

CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

NÚMERO 285 | VOLUME 48 | SETEMBRO 2011 | R\$ 9,95

MICROBIOLOGIA

Células de defesa criam armadilhas para atacar invasores

ECOLOGIA

Morcegos podem ser usados para restaurar áreas desmatadas

ANSIEDADE

Quando se torna um transtorno?



PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO

Os melhores títulos, os autores mais respeitados e mais de dois milhões de professores com liberdade de escolha.



Todos os anos, o Ministério da Educação distribui mais de 135 milhões de livros didáticos para o ensino fundamental, ensino médio, educação de jovens e adultos e alfabetização. Mais do que abrangente na sua cobertura, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) é um programa democrático na sua execução. Os títulos adotados no país são pré-selecionados pelas universidades públicas e passam a integrar o Guia do Livro Didático. Com base nesse guia, os próprios professores fazem a escolha dos títulos mais adequados ao projeto pedagógico de cada escola, com resultados positivos na qualidade e eficiência do ensino. Dessa forma, com mais participação na construção do conhecimento, o Brasil renova a cada ano o importante papel do professor e do livro didático.



FNDE Ministério da Educação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAIS RICO E PAIS SEM POBREZA

INFORME-SE NA SUA ESCOLA. CONHEÇA OS LIVROS QUE ENSINAM AOS SEUS FILHOS.
www.fn.de.gov.br ou 0800 616161

INSTITUTO CIÊNCIA HOJE | Organização da Sociedade Civil de Interesse Público da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. O Instituto tem sob sua responsabilidade a publicação das revistas *Ciência Hoje* e *Ciência Hoje das Crianças*, CH on-line (internet), *Ciência Hoje na Escola* (volumes temáticos). Mantém intercâmbio com a revista *Ciencia Hoy* (Corrientes 2835, Cuerpo A, 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 Gurfild
Superintendente de Projetos Estratégicos | Fernando Szklo

CIÊNCIA HOJE | SBPC

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

REDAÇÃO

Editora Executiva | Alicia Ivanissevich; **Editora Assistente** | Sheila Kaplan; **Editor de Forma e Linguagem** | Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** | Ricardo Menandro; **Sector Internacional** | Cássio Leite Vieira; **Repórteres** | Fred Furtado, Isabela Fraga, Sofia Moutinho e Carolina Drago; **Revisoras** | Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** | Theresa Coelho
ARTE | Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.
Diretora de Arte | Claudia Fleury; **Programação Visual** | Carlos Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** | Luiz Baltar; (ampersand@ampersand.com.br); **Diagramação** | João Gabriel Magalhães | **Capa e diagramação de artigo de capa** | Ana Soter

SUCURSAIS

NORTE | Manaus | Coordenador científico | Ennio Candotti | Correspondente | Mariana Ferraz (mariana@museudaamazonia.org.br). End.: Museu da Amazônia – MUSA – Av. Cons-telação, 16, Conjunto Morada do Sol, Alexão. CEP 69060-081 Manaus, AM. Tel.: (0xx92) 3236-5326
SUL | Curitiba | Correspondente | Roberto Barros de Carvalho (chsul@ufpr.br) e Celso 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 e Rafael Foltram
PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL | Superintendente | Ricardo Madeira; | **Publicidade** | Sadra Soares; **Projetos educacionais** | Clarissa Akemi. End.: Rua Dr. Fabrício Vampre, 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 | Fernando Chinaglia Distribuidora S/A
CIÊNCIA HOJE | Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ Tel.: (0xx21) 2109-8999 – Fax: (0xx21) 2541-5342 | Redação (cienciahoje@cienciahoje.org.br)



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

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

APOIO:



ANSIEDADE: MECANISMO DE DEFESA OU TRANSTORNO?

Receio e apreensão frente a perigos iminentes podem ser considerados reações saudáveis. As chances de sobrevivência de uma presa que não tem medo de seu predador seriam mínimas se não existisse tal mecanismo de defesa. Assim, em seres humanos, a ansiedade se manifesta na antecipação de um estado de ameaça potencial. Quando essa resposta, entretanto, é exagerada, esse estado natural se torna patológico, trazendo consequências por vezes devastadoras.

Para o ansioso, o mundo é um lugar inseguro, repleto de situações ameaçadoras e de pessoas perigosas. Transtornos de ansiedade reduzem drasticamente a qualidade de vida de seus portadores e podem ser classificados em seis tipos distintos: ansiedade generalizada, fobia social, fobia específica, transtorno de pânico, transtorno de estresse pós-traumático e transtorno obsessivo-compulsivo. Juntos, eles afetam cerca de 23% dos brasileiros em algum momento de suas vidas.

Mas o que leva alguém a desenvolver esses transtornos? Como diminuir a intensidade desse sofrimento? Que tratamentos estão disponíveis no momento? O que dizem as pesquisas sobre o assunto? Essas são algumas das perguntas que tentamos responder nesta edição.

A redação



CAPA: ILUSTRAÇÃO ANDREA EBERT

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

6 **o leitor pergunta** | A devastação da Amazônia pode influenciar na formação de ciclones? | Uma língua unicamente oral varia mais ao longo do tempo do que uma que tenha gramática? | A proteína laminina, encontrada em músculos e na placenta, poderia auxiliar no retorno dos movimentos de pessoas que sofreram acidente vascular cerebral (AVC)? | Quais os efeitos na saúde das ondas eletromagnéticas emitidas por redes de alta tensão?

9 **ch on-line**

10 **entrevista** | WALTER SINNOTT-ARMSTRONG | O CÉREBRO NO BANCO DOS RÉUS
Filósofo debate implicações éticas do uso da neurociência no direito

15 **cidade inteira** | CONSTRUÇÃO COMPARTILHADA
Poder público abandona cidades brasileiras nas mãos dos cidadãos

16 **mundo de ciência**

23 **a propósito** | GEOPOLÍTICA E GENÉTICA
Uso distorcido de estudos populacionais ainda ocorre em muitos países

51 **futuro cientista**

em dia

52 SBPC NO CERRADO

52 DOUTOR CERRADO | Estudos revelam potencial farmacológico do bioma do centro do país

54 NÃO BASTA SEGUIR A LEI | Adoção de códigos de conduta ajudaria a evitar plágios em ciência

24

TODOS TÊM ANSIEDADE: ENTÃO, QUANDO É UM TRANSTORNO?

A ansiedade surge quando há uma ameaça potencial ou iminente. Embora possa ser útil, como mecanismo de defesa, em excesso ela pode se tornar um problema de saúde – um transtorno. Como isso acontece?

POR ANNA CLAUDIA SILVEIRA, ANTONIO EGIDIO NARDI, GISELE P. DIAS, MÁRIO BEVILAQUA E PATRÍCIA F. GARDINO

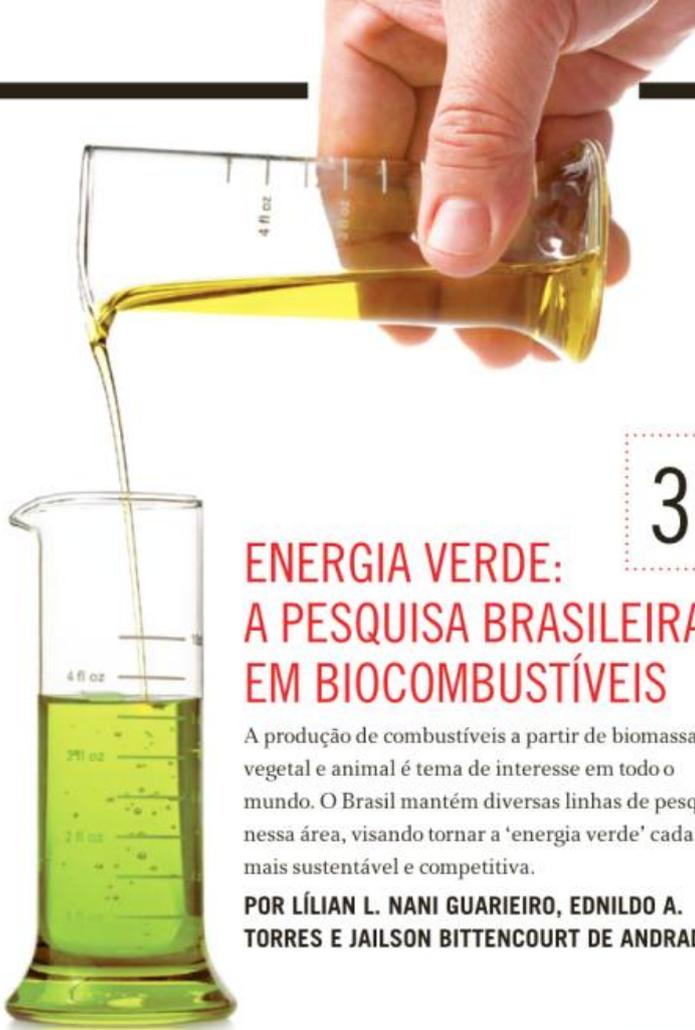


30

CAIU NA REDE É INVASOR: ARMADILHAS GERADAS POR NEUTRÓFILOS PRENDEM E MATAM MICRO-ORGANISMOS

Os neutrófilos, células que combatem micro-organismos, utilizam diferentes estratégias. Uma delas é a liberação de armadilhas – em forma de rede – para capturar e atacar os ‘invasores’, o que inclui protozoários como as leishmanias.

POR MICHELLE T. CUNHA DO NASCIMENTO, ANDERSON B. GUIMARÃES-COSTA E ELVIRA M. SARAIVA



36

ENERGIA VERDE: A PESQUISA BRASILEIRA EM BIOCOMBUSTÍVEIS

A produção de combustíveis a partir de biomassa vegetal e animal é tema de interesse em todo o mundo. O Brasil mantém diversas linhas de pesquisa nessa área, visando tornar a 'energia verde' cada vez mais sustentável e competitiva.

POR LÍLIAN L. NANI GUARIEIRO, EDNILDO A. TORRES E JAILSON BITTENCOURT DE ANDRADE

42

CATÁLISE: ESTRATÉGICA PARA A VIDA E A SOCIEDADE

A catálise é um processo que evita perdas de tempo e energia nas reações químicas, inclusive nos seres vivos. Hoje, grande parte do bem-estar da humanidade depende do uso desse processo na indústria química mundial.

POR FARUK NOME E JAIRTON DUPONT

46

RESTAURADORES DE FLORESTAS: AROMA DE FRUTAS PODE FAZER MORCEGOS DISPERSAREM SEMENTES EM ÁREAS DESMATADAS

Morcegos podem ajudar a recuperar áreas desmatadas. Atraídos pelo aroma das frutas que comem, esses animais são levados a dispersar sementes em áreas hoje sem floresta, contribuindo para sua restauração.

POR GLEDSON V. BIANCONI E SANDRA B. MIKICH

- 56 **REMÉDIOS QUE FALAM PORTUGUÊS** | Medicamentos de origem nacional dependem de apoio à inovação
- 57 **ATÉ NO BRASIL** | Pesquisadores apontam risco de tsunami no Norte e Nordeste do país
- 58 **PALCO PARTILHADO** | Encontro acadêmico inova com presença de palestrantes indígenas
- 60 **SACIEDADE ÀS AVESSAS** | Obesidade pode ter, entre suas causas, uma inflamação no cérebro
- 61 **O LADO BOM DO BACILO** | Proteína do causador da tuberculose pode ajudar no transplante de órgãos
- 63 **MERA DECORAÇÃO** | Papel das árvores no clima não é considerado no planejamento urbano
- 64 **FESTA DA SOCIOLOGIA** | Ideias clássicas e temas contemporâneos são debatidos em congresso
- 66 **ESTROGÊNIO NA CABEÇA** | Descoberto efeito benéfico do hormônio feminino na circulação cerebral
- 68 **ensaio** | **LAMARCK: FATOS E BOATOS**
Erros ainda marcam divulgação das ideias do naturalista francês
- 71 **exatamente** | **AO MESTRE COM CARINHO**
Cidade do Piauí revela o valor de professor motivado na educação
- 72 **linha do tempo** | **CRONOLOGIA: USO E DESUSO**
Estudo cuidadoso de datas é imprescindível no campo da história
- 73 **memória** | **A VIDA HUMANA E OS VALORES ABSOLUTOS**
Versão alemã de livro clássico de Lukács foi publicada há 100 anos
- 76 **resenha** | **MAIS PERTO DO ENSINO MÉDIO**
Resenha do livro *Quântica para iniciantes: investigações e projetos*, de Helder F. Paula, Esdras G. Alves e Alfredo L. Mateus
- 78 **cartas**
- 79 **qual o problema** | **PARADOXOS DA ESTATÍSTICA**
Dados estatísticos podem conter armadilhas e exigem cautela
- 80 **sobre humanos** | **DO ÚTERO DO PAI**
Expressão de identidade sexual depende de cultura e experiência

GUILHERME LOPES DOS SANTOS, POR CORREIO ELETRÔNICO

A devastação da Amazônia pode influenciar na formação de ciclones?

