dois lados da igualdade por 9, temos 9 x 1/9 = 9 x 0,111... Mais uma vez, teremos 1 = 0,999...

Todos os caminhos parecem mesmo levar a Roma.

A ideia básica é que devemos entender esse número 0,999... como representação de um processo, de um limite. No entanto, a lição mais importante deste exemplo talvez seja esta: perceber que, se duas coisas fazem exatamente a mesma coisa sempre, elas, então, devem ser iguais. Em outras palavras: qualquer operação que fizermos com 0,999... dará o mesmo resultado se substituirmos 0,999... por 1.

Provavelmente, o que causa estranheza nesse caso é o fato tanto de nos acostumarmos a pensar na representação decimal de um número como sendo algo único quanto de pensar na representação decimal de um número como algo finito. De certa forma, na raiz desse aparente paradoxo, está a noção de infinito, que é o processo infinito de escrever 0,999...

Por outro lado, essa nossa pequena surpresa pede uma piada matemática clássica: quantos matemáticos são necessários para trocar uma lâmpada? Resposta: 0,999... CH

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

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO Por um descuido deste colunista, a pergunta final do desafio deveria ter sido 'Qual a probabilidade de a ficha que ficou no saco ser branca também?' Seguindo o procedimento da coluna passada, o saco – caso repitamos, por exemplo, o experimento 100 vezes – terá duas fichas brancas em 70 das vezes e uma ficha branca e uma preta em 30 das vezes. Assim, ao retirarmos uma ficha branca, restará no saco uma ficha branca em 70 das 100 repetições e em metade das 30 repetições. Portanto, a probabilidade de ficar uma ficha branca no saco é 70/85.

FOTO CICERO RODRIGUES

EUROPA?

Ao se transformar em uma cidadela – a Fortaleza Schengen – obcecada com o tema da imigração, a Europa passa a se definir não tanto pelo que é, mas por aquilo que não deseja abrigar

Uma das melhores ideias ocorridas nos anos imediatos ao fim da Segunda Guerra Mundial atende pelo nome de 'Europa'. O começo tímido, com a criação da Comunidade Europeia do Carvão e do Aço, pelo tratado de Paris de 1951, deu passagem, no final do milênio, à experiência de uma 'União Europeia'. Para não poucos, o processo representou a fixação supranacional de um modelo civilizatório próprio, condensado na expressão "modelo europeu", uma combinação entre democracia política e respeito a direitos humanos, individuais e sociais. Isso tudo, associado ao estabelecimento de um padrão de interdependência, não apenas econômico, que tornaria a hipótese de uma nova guerra europeia algo impossível.

Delírio ou não, a 'forma Europa' se estabeleceu. Com todas as suas virtudes inerentes, tem se caracterizado, no entanto, mais pelo que exclui e menos pelo que inclui e consolida. Apenas olhos encantados podem supor que a Europa política, ou seja, a Europa delimitada por suas fronteiras legais, seja boa guardiã dos valores europeus. Com efeito, ao se transformar em uma cidadela – a Fortaleza Schengen – obcecada com o tema da imigração, a Europa passa a se definir não tanto pelo que é, mas por aquilo que não deseja abrigar.

O desejo de profilaxia – a proteção contra o elemento extracomunitário – indica, entre outras coisas, o dramático e lamentável reconhecimento de que os valores emanados do Iluminismo (século 18) e das lutas por democracia e direitos sociais (séculos 19 e 20), por mais que dotados de uma linguagem universal, não parecem ser para todos. A Europa política está para o direito público europeu assim como a Europa dos valores está para os direitos humanos.

Há coisa de alguns anos, um dos melhores pesquisadores de meu laboratório foi participar de um congresso em Lisboa, para o qual foi aceito e em cujo programa oficial foi registrado. Por má sorte, não fez o trajeto direto do Rio de Janeiro a Lisboa, entrando na Fortaleza Schengen por Madri. No aeroporto, permaneceu preso por três dias, sofreu maus-tratos e acabou deportado. Nada de original ou exclusivo, por certo, nem se trata aqui de meramente denunciar o absurdo sofrido pelo pesquisador, mas de refletir a respeito de dois pontos.

Em primeiro lugar, o evento da expulsão espanhola – de alguém que pretende entrar na Europa – indica que o ideal 'macro' de União Europeia, fundado na premissa da extensão de um conjunto de valores, acaba pervertido pela generalização da estupidez praticada em escala 'micro'. Em outros termos, a boçalidade e o racismo do agente da aduana espanhola, e de outros agentes, em outras aduanas, passa a ser o regulador local de acesso a um mundo sustentado na crença em valores universais. É evidente que algo aí não combina.

Por outro lado, a expulsão do pesquisador poderia ser facilmente explicada pela retórica pós-colonial, sempre pronta ao denuncismo e à negação de que existem valores europeus universalizáveis. (Eu, pessoalmente, diria: que bom que os há.) A coisa, na verdade, é bem mais complexa. O pesquisador em questão passou grande parte de sua vida profissional a pesquisar a filosofia política moderna produzida na... Europa. Aficionado por Montaigne, por Espinosa e pelo potencial libertário e emancipatório do Iluminismo e do pensamento liberal, democrático e socialista europeus, 'meu' pesquisador viveu sua expulsão, estou seguro, não como um impedimento físico, mas como uma interdição de identidade, como negação de acesso a uma parte de si mesmo.

Essa história singular dá o que pensar. Para além do drama pessoal, ela encena algo de portada gigantesca: o dilema europeu corrente consiste em que a Europa política está muito aquém da Europa cultural, ou da Europa dos valores que ela dispersou pelo mundo. CH

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

NÃO É PORQUE VOCÊ ESTÁ LONGE QUE NÃO ESTÁ ACONTECENDO.
AJUDE: WWW.ONDAZUL.ORG.BR
ZOOM LENS OA-Q 15-85mm 1:3.5-5.6 USM
ONDAZUL

O Ártico, habitat natural dos ursos polares e de diversas outras espécies animais, está ameaçado. Além de sofrer com o derretimento de gelo causado pelos efeitos do aquecimento global, sofre ameaças da pesca predatória, da exploração de petróleo e é cobiçado pelos governos dos países limítrofes.

Preciso de você

Faça parte do Greenpeace e contribua para a criação de um santuário global no Ártico, fundamental para a preservação das espécies que lá vivem e para o clima terrestre. Sua ajuda faz a diferença.

GREENPEACE
www.greenpeace.org.br