NÃO HÁ EVIDÊNCIAS DA INFLUÊNCIA DIRETA da Amazônia na formação de ciclones. Esses fenômenos atmosféricos se caracterizam pela circulação ciclônica dos ventos (no hemisfério Sul, em sentido horário) em torno de uma região de baixa pressão. Ciclones se formam quando há o abaixamento da pressão atmosférica à superfície em combinação com a mudança do vapor d'água para líquido em meio a um conglomerado de nuvens e a presença de mais vapor derivado do aquecimento da superfície dos oceanos (acima de 27°).

A floresta amazônica é um estabilizador do clima global. Sobre ela, sobre a África e a Indonésia estão as três fontes planetárias de calor que influenciam na circulação geral da atmosfera. Mas, mesmo frente a uma hipotética destruição total dessas áreas, sua ligação com a formação de ciclones se restringiria a mecanismos indiretos de instabilização climática.

Segundo estudos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, a remoção da floresta amazônica ocasionaria a diminuição das precipitações localmente, o que afetaria a circulação atmosférica global, aumentando a frequência de eventos quentes do fenômeno El Niño no oceano Pacífico. Esses eventos retroalimentariam a diminuição das chuvas sobre a Amazônia e causariam variações climáticas em outros pontos do globo.

Paulo Nobre

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

© IMAGOPHOTO/ISTOCK

BRUNO SANTOS, POR CORREIO ELETRÔNICO

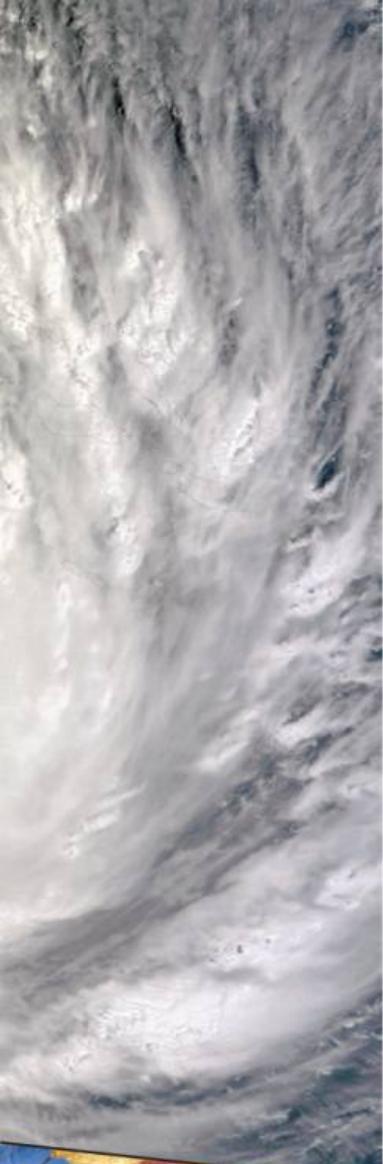
Uma língua unicamente oral varia mais ao longo do tempo do que uma que tenha gramática?

UMA LÍNGUA UNICAMENTE ORAL também possui gramática — ainda que esta, às vezes, não esteja explicitada em livros. Ter uma gramática significa estar sujeita a regras, e todas as línguas, escritas ou não, são constituídas (entre outras coisas) de regras numerosas, complexas e estritas. Por exemplo, no português oral dizemos “Me dá um quibe aí”, mas não “Quibe aí dá me”.

Isso acontece porque as regras — ou seja, a gramática —

do português brasileiro falado não permitem a segunda frase. Agora, a língua escrita, veículo de uma imprensa e de uma literatura de grande porte, tende a evoluir mais lentamente do que a língua oral. Atribuo isso ao fato de que a língua escrita não é nativa de ninguém, mas é aprendida por meio da leitura, da instrução escolar etc.

O que freia (até certo ponto) a evolução da língua escrita não é a existência de gramáticas — isso, na verdade, tem um efeito mínimo —, mas seu uso na imprensa. Existe um



CÍNTIA BISPO DE ALMEIDA, POR CORREIO ELETRÔNICO

A proteína laminina, encontrada em músculos e na placenta, poderia auxiliar no retorno dos movimentos de pessoas que sofreram acidente vascular cerebral (AVC)?

AINDA NÃO SE SABE, pois a laminina, na forma utilizada com sucesso para tratar ratos com lesão medular, chamada polilaminina, ainda não foi testada em animais para tratamento de AVC.

Quando essa proteína foi usada em ratos para tratar lesões na medula, ela apresentou um inesperado efeito neuroprotetor. Isso significa que os animais tratados com a laminina tiveram o tecido nervoso protegido da destruição que normalmente se segue ao trauma.

É possível que a proteína também possa proteger o cérebro em casos de AVC. No entanto, existem outras propostas de novas terapias que, a princípio, seriam mais adequadas para esses casos. Por exemplo, as terapias para indução de revascularização, cujo objetivo é restaurar a oxigenação do tecido cerebral comprometido no AVC.

Tatiana Coelho Lobo Sampaio

LABORATÓRIO DE BIOLOGIA DA MATRIZ EXTRACELULAR,
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO



grande interesse em manter a uniformidade da língua escrita no tempo e no espaço e, como é uma variedade um tanto artificial da língua, fica mais fácil controlar seu desenvolvimento. Esse processo tem, às vezes, efeitos extremos, como no caso dos países árabes, onde a língua escrita é mais ou menos a da grande literatura árabe antiga, ao passo que a língua falada pelo povo evoluiu tanto que aprender a escrita é quase aprender uma língua estrangeira.

Isso também aconteceu na Europa na Idade Média, quando se escrevia em latim, embora o povo já falasse as línguas românicas. Assim, uma língua padrão escrita fica mais sob o controle de seus usuários, que conseguem, até certo ponto, evitar sua evolução e manter uma tradição linguística única mesmo em um vasto território e durante vários séculos. Entretanto, a língua escrita acaba se adaptando, de maneira que também evolui, embora mais lentamente do que a língua falada.

Mário Alberto Perini

FACULDADE DE LETRAS,
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS



© BIRN LINDA STREIBER/CONCESSIONARIAS

ALINE MATSUMOTO, JUNDIAÍ/SP

Quais os efeitos na saúde das ondas eletromagnéticas emitidas por redes de alta tensão?

A EXPOSIÇÃO A UM CAMPO ELETROMAGNÉTICO, como os gerados pelas redes de alta tensão, pode estimular tecidos nervosos e musculares, formar carga elétrica na superfície da pele, assim como induzir a ocorrência de choques elétricos. Os efeitos dependem da intensidade do campo, que também pode fazer com que se formem fosfenos, fenômenos visuais caracterizados por pontos brilhantes que surgem quando o globo ocular é estimulado mecânica, elétrica ou magneticamente.

As ondas eletromagnéticas são constituídas de campo elétrico e de campo magnético, oscilantes e perpendiculares entre si. Elas são radiações, isto é, energia em propagação. Os raios X, a luz visível, as ondas de rádio FM e de TV são exemplos desse tipo de onda. A diferença entre elas está na frequência de oscilação, relacionada à energia transportada pelas ondas.

Equipamentos eletroeletrônicos funcionam com energia elétrica alternada com frequência de 60 hertz (Hz), o que significa 60 oscilações por segundo. Os fios que transportam energia elétrica emitem ondas eletromagnéticas com

frequência de 60 Hz. Da mesma forma, redes que transmitem essa energia geram as ondas eletromagnéticas de 60 Hz.

A Agência Internacional de Pesquisa em Câncer publicou uma avaliação de riscos carcinogênicos em seres humanos expostos a campos elétricos e magnéticos estáticos e com frequência extremamente baixa em 2002. Nela, campos magnéticos de 60 Hz foram classificados como possíveis agentes carcinogênicos para seres humanos, no mesmo nível do café e da gasolina, entre outros fatores de risco.

Essa atitude foi tomada por precaução, pois ainda não há evidências conclusivas. Muitos trabalhos têm sido publicados sobre o tema, mas ainda não existe um consenso sobre o assunto. De qualquer forma, sabe-se que a distância da fonte emissora diminui a intensidade de um campo magnético.

Emico Okuno

DEPARTAMENTO DE FÍSICA NUCLEAR,
INSTITUTO DE FÍSICA, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

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

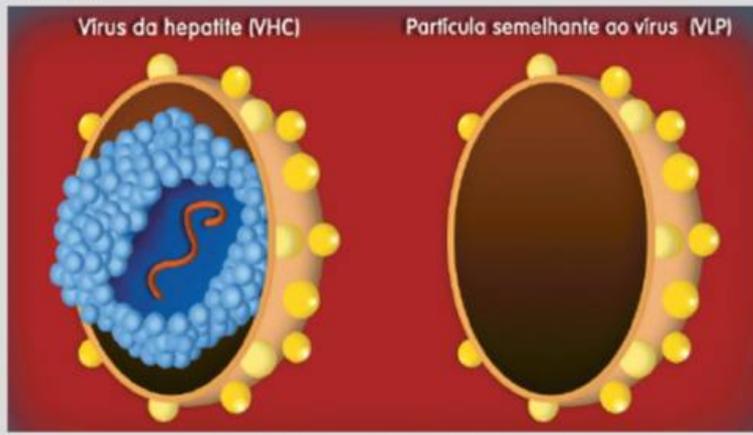
NOTÍCIAS

ESPECIAL

RESENHAS

GALERIA

VÍDEO

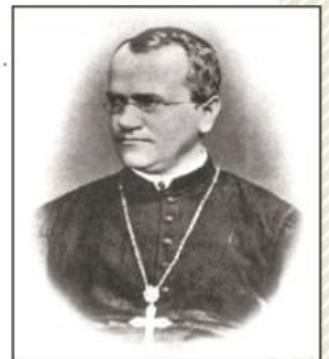
**VACINA > PARA CALAR DE VEZ >**

Pesquisadores franceses desenvolvem vacina contra a hepatite C, doença que causa cirrose e câncer de fígado e que se tornou uma 'epidemia silenciosa'. O medicamento mostrou bons resultados em testes com animais.

> <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2011/08/para-calar-de-vez>

ALÔ, PROFESSOR > <http://cienciahoje.uol.com.br/alo-professor/intervalo/2011/07/mendel-nao-reclamaria>

GENÉTICA > Mendel não reclamaria > Professora do ensino médio e estudante de mestrado, Daiana Sonego Temp propõe novos modelos didáticos para se ensinar genética. Ela insiste: "os educadores precisam buscar novas formas de construir conhecimento".



COLUNAS > <http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/em-tempo/escrita-e-tecnologia>

EM TEMPO > Escrita é tecnologia > O suposto fim da letra cursiva abriu uma série de debates. Em sua coluna de agosto, Keila Grinberg oferece uma perspectiva histórica (e pessoal) sobre o tema. Para ela, a criação de artifícios – incluindo aí a escrita – é parte fundamental da natureza humana.

BLOGUE > <http://cienciahoje.uol.com.br/blogues/bussola/2011/08/ciencia-e-ficcao-para-jovens-internautas>

LITERATURA > Ciência e ficção para jovens internautas > Escritora alia literatura, medicina e tecnologias digitais em publicações infantojuvenis. O empreendimento tem dado certo: um de seus livros, *Operação buraco de minhoca*, foi escolhido pelo Programa Nacional Biblioteca da Escola (PNBE), do Ministério da Educação, e será distribuído em escolas públicas este ano.



> PODCAST



APOCALIPSE FINANCEIRO? > Recentemente, o governo dos Estados Unidos conseguiu contornar a crise da dívida federal. Neste *Estúdio CH*, o repórter Fred Furtado conversa com o economista Rodrigo Zeidan, da Fundação Dom Cabral (MG), sobre as raízes e os reflexos do impasse que abalou os mercados mundiais.



MUTAÇÃO NO ATACADO > Pesquisadores estrangeiros desenvolveram uma maneira de fazer múltiplas alterações simultâneas no DNA de bactérias. Para comentar esse feito, este *Estúdio CH* conversa com o biólogo Sandro José de Souza, do Instituto Ludwig.

e muito mais >>>

Acompanhe a CH On-line também no

twitter

facebook

YouTube

del.icio.us

O CÉREBRO NO BANCO DOS RÉUS

WALTER SINNOTT-ARMSTRONG



Imagens de mapeamento cerebral são comuns em consultórios, laboratórios, hospitais e, cada vez mais, em páginas de revistas e jornais, na internet e na televisão. Mas e se elas se tornarem frequentes também em tribunais e em julgamentos criminais – tanto nas mãos da defesa quanto da promotoria?

A neurociência ainda não colocou os dois pés dentro do tribunal, mas está espiando pela fresta da porta à espera do momento propício. Embora, no Brasil, a entrada desse novo personagem em casos criminais esteja um pouco distante, nos Estados Unidos sua presença é mais do que uma possibilidade. As implicações éticas por trás do uso da neurociência no direito são múltiplas: será possível considerar uma pessoa mais perigosa que outra a partir de imagens cerebrais? Em que medida a neurociência pode colocar em cheque a responsabilidade de um criminoso por seus atos? Será que imagens cerebrais poderão ser tomadas como provas absolutas que dispensam outras evidências?

Tais questões ainda estão em processo de formulação, mas já existe um neologismo que as define: 'neuroética'. É sobre esse tema que conversamos com o filósofo da moral Walter Sinnott-Armstrong, professor de ética prática da Universidade Duke, nos Estados Unidos, pesquisador do Instituto de Ciências Cerebrais da mesma universidade e membro do Law and Neuroscience Project. Sinnott-Armstrong esteve no Brasil em junho último para conferências em Belo Horizonte e no Rio de Janeiro, quando tivemos a chance de conversar sobre essas questões para tentar vislumbrar o cenário que parece se esboçar no futuro próximo. **ISABELA FRAGA | CIÊNCIA HOJE | RI**

AS MELHORES EVIDÊNCIAS SÃO AS QUE UNEM PROVAS COMPORTAMENTAIS E NEUROCIÊNCIAS

O senhor acha que o uso da neurociência e de imagens cerebrais é mais confiável do que explicações comportamentais para a alegação de que um réu tem algum problema mental ou não teve responsabilidade sobre um determinado crime?

Acho que o mais confiável seria usar ambas as formas. Mas é importante distinguir 'comportamental' de 'fenomenológico'. 'Fenomenológico' seria o que mostra como a pessoa é por dentro. E você não pode perguntar a um psicopata como ele se sente, porque ele mentirá. Então, o melhor método de informação sobre um psicopata seria observar o seu comportamento. Mas, ainda assim, eles são muito espertos e podem confundir você por agirem de modo aparentemente 'normal'. Por exemplo, há perguntas que se costumam fazer para testar o julgamento moral das pessoas, e já se mostrou que os psicopatas dão respostas normais. Assim, o único modo de descobrir que não são normais é se voltar para um método indireto, como a neurociência. Podemos descobrir como psicopatas pensam de fato, ou seja, como tomam decisões. Ainda assim, as melhores evidências são as que unem provas comportamentais e neurocientíficas.

E quando essas provas são contraditórias? O que se deve fazer?

Quando isso acontece, o melhor é procurar um terceiro ou quarto método. Estamos [pesquisadores da Universidade Duke] desenvolvendo medições indiretas de como se dá o julgamento moral nos psicopatas. Calculamos, por exemplo, o tempo de reação para responder a perguntas; usamos rastreadores visuais para identificar os pontos para onde seus olhares vão em uma tela – o que é feito de forma inconsciente e é difícil fingir. Também estamos desenvolvendo um método de estímulos subliminares, no qual mostramos aos sujeitos figuras de crimes e de comportamentos impróprios, e observamos como isso afeta suas respostas a perguntas que fazemos logo em seguida. As imagens são apresentadas tão rapidamente que eles não se dão conta do que viram. Por isso, é muito difícil mentir. O quarto método são imagens cerebrais: observar padrões cerebrais enquanto os sujeitos respondem a alguns tipos de perguntas. Se os comportamentos e as imagens cerebrais não concordarem

entre si, voltamo-nos para tempo de reação, rastreamento de olhar ou algum tipo de estímulo subliminar.

Nenhum desses métodos tem 100% de precisão, mas, combinados, devem apresentar um resultado mais confiável. Penso que muitas pessoas descrentes em relação ao uso da neurociência querem certezas sobre suas hipóteses, mas, mesmo sem imagens cerebrais, não há certeza. Se você usa observação comportamental, não é certo; se você usa provas fenomenológicas, não é certo. Se usar relatos de melhores amigos, não é certo. A ciência cerebral é incerta como todas as outras. A melhor solução é usar combinações de diferentes métodos e observar onde há concordância.

Mas o método neurocientífico na classificação de psicopatia e outros transtornos mentais não parece ser divulgado como incerto. Um artigo publicado na revista *Nature Neuroscience* a respeito da repercussão de matérias jornalísticas sobre neurociência mostra, por exemplo, que o alívio da dor proporcionado pela acupuntura é explicado nas reportagens como 'real' porque imagens no cérebro confirmariam essa 'hipótese'. A neurociência, aí, teria a chancela de uma certeza. É impossível ter certeza, mas imagine que você tem 10 sujeitos no seu experimento com acupuntura e todos digam que não sentem mais dor. Isso é bom, mas talvez eles digam isso porque querem que a dor vá embora. Podem estar enganando a si mesmos ou mentindo. E as imagens cerebrais fornecem evidências independentes. Se descobrirmos que essas 10 pessoas mostram menor atividade cerebral em regiões normalmente ativadas em pessoas que dizem estar sentindo dor, isso nos deixa mais confiantes. Ainda não podemos ter certeza, mas é mais confiável do que ter somente a evidência comportamental. Por outro lado, as imagens cerebrais não fazem o menor sentido sem evidências de comportamento.

Para interpretar quais partes do cérebro são relacionadas à dor, precisamos confiar originalmente em alguns sujeitos que dizem quando estão com dor ou não: o comportamento sempre vem antes. Mas isso não quer dizer que a ciência do cérebro não contribua em nada.

>>>

A MAIOR IMPLICAÇÃO ÉTICA PARA A SOCIEDADE É O USO DA NEUROCIÊNCIA PARA FAZER PREDIÇÕES DE COMPORTAMENTOS

Ela pode tornar um experimento ainda mais confiável se seus resultados reiterarem o comportamento. Depende das pessoas com que lidamos: imagine um psicopata que diz amar sua mãe. Ele a abraça, lhe dá um presente de aniversário, lhe faz visitas. Você vai acreditar que ele a ama? Se forem feitas imagens cerebrais e estas não mostrarem nenhuma ativação nas áreas que normalmente são ativadas em certas respostas sentimentais, pode ser válido confiar nas imagens e não no comportamento, porque você sabe que ele tem motivação para mentir.

O senhor pode dar um exemplo de um caso jurídico em que a neurociência tenha colaborado para um julgamento considerado correto? Provavelmente o melhor exemplo em que a neurociência ajudou a desvendar um caso de forma intuitivamente correta é o caso Graham x Florida. Graham tinha 16 anos quando foi condenado a 12 meses de prisão por assalto a mão armada. Seis meses depois de ter sido liberado, ele foi julgado e condenado à prisão perpétua sem direito a condicional por assalto domiciliar a mão armada. Nesse segundo caso, a Suprema Corte considerou inconstitucional uma pena como essa por um crime que não levou à morte, uma vez que esse crime foi cometido antes da idade de 18 anos. Para a defesa do réu, foi usado um artigo de neurociência que sugeria que partes do cérebro juvenil relacionadas a controle de comportamento ainda não estão totalmente maduras nessa idade. E a inconstitucionalidade desse tipo de pena, que se tornou uma lei, parece intuitiva para mim – acho que a maioria das pessoas pensaria que não se deveria dar uma pena tão dura por um crime cometido por alguém ainda tão jovem, especialmente não tendo ocorrido morte. Embora eu não ache que a neurociência tenha sido necessária para essa decisão – havia muitas razões para que fosse tomada –, parece-me que ela teve influência sobre a Suprema Corte. O argumento do amadurecimento cerebral foi mencionado, e acabou por sustentar uma decisão que era intuitiva.

Há também casos nos quais evidências neurocientíficas tenham levado a um julgamento mais duvidoso? Um exem-

plo em que a neurociência levou a uma decisão contraintuitiva é o caso Weinstein x Nova York. Herbert Weinstein teve uma briga com sua esposa certa noite em seu apartamento. Ela o arranhou no rosto, o que, segundo ele, o fez surtar. Weinstein a estrangulou até a morte e a jogou da janela. Ele alegou que sua condição neurológica – um cisto no cérebro – o tornou menos responsável. Nesse caso, ele nunca foi a julgamento porque a evidência do cisto foi aceita e ele foi declarado culpado de homicídio doloso [quando há intenção de matar] – e não de doloso qualificado [com agravantes] –, e por isso recebeu uma pena mais curta. Alguns acharam que isso não foi justo, pois não havia evidência de relação causal entre o cisto e a atitude do réu: há pessoas que têm cistos como esse durante toda a vida, sem saber de sua existência, mas não cometem crimes. Não é tão óbvio que foi uma má decisão, pois claramente Weinstein havia tido um acesso de fúria, e o homicídio doloso qualificado é muitas vezes reduzido para homicídio doloso, e até culposos [sem intenção de matar], quando a pessoa está sob perturbações emocionais extremas. Não ficou claro se as imagens cerebrais levaram a um resultado equivocado nesse caso, mas, se bem me lembro, logo após essa evidência ter sido aceita, o acordo para homicídio doloso foi assinado.

Quais seriam as implicações éticas mais relevantes da neurociência aplicada ao direito? O que é mais relevante para um indivíduo é diferente do que tem mais impacto sobre a sociedade. A meu ver, a maior implicação ética para a sociedade é o uso da neurociência para fazer previsões de comportamentos. A possibilidade de usar imagens cerebrais em conjunto com informações comportamentais e de outros tipos para prever se uma pessoa vai ou não cometer um crime acarreta muitas consequências potenciais. Poderia diminuir o número de pessoas nas prisões, porque saberíamos quem é perigoso e quem não é – e soltaríamos as pessoas não perigosas antes, deixando as perigosas mais tempo presas. Também poderia tornar o ambiente fora da prisão mais seguro. Mas se isso for aplicado de forma errada, vai haver prisão de pessoas inocentes e a classificação de perigosas para pes-

NOS CASOS QUE MAIS ABORDO – DETECÇÃO DE CRIME, RESPONSABILIDADE CRIMINAL E CASOS DE FINAL DE VIDA –, O USO DE IMAGENS CEREBRAIS NÃO É COMUM, MAS ESTÁ SE TORNANDO MAIS FREQUENTE

soas que não o são. Todas essas técnicas têm muitos potenciais mas devem ser postas em prática com muito cuidado.

Há casos de usos de imagens cerebrais para determinar a consciência de pessoas em estado vegetativo persistente no final de suas vidas. Essa análise poderia ajudar a determinar se elas deveriam ser mantidas assim ou se seria melhor retirar o suporte para a vida. Já é possível detectar a consciência a partir da neurociência, mas ainda não vi nenhum estudo de caso no qual essas imagens cerebrais são de fato usadas para determinar a manutenção do estado vegetativo ou não.

Em um artigo do *New York Times* sobre 'neuroética', publicado em 2007, alguns cientistas afirmam que a neurociência estabelece que toda ação é determinada e que, por isso, deveríamos repensar as maneiras como punimos as pessoas, pois a punição não transformaria os elementos determinantes de seus comportamentos. O que o senhor acha disso? Primeiramente, acho que a neurociência não é determinista. Estudos neurocientíficos geralmente são correlações imperfeitas entre comportamento e relatos de ativação cerebral, mas não são determinísticos – o que exigiria uma correlação perfeita. Os estudos neurocientíficos que conheço também nunca observam os processos cerebrais de uma pessoa no momento da decisão de cometer um estupro, vender drogas ou realizar um grande crime. Então não acredito que a neurociência seja determinista ou nos dê conhecimento perfeito do nosso processo de tomada de decisões. Os neurocientistas citados no *New York Times* concluem que devemos desistir de punição, mas isso depende em parte do significado de 'punição'. Se por 'punição' você quer dizer infligir dor à pessoa porque ela machucou alguém e você quer se vingar pelo que ela fez, então acho que há várias razões para que esse tipo de punição não exista mais, independentemente da neurociência. Mas se a questão é se devemos prender os criminosos para separá-los da população em geral e deixar o resto da sociedade segura, então acho que a neurociência não vai sugerir que isso acabe, porque ainda precisamos deixar a sociedade segura.

Como os seus pensamentos sobre ceticismo influenciam seus estudos e conclusões sobre neurociência e 'neurodireito'?

Não acho que meus pensamentos céticos interfiram no direito ou na ciência, porque o direito sempre lida com incertezas – e cientistas sabem que suas conclusões são incertas. O que é importante, no que diz respeito ao direito, é que o ceticismo leve as pessoas a procurar outras fontes de evidência. Se alguém vê o que o réu fez, essa pessoa pode afirmar: eu sei que ele é responsável, sei que ele precisa ser punido. Se a pessoa for um pouco mais cética, diz que não tem certeza, e pode até conseguir melhores evidências ao analisar outras áreas. A neurociência pode fornecer informações adicionais. Minha ideia da neurociência é sempre que, sozinha, ela é muito questionável, assim como outras fontes de informação. Sempre é preciso usar diferentes fontes juntas. Neurociência não deve substituir observações comportamentais, ou teorias psicológicas, mas suplementá-las, complementá-las, aprimorá-las.

Como anda a permissão – ou não – de evidências neurocientíficas nos tribunais norte-americanos? Imagens cerebrais são usadas em alguns casos. Há um estudo recente sobre os modos diferentes como elas são usadas nos tribunais norte-americanos. Ele mostra que são utilizadas em audiências para avaliar sanidade. Quando alguém comete um crime, deve-se determinar se a pessoa é capaz de ir a julgamento – quer dizer, verificar se ela consegue entender o que o advogado ou a Corte dizem, se pode ou não entender os processos contra ela etc. Esse tipo de audiência também é feito com pessoas idosas para decidir se elas têm capacidade de decidir onde vão viver, lidar com suas despesas etc. Imagens cerebrais são usadas nesses casos, por exemplo, com pacientes de Alzheimer, para ver o quanto a doença progrediu, e mesmo confirmar o diagnóstico – porque ele é difícil de ser feito. O uso de imagens cerebrais em tribunais já foi rejeitado em uma cidade no sul da Califórnia, em Memphis e também em Nova York.

O senhor pode explicar melhor um desses casos? Em Memphis, o psicólogo Lorne Semrau havia sido acusado de

MINHA SUSPEITA É QUE A DETECÇÃO DE MENTIRAS POR MEIO DA NEUROCIÊNCIA SERÁ ADMITIDA NOS TRIBUNAIS NORTE-AMERICANOS EM 20 ANOS, TALVEZ EM 10

fraudar pedidos médicos de algumas empresas de planos de saúde. A defesa tentou usar imagens cerebrais feitas a partir de ressonância magnética para provar que o réu não estava mentindo ao afirmar que não tinha intenção de cometer fraude. O juiz não permitiu o uso desses exames como provas, mas deu orientações de como os testes poderiam ser feitos para ser admitidos no tribunal. Imediatamente, a empresa que desenvolve métodos neurais de detecção de mentiras começou a fazer novos experimentos para obedecer aos critérios sugeridos pelo juiz. Por um lado, esses casos mostram que os advogados estão tentando introduzir imagens cerebrais a favor de seus clientes. Por outro, também mostra que os tribunais estão resistindo. Minha suspeita é que a detecção de mentiras por meio da neurociência será admitida nos tribunais norte-americanos em 20 anos, talvez em 10. Em um caso em Chicago, um *serial killer* chamado Brian Dugan foi recentemente julgado e imagens cerebrais foram introduzidas na fase da sentença para determinar se ele iria ter pena capital ou prisão perpétua sem direito a condicional. Ele recebeu pena de morte sem direito a condicional, mas o júri deliberou durante muito mais tempo do que o esperado. Alguns membros disseram que as provas neurocientíficas quase os fizeram votar contra a pena de morte. Nos casos que mais abordo, no entanto – detecção de crime, responsabilidade criminal e casos de final de vida –, o uso de imagens cerebrais não é comum, mas está se tornando mais frequente.

Não há o risco de se tomar evidências neurocientíficas no direito como se fossem mais confiáveis do que outros tipos de evidências? São permitidas como evidências a afirmação de testemunhas oculares – mesmo quando estas só viram de relance –, pegadas, impressões digitais etc. Não entendo como a defesa não poderia utilizar evidências neurocientíficas se ela pode introduzir impressões digitais, que também não são totalmente confiáveis. Muitas pessoas dizem que se tomam as evidências neurocientíficas como mais confiáveis do que elas realmente são. Mas as pessoas tomam as testemunhas oculares como mais confiáveis do que realmente são! Então, se

esse é um argumento contra a neurociência, deveria ser um argumento também contra as testemunhas oculares. Além do mais, devemos nos perguntar: por que se pensa que o júri vai tomar evidências neurocientíficas como mais confiáveis?

Na Universidade Duke, estamos terminando um estudo em que elaboramos cenários nos quais as pessoas tomariam decisões em casos criminais, e mostrávamos a elas imagens cerebrais que seriam apresentadas pela defesa para alegar que o réu não era totalmente responsável pelo crime cometido. Nossa questão era: imagens cerebrais têm efeito no julgamento das pessoas a respeito de um crime? E descobrimos que não. As pessoas não eram levadas a acreditar na alegação da defesa por causa das imagens cerebrais. O artigo da *Nature Neuroscience* que você mencionou mostra que matérias jornalísticas com imagens cerebrais são percebidas como de melhor qualidade. Mas o fato de matérias de revistas terem esse efeito não significa que o mesmo acontecerá nos tribunais. As pessoas envolvidas em um julgamento podem tomar muito mais cuidado, perceber que a vida de alguém depende de sua decisão.

O que é necessário, então, para que o uso da neurociência no direito seja feito de modo ponderado e de fato facilite um julgamento justo? É importante ter estudos cuidadosos para determinar se imagens cerebrais vão de fato ludibriar os júris, e também analisar casos reais em que esse tipo de evidência seja apresentado. Há um estudo sobre 'neurocasos' no qual se mostra que, quando um réu é diagnosticado de forma neurocientífica e há uma imagem cerebral para comprovar, este recebe mais votos de inocência por insanidade do que quando não há imagem do cérebro. Mas não fica claro se isso é algo negativo – talvez seja apenas uma melhor evidência, talvez esses réus de fato sejam inocentes por insanidade. Não significa que os juízes são ludibriados: podem ter sido mais bem informados pela neurociência. Mesmo nesses casos, os réus não são soltos nas ruas, ainda vão para trás de grades, em uma instituição mental. De qualquer forma, ainda é muito cedo para avaliar. 

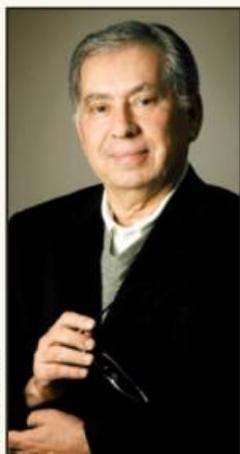


FOTO: CICERO RODRIGUES

Três vetores majoritariamente constituintes da cidade – infraestrutura, transporte e moradia – têm sido deixados à responsabilidade do cidadão, com minoritária participação coletiva

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

CONSTRUÇÃO COMPARTILHADA

Sabemos que a cidade é o maior artefato da cultura; portanto, uma expressão coletiva. Assim, sua construção deve ser responsabilidade de todos, tanto dos governos quanto da sociedade. Não obstante, a cidade brasileira tem sido em grande medida uma produção exclusivamente das famílias.

Há uma clara defasagem entre a idealização que fazemos sobre a cidade e os instrumentos que tornamos disponíveis para sua concretização. Como se explica essa aparente contradição?

Entre os pilares do pensamento contemporâneo está a crescente conscientização sobre a necessidade da preservação e da defesa do patrimônio, o cultural e o natural. A sustentabilidade passa a ser uma exigência ética fundamental. Igualmente, fortaleceu-se a noção de interdependência entre os agentes sociais urbanos. É cada vez mais claro o desejo de produzirmos cidades menos desiguais, de oportunidades melhor distribuídas.

Para além do discurso, isso implicaria a adoção de medidas mitigadoras em relação aos danos já constatados, mas, sobretudo, significaria políticas públicas em consonância com os novos compromissos.

Nossas cidades brasileiras têm um passivo ambiental considerável.

Grande parte dos sistemas hídricos está submetida a despejos sanitários e industriais que os tornam quase moribundos. Mesmo assim, as cidades continuam sem política de saneamento abrangente: Nova Iguaçu, na Baixada Fluminense, com 800 mil habitantes, tem menos de 1% de seus domicílios urbanos ligados à rede de esgotos tratados, e não é um exemplo isolado. Ao contrário, é um panorama que inclui milhares de cidades, inclusive capitais.

É alto o passivo ambiental decorrente da opção pelo transporte rodoviário nos deslocamentos casa-trabalho. E não apenas pela poluição atmosférica – o que uma mudança tecnológica nos veículos poderia minorar. O mais relevante é que o transporte rodoviário é reconhecidamente predador de território.

Sua vantagem de fácil acesso estimula a ocupação urbana, mas se torna um grave problema na formação de cidades cada vez menos densas – a demandar mais serviços, mais infraestruturas, mais equipamentos, mais territórios. Contudo, esse é o modo quase exclusivo de transporte urbano no Brasil.

No caso da moradia, a ausência de políticas públicas de crédito para a produção de habitações – situação em geral tratada como dependente de fatores macroeconômicos, distanciados do fenômeno urbano – resultou na grande expansão habitacional sustentada basicamente pela poupança prévia das famílias, sem apoio coletivo. Assim, apenas uma, em cada cinco moradias urbanas do país, foi construída com alguma participação dos governos ou recebeu algum tipo de financiamento, público ou privado. Essa média continua valendo mesmo com a implantação do programa Minha Casa, Minha Vida. E, se tal condição é evidência de vitalidade do povo brasileiro, é, também, matriz dos assentamentos irregulares e favelas.

Portanto, três vetores majoritariamente constituintes da cidade – infraestrutura, transporte e moradia – têm sido deixados à responsabilidade do cidadão, com minoritária participação coletiva.

É inegável que houve avanços políticos importantes, nas últimas décadas, em direção à consolidação do direito à cidade, o qual abrange a possibilidade de o homem viver no território urbano em consonância com as exigências da vida contemporânea. No entanto, em que pese os ganhos políticos alcançados, esse ainda é um direito que, embora formalizado na Constituição, não foi plenamente conquistado na prática da vida urbana. Enfim, trata-se de um direito individual que precisa ter suporte coletivo.

Preservação ambiental, sustentabilidade, equidade urbana: é nossa tarefa ajudar a transformá-las de conceitos idealizados em prática. Para tanto, nossas cidades carecem ser compreendidas como construção compartilhada. **CR**

FÍSICA > BRASILEIROS MEDEM PELA PRIMEIRA VEZ FENÔMENO DO UNIVERSO SUBATÔMICO

A medida da discórdia

Físicos brasileiros fizeram a primeira medida experimental de uma grandeza que poderá ser ferramenta útil para acelerar o desenvolvimento dos computadores quânticos, dispositivos ultravelozes que prometem deglutir, em segundos, tarefas que poderiam durar até bilhões de anos para o mais possante dos equipamentos atuais.

A grande extensão da estrada (ainda em construção) que leva aos computadores ultravelozes — ou quânticos — está pavimentada de artigos sobre um dos fenômenos mais estranhos da natureza, que lembra um tipo de comunicação ‘telepática’. Denominado emaranhamento, o fenômeno permite que duas partículas ou átomos, se nesse estado especial (ou seja, emaranhados), troquem informação instantaneamente. E não importa se separados por milímetros ou trilhões de quilômetros.

Estranho? Assim é o mundo das dimensões subatômicas.

Já foi dito nesta seção que a analogia mais semelhante ao emaranhamento é o vodu: espeta-se um boneco aqui, e a vítima sente a agulhada ‘instantaneamente’, mesmo que esteja em outro continente (alerta: antes que alguém reclame de abusos na analogia, a comparação é de um físico renomado e pensador perspicaz do assunto, John Polkinghorne).

No jargão da física, diz-se que dois objetos emaranhados estão correlacionados. Para entender isso, basta visualizar uma lâmpada e um interruptor. Razão de esses dois objetos estarem correlacionados: tendo informação sobre um, inferimos informações (propriedades) do outro. Exemplo: se a lâmpada estiver acesa, podemos dizer, com boa segurança, que o interruptor está ligado (e nem precisaríamos ver o interruptor); se o interruptor estiver desligado, poderemos inferir que o ambiente estará sem luz, sem estar nele.

Mas essa forma de correlação é dita clássica, por envolver objetos macroscópicos.



ENJOADO AO EXTREMO O emaranhamento é o alicerce da ultracapacidade de processamento dos computadores quânticos, pois permite processar grande número de tarefas simultaneamente. O problema é que o fenômeno é enjoado ao extremo: duas entidades quânticas emaranhadas (núcleos, elétrons, fótons etc.) devem ser mantidas a temperaturas baixíssimas e (bem pior) praticamente isoladas do ambiente, pois a mínima interferência destrói essa ‘ligação’. Ou seja, tarefa complexa e que demanda energia — acrescente-se dinheiro, paciência e habilidade experimental.

E se fosse possível medir a correlação entre dois objetos quânticos sem que se precise emaranhá-los, mantendo-os à temperatura ambiente? — note, leitor, que agora se trata de correlações no mundo atômico e subatômico; portanto, quânticas.

Os físicos têm nome para esse tipo de grandeza, ou seja, aquela que indica o quão quântica são as correlações entre duas

Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (RJ), onde foi feito o experimento sobre discórdia

entidades do mundo atômico ou subatômico: discórdia, grandeza de nome esquisito (até inapropriado) introduzida teoricamente em 2000. No caso da lâmpada e do interruptor, a discórdia seria nula, pois estaríamos no mundo macroscópico, dito clássico.

Nos últimos anos, a literatura especializada se avoluma em artigos teóricos sobre o assunto. Mas como medir a discórdia experimentalmente?

COM ANESTÉSICO Aqui entram nove físicos de quatro instituições brasileiras: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (RJ), Universidade Federal do ABC (SP), Instituto de Física de São Carlos (SP) e Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (RJ).

Para medir a discórdia, eles trabalharam, à temperatura ambiente, com a molécula de clorofórmio (líquido com propriedades anestésicas), que contém um átomo de carbono, um de hidrogênio e três de cloro – o carbono, no caso, era, por imposição do instrumento usado no experimento, de um tipo especial, com seis prótons e sete nêutrons no núcleo.

O interesse aqui recai sobre os átomos (mais especificamente, os núcleos) de carbono e de hidrogênio. Primeiramente, com técnicas especiais, a equipe mostrou que esses dois núcleos não estavam emaranhados – ou seja, não estavam ‘ligados’ por aquele fenômeno que já foi classificado como fantasmagórico pelo físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955).

Aí veio a parte crucial: mostraram que era possível medir correlações entre duas propriedades – no caso *spin*, que pode ser imaginado como a rotação do núcleo – entre o carbono e o hidrogênio, como se um fosse a lâmpada e o outro o interruptor. Ou seja, tendo informação sobre um, inferem-se propriedades do outro.

O ‘gol’ do artigo, na definição de um dos autores, é que o trabalho oferece, pela primeira vez, um método prático para medir correlações quânticas, ou seja, para medir a discórdia.

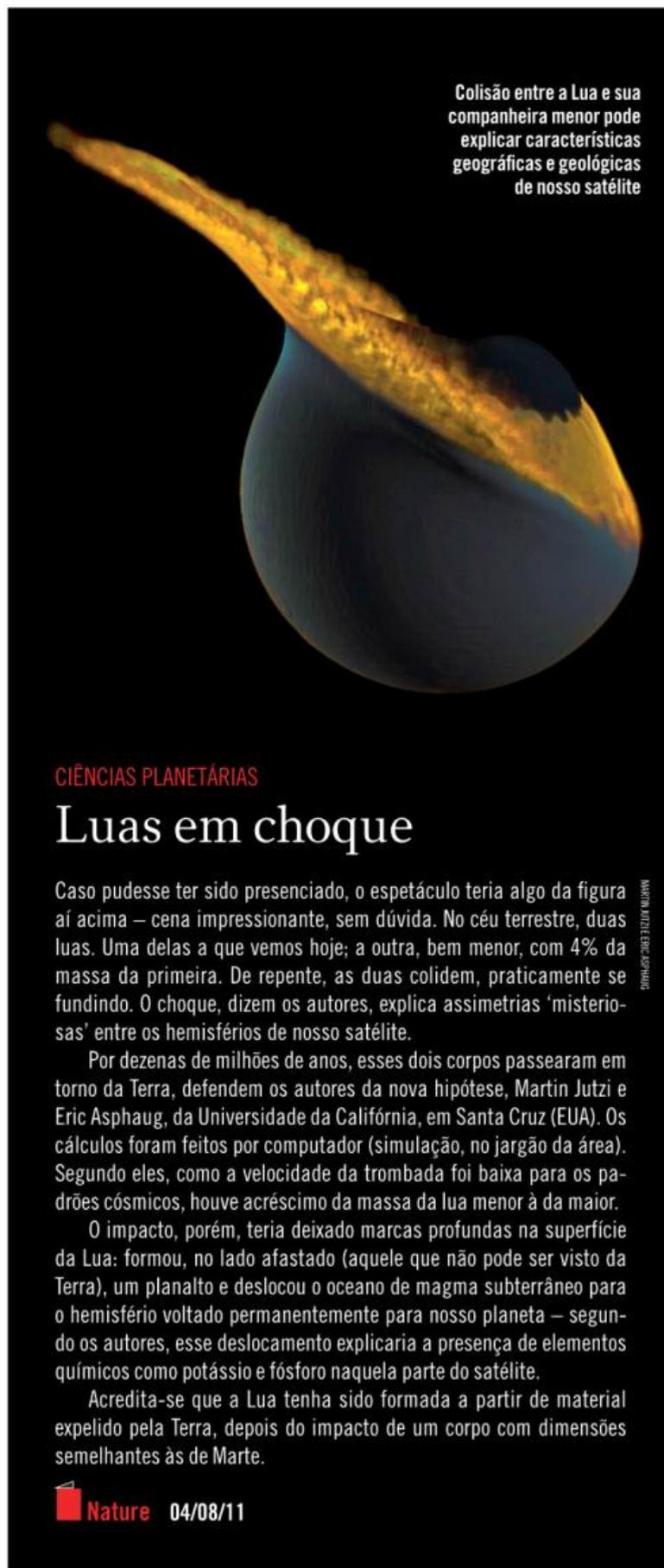
Por que isso é importante? Porque abre a possibilidade de usar átomos à temperatura ambiente para o desenvolvimento de computadores quânticos e outras promessas da área de informação quântica, como a criptografia quântica, que gera códigos 100% invioláveis.

As características tanto da discórdia quanto do emaranhamento são úteis para o processamento de informação por um computador quântico. No entanto, sistemas não emaranhados dotados de discórdia têm a vantagem de serem mais robustos à ação do meio externo.

O trabalho traz uma característica que aos poucos vem crescendo na física do Brasil: o experimento idealizado e realizado no país. Os resultados mereceram publicação na prestigiosa *Physical Review Letters* (PRL, como é conhecida).

Em tempo: esta seção recebeu a notícia de que o mesmo grupo já está emplacando o segundo artigo na PRL.

Physical Review Letters
v. 107, p. 070501, 2011



Colisão entre a Lua e sua companheira menor pode explicar características geográficas e geológicas de nosso satélite

CIÊNCIAS PLANETÁRIAS

Luas em choque

Caso pudesse ter sido presenciado, o espetáculo teria algo da figura aí acima – cena impressionante, sem dúvida. No céu terrestre, duas luas. Uma delas a que vemos hoje; a outra, bem menor, com 4% da massa da primeira. De repente, as duas colidem, praticamente se fundindo. O choque, dizem os autores, explica assimetrias ‘misteriosas’ entre os hemisférios de nosso satélite.

Por dezenas de milhões de anos, esses dois corpos passearam em torno da Terra, defendem os autores da nova hipótese, Martin Jutzi e Eric Asphaug, da Universidade da Califórnia, em Santa Cruz (EUA). Os cálculos foram feitos por computador (simulação, no jargão da área). Segundo eles, como a velocidade da trombada foi baixa para os padrões cósmicos, houve acréscimo da massa da lua menor à da maior.

O impacto, porém, teria deixado marcas profundas na superfície da Lua: formou, no lado afastado (aquele que não pode ser visto da Terra), um planalto e deslocou o oceano de magma subterrâneo para o hemisfério voltado permanentemente para nosso planeta – segundo os autores, esse deslocamento explicaria a presença de elementos químicos como potássio e fósforo naquela parte do satélite.

Acredita-se que a Lua tenha sido formada a partir de material expelido pela Terra, depois do impacto de um corpo com dimensões semelhantes às de Marte.

Nature 04/08/11

FOTO: ROBERTO SANDRONI/LBMN/CEPE



MEDICINA

Desvantagem de ser alta

Mulheres mais altas têm mais risco de desenvolver câncer. Pode até soar como brincadeira (de mau gosto), mas o resultado saiu em periódico científico de renome e foi julgado por outros cientistas.

Os pesquisadores, liderados por Jane Green, da Universidade de Oxford (Reino Unido), buscaram os elementos para suas conclusões em banco de dados que reúne quase 1,3 milhão de mulheres de meia-idade do Reino Unido que foram acompanhadas ao longo de 10 anos, período no qual foram observados 97 mil casos de câncer no grupo.

Para as análises, as mulheres foram divididas em cinco grupos, separados a cada 5 cm de altura, começando pelas menores, de 1,55 m (grupo de referência), até as mulheres com 1,75 m ou mais.

Os cálculos estatísticos mostraram que, para cada 10 cm a mais de altura, o risco relativo de câncer aumentava em 16%. Por exemplo, se consideramos uma mulher de 1,55 m e outra de 1,65 m, esta última tem 16% a mais de risco que a primeira.

Esse percentual de risco relativo praticamente não variou com a classe socioeconômica ou outras 10 características analisadas pela equipe.

Por que a variação do risco com a altura?

A equipe não sabe explicar, acredita que exista um mecanismo básico que atue ainda no início da vida, quando as pessoas estão em fase de crescimento. Por sinal, altura é de-

terminada não só por fatores genéticos, mas também por influências ambientais (dieta e infecções na infância, por exemplo) e nível de produção de hormônios. Ou seja, buscar uma só causa para a relação não é fácil. No entanto, certa desconfiança recai sobre os hormônios: ao estimular o crescimento, também o fariam em relação às células cancerosas.

Ao todo, foi estudada a incidência de 17 tipos de câncer.

Analisando estudos anteriores e comparando os dados, os autores concluíram que a relação é válida para mulheres de várias populações, incluindo as da Ásia, Oceania, Europa e América do Norte.

As conclusões, defendem os autores, poderiam explicar os aumentos sem razão aparente nas taxas de certos cânceres ao longo do século passado, período no qual a média de altura da população mundial também se elevou. Na Europa, por exemplo, a cada década, a média de altura da população tem aumentado em 1 cm desde 1900, o que pode ter elevado o risco de câncer na população daquele continente em algo entre 10% e 15%, dizem os autores.

A pesquisa concorda com estudos anteriores envolvendo tanto mulheres quanto homens.

Consolo para as mais altas: o risco de doença cardíaca diminui com a altura.

 **The Lancet Oncology** 21/07/11 on-line

FARMACOLOGIA

Vacina contra heroína



Parte dos ratos do experimento tem menos vontade que os outros de autoadministrar heroína. Esse foi um dos efeitos que mostraram aos pesquisadores a eficácia de uma vacina experimental contra essa droga.

A dependência química de heroína é uma das piores conhecidas — isso é corroborado por massa significativa de artigos na literatura especializada e relatos de gente que se viciou e conseguiu (ou não) abandonar a droga. Miles Davis, que no fechamento desta edição é tema de exposição na cidade do Rio de Janeiro, relatou sua dependência, que se iniciou na década de 1950, e aí se entende por que a substância é merecidamente classificada como 'pesada'.

O tratamento da dependência inclui medicamentos e terapia comportamental. Mas há muitos casos de recaída — caso de Davis, por exemplo. Os remédios têm efeitos colaterais significativos, e some-se a isso o fato de clínicas especializadas não existirem em número suficiente em nível mundial.

A vacina, no caso, explora mecanismos do sistema imune dos dependentes, para fazer com que estes — motivados a largar o vício, o que é importante — vençam a vontade de injetar a droga, explica o líder da equipe, Kim Janda, do Instituto de Pesquisa Scripps (EUA). Os autores produziram moléculas semelhantes à da heroína e àquelas em que a droga se transforma ao entrar no organismo.



GETTY IMAGES

Posto de modo simples: enganam o organismo com algo praticamente inócuo. Os resultados com os ratos, dizem os pesquisadores, foram satisfatórios.

Nos EUA, o consumo de heroína custa ao país cerca de US\$ 22 bilhões (aproximadamente R\$ 35 bilhões). No Brasil, especialista consultada por esta seção informa que o uso da droga está em torno de 0,1% da população. Pelos levantamentos, a prevalência maior é no Sul (chega a 0,3%). É uma droga muito cara, uma das razões de ela ser pouco disseminada por aqui.

Em tempo: o segundo autor do artigo, Leandro Vendruscolo, é brasileiro.

 **Journal of Medicinal Chemistry**
v. 54, n. 14, p. 5.195-5.204, 2011

MEDICINA

Urina e próstata

Certamente, a cena ocorre com grande número de homens a cada dia no mundo: o resultado do teste de sangue para risco de câncer de próstata dá valores altos. O que fazer agora? Biópsia? Ou esperar para ver como o quadro de desenvolve? Um teste de urina promete ajudar nessa decisão.

O exame PSA avalia a quantidade de certa proteína no sangue. Se alta, é um indicativo de que a saúde dessa glândula pode não estar boa. Se o resultado for realmente elevado, é possível que o médico encaminhe o paciente para uma biópsia. O problema é que esse procedimento, além de desconfortável – é feito com uma agulha –, tem lá seus riscos.

O novo teste de urina busca uma anomalia genética presente em cerca da metade dos cânceres de próstata. E o restante? Bem, nesse caso, os pesquisadores tomaram o cuidado de acrescentar ao teste outro marcador, o PCA3, que dá conta, segundo eles, dos outros 50% dos casos.

O novo procedimento foi testado em 1.312 homens, todos com índices elevados no teste PSA – recomendado anualmente para homens a partir dos 40 anos de idade (ou 50 anos, para alguns médicos), como coadjuvante ao toque de próstata feito pelo médico (em geral, um urologista).

No entanto, muitos homens que têm resultados elevados no PSA acabam sabendo, por meio da biópsia, que não têm câncer – inflamações ou aumento benigno dessa glândula alteram o exame de PSA.

Com base nos testes de urina, os pesquisadores dividiram os voluntários em três categorias: baixo, médio e alto risco. E depois compararam esses valores com os resultados das biópsias.

As biópsias, por sua vez, indicaram câncer em: i) 21% dos homens enquadrados na categoria de baixo risco; ii) 43% dos classificados como médio risco; iii) em 69% daqueles com alto risco.

O teste de urina também foi capaz de indicar quão agressivo é o tumor maligno. No caso, apenas 7% dos homens na categoria 'baixo risco' tinham tumores agressivos. Para os 'alto risco', esse percentual foi de 40%.

O resumo dessas cifras e categorias é o seguinte: o novo teste pode ser um passo intermediário importante entre o PSA alto e a execução (ou não) da biópsia. Ou seja, mais um coadjuvante no diagnóstico e na postergação (ou não) do procedimento cirúrgico.

Os autores, liderados por Scott Tomlins, da Universidade de Michigan (EUA), já estão em contato com a indústria para licenciar o teste.

Nos EUA, este ano, estimam-se 217 mil diagnósticos de câncer de próstata, com 32 mil mortes. No Brasil, os números, para este ano, serão: cerca de 52 mil casos, com aproximadamente 10% de óbitos, segundo o Ministério da Saúde.

 **Science Translational Medicine** 03/08/11

SINTONIA FINA

Glaucoma e vitiligo

Mas, contudo, porém, no entanto, todavia... Essa lista de conjunções adversativas – que dão a ideia de oposição entre as frases que ligam – é necessária para o assunto a seguir – e que só está aqui porque foi premiado no último Congresso Mundial de Dermatologia, em Seul (Coreia do Sul), a saber: substância presente em colírio para tratamento de glaucoma foi eficaz contra o vitiligo, quadro (mal compreendido) marcado pela perda de pigmentação da pele.



ETHAN ALLEN

Glaucoma é o nome para um grupo de doenças que atingem o nervo óptico e que podem levar à cegueira. A pressão intraocular elevada é um fator de risco para esses quadros.

A substância presente no colírio, bimatoprost, também está em cosméticos que aumentam e escurecem os cílios, informa a reportagem de Mariana Versolato, na *Folha de S. Paulo*.

O trabalho é de pesquisadores da Escola de Medicina Gian Sagar (Índia). Uma das fraquezas do estudo é que ele foi feito com pequeno número de pacientes (20, no total). No congresso, foram apre-

sentados dados relativos a metade desse universo. Em sete desses 10 voluntários, o colírio, aplicado diariamente, conseguiu devolver a pigmentação da pele depois de dois meses. Os resultados foram melhores na face do que no tronco e em pacientes cujo vitiligo era mais recente que seis meses.

Esta seção foi procurar na literatura especializada estudos que relacionassem o vitiligo e o glaucoma. Encontrou um, feito por pesquisadores do Departamento de Oftalmologia do Centro Hospitalar da Universidade de Split (Croácia), com o sugestivo título 'Vitiligo e glaucoma – uma associação ou uma coincidência? Estudo-piloto' (*Acta Dermatovenerologica Croatica*, v. 18, n. 1, p.21-26, 2010). 'Mundo de Ciência' enviou pergunta ao principal autor, mas não recebeu resposta até o fechamento da edição.

No trabalho, os autores da Croácia dizem ter diagnosticado glaucoma em 24 (57%) de 42 pacientes com vitiligo. "Portanto, acreditamos que pacientes em tratamento contra vitiligo deveriam regularmente ser submetidos a exames oftalmológicos completos", com especial atenção para o glaucoma de ângulo aberto primário (o do tipo mais comum).

No vitiligo, não se conhecem bem as causas que levam os melanócitos (células responsáveis pela fabricação do pigmento melanina) a se tornarem inativas. O tratamento mais comum é à base de medicamentos que agem sobre o sistema de defesa do paciente.

A bimatoprost parece ser daquelas substâncias que, ao longo dos anos, foi acumulando aplicações ao seu currículo. Primeiramente, percebeu-se que escurecia e fazia crescer cílios – nessa função, seu uso foi aprovado nos EUA em 2008. Há poucas (e aparentemente duvidosas) evidências de que reduza a gordura em torno dos olhos.

Versolato informa que, no Brasil, há três pacientes que estão se submetendo a testes experimentais com a bimatoprost.

Alerta aos mais afoitos: não é o caso de usar o colírio contra o vitiligo. Motivos: i) os resultados não passam de mera relação obtida com pouquíssimos pacientes; ii) o verbete, em inglês, da Wikipédia apresenta longa lista de efeitos colaterais (alguns sérios) da bimatoprost.

Briga de cachorro grande

Briga das grandes está para acontecer, daquelas, como se diz popularmente, de cachorro grande. Em um lado do ringue, o governo da Austrália; do outro, a indústria de cigarros.

A plateia também está dividida. Parte dela (Nova Zelândia, Uruguai, Noruega e Índia) apoia os australianos. Entre os que estão dispostos a assistir à derrota do adversário estão República Dominicana, Honduras, Equador, Cuba, México, Zâmbia, Filipinas, Nicarágua e Ucrânia. Estes dizem que a lei viola acordos internacionais de comércio e impulsiona a falsificação, além de derrubar preços – o que faria mais gente passar a fumar. Os defensores negam essa violação e acrescentam que o projeto de lei está de acordo com a Convenção sobre o Tabaco da Orga-

nização Mundial da Saúde.

Não foi possível descobrir de que lado o Brasil está.

Em jogo, está a aprovação de lei na Austrália que obriga todos os fabricantes de cigarro a modificar as embalagens de cigarro, para reduzir o apelo propagandístico – as marcas terão padronizados tamanho, tipo e corpo de letra – e para praticamente cobri-las com aqueles alertas sobre as consequências de fumar. Especialistas que defendem essa iniciativa dizem que isso quebraria a filiação dos dependentes com a marca e diminuiria o número de novos fumantes. A indústria alega que não há evidências que apoiem essas conclusões.

O assunto mereceu editorial na revista médica *The Lancet Oncology* (v. 12, n. 8, p. 709, 2011).

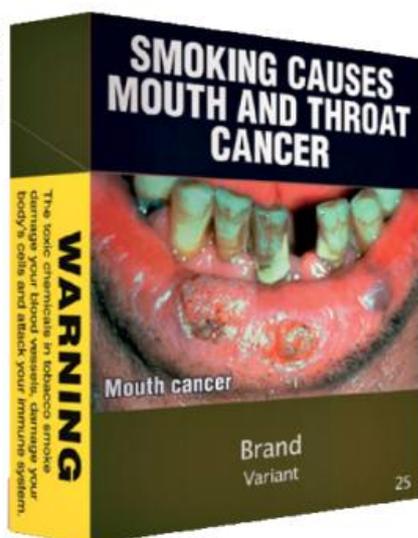
Na Austrália – país cujo mer-

cado interno de cigarros não é lá dos maiores do mundo –, a indústria faz contrapropaganda nos meios de comunicação. Por trás disso, diz o editorial, está o temor de que ocorra um tipo de efeito cascata pelo mundo, pois Canadá, Reino Unido e Nova Zelândia prometem seguir o exemplo australiano – os EUA cogitam também repensar as embalagens.

O editorial apoia a iniciativa australiana e diz que o governo daquele país, apesar das ameaças da indústria, deve aprovar o projeto, mandado para o parlamento em julho passado e que conta com o apoio do ministro da Saúde.

Se for aprovado, passa a valer a partir do ano que vem. Aos interessados, o projeto de lei (em inglês) está em: <http://bit.ly/pZEPUP>.

FOTO: ROY NEW / REUTERS





A volta do arco-íris

Ao abrir sua caixa de mensagens eletrônicas, o pesquisador Robin Moore demorou a acreditar no que via. O especialista em anfíbios era um dos primeiros humanos a visualizar a personagem deste mês, acima, o *Ansonia latidisca*, ou sapo-arco-íris – basta olhar a foto para entender o porquê do nome.

O assombro de Moore se explica: o diminuto anfíbio – em média de 3 mm a 5 mm de comprimento – havia sido visto, pela última vez, em 1924. Dele, só havia ilustrações. Agora, a espécie, de pernas finas e longas, foi reencontrada. Isso se deu à noite, no alto de árvores, em uma floresta a mais de mil metros de altura em relação ao nível do mar, na Malásia, perto da fronteira com a Indonésia. Para a

surpresa dos pesquisadores do projeto 'Busca Global por Anfíbios Perdidos' – por sinal, iniciativa de Moore, que trabalha na ONG Conservação Internacional –, lá estavam um macho e uma fêmea adultos e um jovem.

O sapo-arco-íris foi o segundo achado de um tipo de lista – 'Os 10 mais procurados do mundo'. O primeiro foi o *Atelopus balios* ou, no popular, sapo-do-rio-pescado, no Equador.

O projeto busca anfíbios em 21 países (inclusive Brasil) dos cinco continentes. Ao todo, são 126 pesquisadores. Por causa da caça e extração ilegais de madeira na região, o sapinho colorido reaparece sob condições frágeis.

FOTO: MICHAIL LITS / CORBIS/CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL

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 NEWS 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, EUREKA! 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: OCCASO RODRIGUES

Equívocos envolvendo a confusão entre geopolítica e genética ocorrem, ou teimam em persistir, mesmo em agências de segurança prestigiosas

Imaginemos que uma análise do DNA de pessoas do estado do Rio de Janeiro constata que os habitantes de São Gonçalo são geneticamente diferentes dos de Volta Redonda, por exemplo. Parece absurdo? Nem tanto, se considerarmos os resultados de estudo feito na Europa. Essa pesquisa, ligada ao projeto Population Reference Sample (Amostra de População de Referência), conhecido como Popres, revelou que indivíduos de regiões geográficas bem próximas – como as áreas de língua francesa, italiana e alemã situadas na Suíça – podem apresentar estruturas genéticas distintas.

Usando apenas o critério de área, já que a Suíça é um pouco menor do que o estado do Rio de Janeiro, as observações do estudo poderiam ser extrapoladas de um local para o outro. É claro que, para que a estruturação constatada naquele país se evidenciasse nos municípios fluminenses, seria necessário que estes tivessem sido colonizados há mais tempo e que existissem barreiras naturais, como altas montanhas ou rios, para dificultar migrações intermunicipais. De todo modo, o projeto europeu ilustrou muito bem como a aplicação da biotecnologia de alta capacidade (ou seja, com elevado número de análises) viabilizou a dissecação de certas populações com grande detalhe.

Os pesquisadores analisaram cerca de meio milhão de sítios específicos dos genomas de 3.192 europeus e encontraram uma correlação muito próxima entre identidade genética e distância geográfica. Os resultados, publicados em 2008 na revista científica *Nature* (v. 456, p. 98), permitiram a elaboração de um mapa genético da Europa que reforçou significativamente as análises de ancestralidade realizadas em outros estudos, que utilizaram marcadores genéticos mais difusos.

Entretanto, como sucede com qualquer avanço da ciência, cria-se o potencial de uso indevido do conhecimento gerado. Ávida para absorver mais uma ferramenta de controle populacional, a Agência Britânica de Fronteiras tentou abiscoitar a técnica de genotipagem como um aplicativo para seus próprios fins de controle de migração. O objetivo era verificar, por meio de genotipagem, se todos os que pe-

diam asilo político, como no caso da Somália, vinham de fato de regiões socialmente instáveis ou tentavam se aproveitar de um dispositivo de lei. Assim, a agência reduziu um estudo de biologia evolutiva a um simples estratagem de fiscalização.

Simples e simplório, porque os autores da ideia certamente ignoravam conceitos básicos de genética. Um marcador genético presente num indivíduo é herdado de seus ancestrais e não adquirido por ele em determinado país. A detecção de mudanças sutis na estrutura populacional de uma região não está subordinada às fronteiras que, em última análise, são criadas pelos humanos e que, como se sabe, mudam com grande frequência, em especial na África. Aliás, equívocos envolvendo a confusão entre geopolítica e genética ocorrem, ou teimam em persistir, mesmo em agências de segurança prestigiosas como o FBI, dos Estados Unidos.

Para casos de identificação por genotipagem, o FBI utiliza bancos de dados nos quais as frequências de marcadores genéticos são separadas em três grandes grupos: caucasianos, hispânicos e afrodescendentes. Dependendo do indivíduo, uma dessas categorias é usada como referência. Mas como definir caucasiano ou hispânico? Rigorosamente, caucasianos seriam todos os descendentes de populações que habitaram o Cáucaso, o que inclui Europa Oriental e sul e centro da Ásia. Já os hispânicos seriam os descendentes de indivíduos da península Ibérica e da América Latina. No entanto, quantas etnias podemos encontrar nessas categorias? Talvez milhares, em uma estimativa conservadora.

A intenção do FBI, na concepção original do sistema, era provavelmente a de detectar diferenças genéticas entre brancos, latinos e negros. Mas, na verdade, pôs no mesmo saco origens muito diversas. Para atualizar e validar seus bancos de dados, essa agência teria de fazer uma análise similar à do Popres, usando os cerca de 500 mil marcadores. Aí, porém, eles teriam não somente três categorias, mas milhares delas. Factível? Provavelmente sim. Necessário? Provavelmente não. **U**

FRANKLIN RUMJANEK

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

TODOS TÊM ANSIEDADE

Então, quando é um transtorno?

Figura 1. À espera de sua amada, em um primeiro encontro, um indivíduo apresenta características do modo de pensar ansioso, como inferências arbitrárias e incoerentes, tendência a imaginar que ocorreram catástrofes e a tentar 'adivinhar' o futuro



ILUSTRAÇÕES DE ANICHA EBERT

A ansiedade é um estado mental que se manifesta na antecipação de uma ameaça potencial ou iminente. Embora possa ser necessária, em vários momentos de nossas vidas, como um mecanismo de defesa, a ansiedade excessiva ou os transtornos de ansiedade podem tornar o mundo sombrio e assustador. Este artigo descreve os transtornos de ansiedade, suas causas e os tratamentos disponíveis, relacionando essas informações com as pesquisas sobre o assunto realizadas no Brasil e no mundo.

ANNA CLAUDIA SILVEIRA E ANTONIO EGIDIO NARDI

Instituto de Psiquiatria, Universidade Federal do Rio de Janeiro

GISELE P. DIAS, MÁRIO BEVILAQUA E PATRÍCIA FRANCA GARDINO

Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro

No início da noite, ele estava sentado à mesa do restaurante, a aguardar por ela. Seria o primeiro encontro. Os minutos passavam lentamente e, a cada avanço do ponteiro no relógio, um novo pensamento surgia: “E se ela não vier?”; “Será que foi porque eu marquei aqui e não onde ela sugeriu?”; “Será que não gosta de mim?”; “E se desistiu?”. Às 18h35, ele olha para o celular, ávido por uma ligação ou mensagem, e descobre que seu chefe havia telefonado há cinco minutos. Novos pensamentos se sucedem: “Será que o relatório não ficou bom?”, “Se eu não for promovido, o que direi aos meus amigos?”. Então, o que era um leve frio na barriga, comum em todo primeiro encontro, se torna progressivamente uma avalanche de sensações de desconforto: boca seca, suores, tremores, vertigem.

Ao sair em disparada pela porta do restaurante, determinado a voltar para o escritório, nem percebe que acaba de passar pela bela jovem que, por causa de um grande engarrafamento, dirigia-se apressada ao local do encontro. Situações como essa ocorrem em nossas vidas a todo momento, mas nem todos nós as vivenciamos como se fossem grandes ameaças. Grande parte das pessoas, porém, de fato vê o mundo como um local inseguro e as pessoas como perigosas, o que leva a drásticas reduções em sua qualidade de vida. Essas pessoas sofrem, provavelmente, de algum transtorno de ansiedade (figura 1).

>>>

Sensações de ansiedade são, normalmente, parte da experiência humana, mas a ansiedade excessiva, frequente ou inapropriada pode levar a doenças. Esse estado mental é acompanhado por respostas comportamentais e fisiológicas que incluem evitar as situações temidas, manter-se em alerta e apresentar ativação do sistema nervoso autônomo, responsável por funções automáticas, como respiração, circulação sanguínea e outras. Tais respostas visam a proteger o indivíduo do perigo.

As respostas relacionadas à ansiedade têm sido descritas em humanos e em animais e fazem parte de um mecanismo universal de adaptação dos organismos a condições difíceis. É fácil imaginar como se reduziriam as chances de sobrevivência de uma presa que não tivesse medo de seu predador – um suricato não ter medo de uma águia aumentaria muito as chances de ele virar o jantar da águia.

Ter ansiedade, portanto, é necessário e importante, mas até certo ponto. Os especialistas a dividem em duas categorias: o 'estado de ansiedade', que seria uma resposta imediata ou aguda frente a alguma situação, como termos medo de cobra ou de um assalto quando nos deparamos com esses estímulos ou situações. E o 'traço de ansiedade', uma característica de personalidade mais permanente que indica uma tendência da pessoa para ter, ao longo do tempo, um aumento na resposta de ansiedade (figura 2).

A ansiedade é considerada doença quando interfere gravemente na vida cotidiana, e pode ser classificada em seis síndromes, segundo o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-IV, na sigla em inglês), elaborado pela Associação Americana de Psiquiatria e utilizado em todo o mundo: transtorno de ansiedade generalizada, fobia social, fobia específica, transtorno de pânico, transtorno de estresse pós-traumático e transtorno obsessivo-compulsivo (ver 'Tipos diferentes de ansiedade'). Juntos, esses transtornos afetam cerca de 23% dos brasileiros em algum momento de suas vidas.



Figura 2. A resposta de alerta – como a dos suricatos africanos ao perceber a aproximação de uma águia – é útil para a sobrevivência do indivíduo (ou do grupo), mas se ocorrer com muita frequência, ou na ausência de ameaças reais, pode ser sintoma da ansiedade patológica

Segundo Leda Cosmides e John Tooby, da Universidade da Califórnia em Santa Bárbara (Estados Unidos), as emoções podem falhar – em seu propósito de ser adaptativas – porque, embora possam ter sido a melhor resposta aos desafios ambientais enfrentados por ancestrais humanos, talvez não o sejam na atualidade. As diferenças entre nossas respostas emocionais herdadas e o ambiente moderno podem produzir resultados disfuncionais, como os transtornos de ansiedade. Um estudo desenvolvido na Universidade Federal do Rio de Janeiro, por pesquisadores do Laboratório de Pânico e Respiração do Instituto de Psiquiatria, mostrou, inclusive, que pacientes com transtorno do

TIPOS DIFERENTES DE ANSIDADE

A **'ansiedade generalizada'** é marcada por preocupações irrealistas, excessivas e duradouras, acompanhadas de tensão motora, irritabilidade, insônia e estado de alerta constante (hipervigilância).

Já a **fobia social** é o medo – com ativação do sistema autônomo: suor, tremores, ritmo cardíaco acelerado – em situações sociais que envolvem a possibilidade de julgamento do comportamento ou desempenho do indivíduo por outros.

Na **fobia específica**, a aversão ocorre em determinadas situações (medo exagerado de animais, de sangue, de altura, de voar e outros).

O **transtorno de pânico**, em geral associado à agorafobia, caracteriza-se por episódios agudos (com pico em 10 minutos) e inesperados de terror e inclui sintomas físicos e cognitivos fortes e variados, entre eles

o 'congelamento', além da sensação de estar observando tudo como se não estivesse ali (desrealização).

O que indica o **transtorno de estresse pós-traumático** são episódios recorrentes de terror após evento (por exemplo, assalto ou acidente automobilístico) em que houve ameaça real ou potencial à integridade física do indivíduo ou de outros – em geral, o sistema autônomo é ativado sempre que essas memórias traumáticas retornam.

No **transtorno obsessivo-compulsivo** o indivíduo tem pensamentos recorrentes (obsessões) e é impelido a praticar atos repetidos (compulsões) que parecem aliviar a ansiedade gerada por aqueles pensamentos (por exemplo, acreditar que todos os objetos têm micro-organismos causadores de doenças e por isso lavar as mãos a todo instante).

pânico tendem a exibir a resposta de congelamento/immobilização (em inglês, *freezing*) quando visualizam figuras que geram ansiedade. O congelamento, uma resposta de defesa encontrada em muitas espécies, também parece ter sido preservado ao longo da evolução humana.

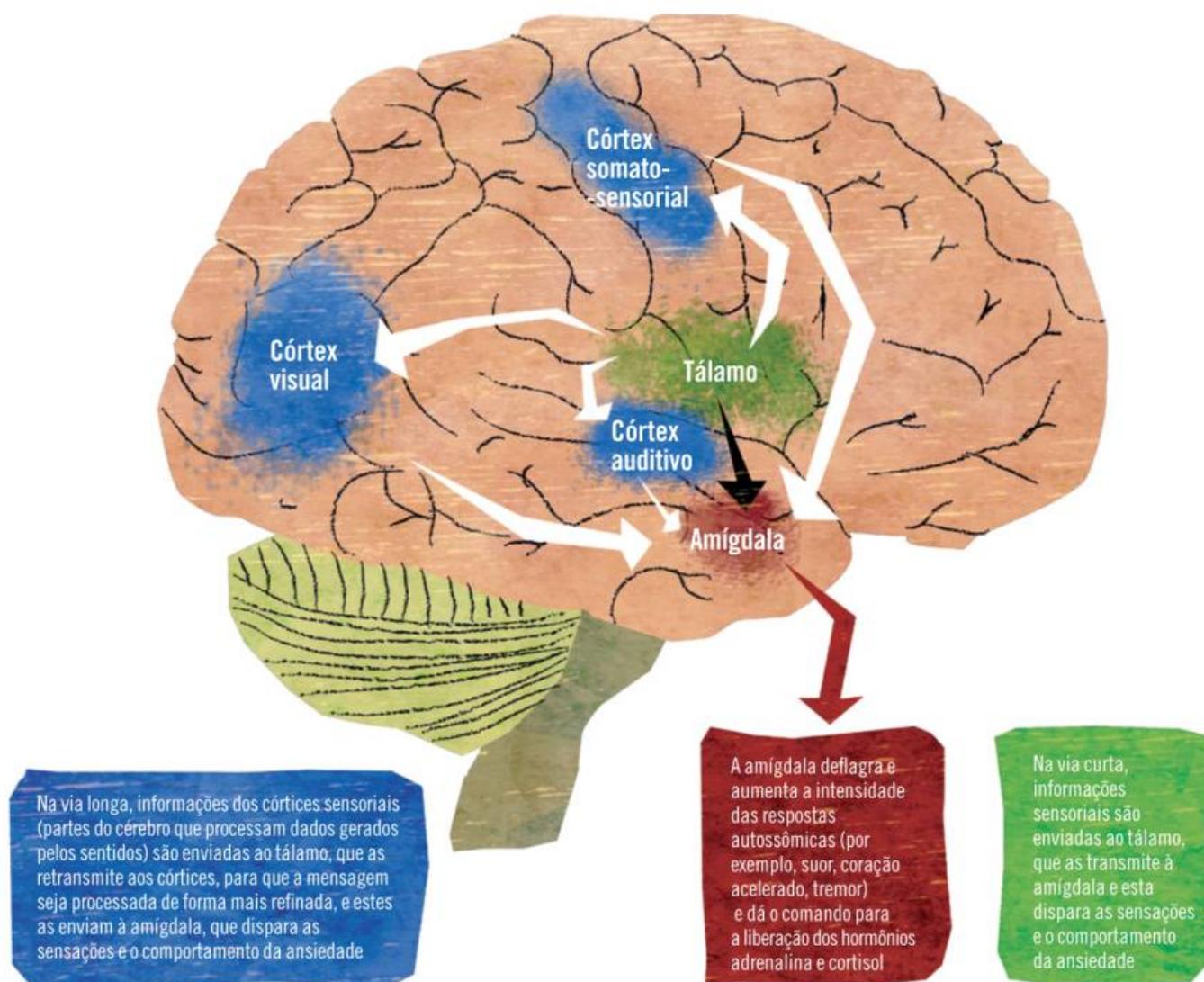
No entanto, os 'predadores' da vida humana moderna demandam respostas comportamentais diferentes. Hoje, responder em excesso, constantemente, a qualquer estímulo ou situação que representa ameaça – solidão, exigências do mercado de trabalho, falar em público e outros – pode contribuir para o desenvolvimento de transtornos de ansiedade. Mas o que leva alguém a desenvolver esses transtornos? Segundo as pesquisas na área, está cada vez mais claro que quadros complexos como o medo e a ansiedade patológicos resultam de uma refinada interação de diferentes fatores, incluindo componentes biológicos (genéticos e epigenéticos, isto é, mudanças na expressão de genes provocadas por estímulos ambientais), cognitivos e culturais.

Componente biológico Do ponto de vista biológico, o estudo da ansiedade tem progredido a passos largos, graças ao mapeamento, por técnicas de neuroimagem, de estruturas-chave envolvidas no processamento das informações emocionais no cérebro. Nesse contexto, a ansiedade patológica pode ser vista como o resultado da superativação de certas regiões do cérebro (figura 3).

É surpreendente imaginar que a propensão a disfunções psiquiátricas como os transtornos de humor e de ansiedade pode ser em grande parte determinada no início da vida. Eventos iniciais no desenvolvimento de um feto ou bebê podem levar a pessoa a ter, ao longo da vida, uma tendência de expressar maior ansiedade em resposta a um estímulo ameaçador. Fatores genéticos capazes de reduzir a resposta do cérebro ao neurotransmissor serotonina, por exemplo, podem aumentar a probabilidade de um indivíduo desenvolver transtornos de ansiedade ao ser exposto a experiências traumáticas.

>>>

CIRCUITO DO MEDO Figura 3. Estruturas cerebrais ativadas no chamado 'circuito do medo'. O esquema mostra uma via longa (setas brancas) e uma via curta de processamento da mensagem (seta preta), que ocorrem em paralelo



Animais que sofrem situações traumáticas no início do desenvolvimento, como separação materna ou fome, exibem maior tendência a desenvolver transtornos ansiosos na idade adulta e apresentam alterações fisiológicas como diminuição do hipocampo, estrutura cerebral importante para a formação de memórias. Isso também é constatado em diferentes estudos com crianças que sofreram abuso (físico, emocional ou sexual), presenciaram violência ou viveram eventos de separação duradoura e perda. Tais crianças têm um hipocampo menor e redução na produção de serotonina, e em geral desenvolvem algum tipo de transtorno de ansiedade. Uma explicação plausível – embora não existam evidências conclusivas – é a de que o hipocampo é mais suscetível às influências do ambiente no início do desenvolvimento e de que a redução dessa estrutura cerebral resultaria, entre outros fatores, da presença de altos níveis de cortisol (o famoso hormônio do estresse) na corrente sanguínea.

Por outro lado, estudos mostram que animais estimulados positivamente no início da vida pós-natal têm menor propensão à ansiedade. Ratos de mães ansiosas, mas criados por mães que exibem maior comportamento de lamber os filhotes (comportamento relacionado a menores níveis de ansiedade) passam a exibir menor ansiedade, ao contrário dos irmãos biológicos criados pela mãe ansiosa, que lambia pouco. Os efeitos moleculares desse fenômeno são impressionantes: o comportamento materno é capaz de ligar ou desligar a expressão de determinados genes, o que

influencia diretamente o comportamento da prole. Esses estudos são chamados epigenéticos e representam uma mudança radical em pensamentos científicos anteriores, pois evidenciam que a genética é aberta à influência ambiental.

Outras experiências positivas no início da vida também são capazes de trazer repercussões moleculares importantes. Alguns exemplos de resultados são um menor número de receptores para o cortisol, aumento do número de ligações entre neurônios (sinapses) no córtex cerebral e no hipocampo e aumento nos níveis de uma molécula chamada ‘fator neurotrófico derivado do cérebro’ (BDNF, na sigla em inglês). Essa molécula é liberada pelos próprios neurônios e os ajuda a crescer, a se multiplicar, a fazer novas sinapses e a sobreviver.

Mas por que algumas pessoas têm maior resistência a desenvolver transtornos de ansiedade, mesmo quando expostas a situações traumatizantes? Uma das respostas, em termos biológicos, pode estar nessa molécula, o BDNF. Ela ajuda a regular a chamada plasticidade sináptica – a capacidade dos neurônios de alterar a forma de interação com outros, fenômeno envolvido nos processos de aprendizagem e memória, em especial na aprendizagem do medo e em sua extinção. A diminuição dos níveis de BDNF ou alterações na sequência de aminoácidos dessa proteína têm sido relacionadas a uma menor extinção de memórias aversivas ou traumáticas em humanos, o que estaria relacionado a transtornos de ansiedade.



Figura 4. O modelo Faces foi adaptado para o Brasil, em 2010, pelos psicólogos Gisele Dias, Nick Edgerton e Stephen Palmer, para descrever a dinâmica do modelo cognitivo, e baseia-se na influência mútua de todos os seus componentes. O desafio da terapia cognitivo-comportamental é intervir nesses diferentes fatores de forma a melhorar a qualidade de vida do cliente

Componente cognitivo Do ponto de vista psicológico, também há cada vez mais evidências de que uma das diferenças entre uma pessoa ansiosa e uma não ansiosa está na forma como elas interpretam o mundo e os diversos acontecimentos do dia a dia. Vamos pensar que outra pessoa tenha passado pela mesma situação que aquela que descrevemos no início do texto. Seus pensamentos poderiam ser diferentes: “Ela está atrasada, será que aconteceu alguma coisa?”; “Deve estar presa no trânsito, ou sua última reunião no trabalho se estendeu mais um pouco”; “Daqui a pouco ela chega, e se não vier, enfim, será chato, mas não será o fim do mundo”.

Às 18h35, ele vê no celular a mensagem sobre o telefonema do chefe, pouco antes, e pensa: “O que será que ele quer?” Decide ligar, mas sem maior preocupação: “Se não for possível resolver hoje, ponho na lista de tarefas de amanhã”. Sente-se um pouco desconfortável por imaginar que pode ter de refazer alguma tarefa, mas logo pensa que isso faz parte da vida profissional. “Não será a primeira vez, nem a última.” Liga para o chefe, que apenas o cumprimenta pela excelente apresentação feita mais cedo. Nesse momento, vê entrar a jovem que esperava. Presa no engarrafamento, ela lutava para chegar ao encontro.

O que diferencia essa situação da descrita no início? Em termos psicológicos, o que mudou foram os pensamentos – a maneira como o indivíduo atribuiu significados aos acontecimentos. Na primeira descrição, ele exibiu um modo de pensar ansioso, no qual podem ser identificadas algumas características: ‘catastrofização’, inferências arbitrárias, tendência a ‘adivinhar’ o futuro, infinitos “e se...”. Quando alguém supõe, tomando como única verdade, que se o chefe ligou é porque há problemas e que um atraso significa rejeição, a resposta emocional não pode ser outra: tremores, frio na barriga, desconforto.

Esse modelo psicológico – de que são os pensamentos que levam, em grande parte, às respostas emocionais – é chamado de ‘modelo cognitivo’. Em termos clínicos, foi desenvolvido pelo psiquiatra norte-americano Aaron T. Beck na década de 1970 e revolucionou a psicoterapia, dando origem à promissora terapia cognitivo-comportamental (TCC), segundo a qual pensamentos, sentimentos e comportamentos interagem de forma que cada um potencializa os outros. Os psicólogos britânicos Nick Edgerton e Stephen Palmer construíram o diagrama Space (nome formado pelas iniciais das palavras *social, physiology, action, cognition e emotion*), que mostra esse processo. Em 2010, o modelo foi adaptado para o Brasil, onde ganhou o nome de diagrama Faces (fisiologia, ação, cognição, emoção e social/situação) (figura 4).

Componente cultural Parece claro que o componente cultural desempenha papel importante na gênese e no desenvolvimento dos transtornos de ansiedade. A cultura em que o indivíduo está inserido recheia seu conteúdo psíquico com prioridades, pressões e exigências (por determinados comportamentos, desempenho ou resultados).

Formas de tratamento Embora os transtornos de ansiedade provoquem intenso sofrimento psíquico e social ao paciente e a seus familiares, a boa notícia é que a psiquiatria contemporânea conta com ampla gama de medicamentos que auxiliam a pessoa ansiosa. Eles agem, em geral, em dois sistemas neurológicos, o serotoninérgico (que envolve a serotonina) e o GABAérgico (que envolve outro neurotransmissor, o ácido gama-aminobutírico, conhecido pela sigla, em inglês, GABA). O último é o principal componente inibitório do sistema nervoso central. De forma promissora, a psicologia clínica também contribui para a atenuação do quadro de ansiedade, empregando métodos de tratamento que estimulam o paciente a aceitar o desafio de encontrar formas mais leves de viver.

Como colocado, uma das abordagens mais eficazes de que a psicologia dispõe para a ansiedade é a terapia cognitivo-comportamental, baseada na identificação de pensamentos disfuncionais e no confronto dessas crenças com os fatos/evidências da realidade compartilhada socialmente. O trabalho cognitivo, aliado ao foco comportamental, isto é, ao desenvolvimento de novas habilidades e competências, tem se mostrado bastante efetivo para a mudança da fórmula ‘superestimação do perigo + subestimação das capacidades de enfrentamento = ansiedade patológica’.

E daqui pra frente? Estudo surpreendente realizado no Instituto de Psiquiatria da Universidade Federal do Rio de Janeiro mostrou que a estimulação com realidade virtual é capaz de induzir ansiedade em pacientes com transtorno de pânico e agorafobia (medo de lugares abertos). Os pesquisadores agora investigam se a realidade virtual também poderia ser útil como uma ferramenta terapêutica para esses pacientes.

Hoje, no entanto, as psicoterapias podem ajudar a conduzir o paciente a perceber suas realizações, dando a si mesmo o crédito por elas, o que aumenta a autoestima e a autoconfiança, possibilitando maior controle em situações geradoras de ansiedade. Afinal, se chegamos até aqui é porque somos verdadeiramente preparados para encarar desafios – inclusive, o de buscar caminhos para driblar a ansiedade excessiva e, simplesmente, sermos mais felizes. ■

Sugestões para leitura

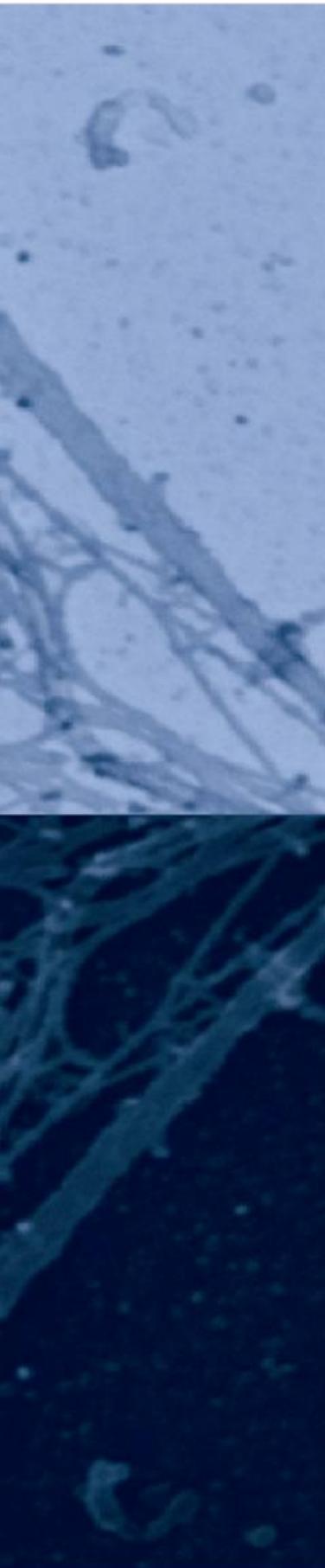
- HETEM, L. e GRAEFF, F. *Transtornos de ansiedade*. São Paulo, Atheneu, 2004.
 KAPCZINSKI, F.; QUEVEDO, J. e IZQUIERDO, I. *Bases biológicas dos transtornos psiquiátricos*. Porto Alegre, Artes Médicas Sul, 2000.
 LANDEIRA-FERNANDEZ, J. e CHENIAUX, E. *Cinema e loucura – conhecendo os transtornos mentais através dos filmes*. Porto Alegre, Artmed, 2010.
 NARDI, A. E. *Transtorno de ansiedade social: fobia social – a timidez patológica*. Rio de Janeiro, MEDSI, 2000.

CAIU NA REDE É INVASOR

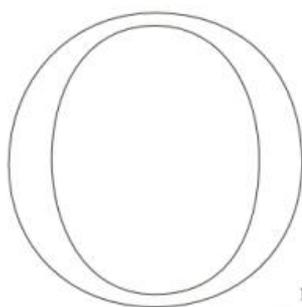
Quando micro-organismos capazes de causar alguma doença invadem o corpo humano, nosso sistema de defesa aciona diferentes mecanismos para reconhecer, atacar e destruir os 'inimigos'. Entre os componentes desse sistema estão os neutrófilos, células sanguíneas enviadas rapidamente para o local de uma infecção. Até recentemente, sabia-se que os neutrófilos usavam dois processos para matar os micro-organismos, mas agora uma terceira estratégia atrai o interesse dos cientistas: essas células liberam armadilhas que prendem os invasores (como as redes de pesca) e os atacam com diversas substâncias. Estudos feitos no Brasil revelam como essas redes atuam contra os protozoários causadores das leishmanioses.

**Michelle Tanny Cunha do Nascimento,
Anderson Baptista Guimarães-Costa
e Elvira Maria Saraiva**

*Instituto de Microbiologia Professor Paulo de Góes,
Universidade Federal do Rio de Janeiro*



Armadilhas geradas por neutrófilos prendem e matam micro-organismos



O sangue contém várias células encarregadas de combater os micro-organismos que invadem o organismo. Entre elas estão os neutrófilos, as células brancas (também chamadas de glóbulos brancos) mais numerosas no sangue. Os neutrófilos são rapidamente recrutados pelo sistema de defesa para atuar em locais onde ocorre uma inflamação e/ou infecção, por causa de sua grande capacidade de migrar para esses locais ou para onde estão micro-organismos. A principal característica dessas células é um núcleo – local onde é armazenado o material genético (DNA) – dividido em três partes ligadas por filamentos nucleares (figura 1). Por isso, afirma-se que os neutrófilos são polimorfonucleares, termo que significa um núcleo com muitas ('poli') formas ('morfo').

Além disso, os neutrófilos têm no citoplasma um grande número de grânulos (os pontos, na figura 2) que servem para armazenar grande variedade de moléculas capazes de matar micro-organismos (função microbicida). Segundo o conhecimento tradicional, essas células brancas desempenham seu papel microbicida por meio de dois mecanismos: a) a fagocitose, que consiste na entrada de micro-organismos do meio externo para o interior da célula, onde são destruídos; e b) a degranulação, que con-



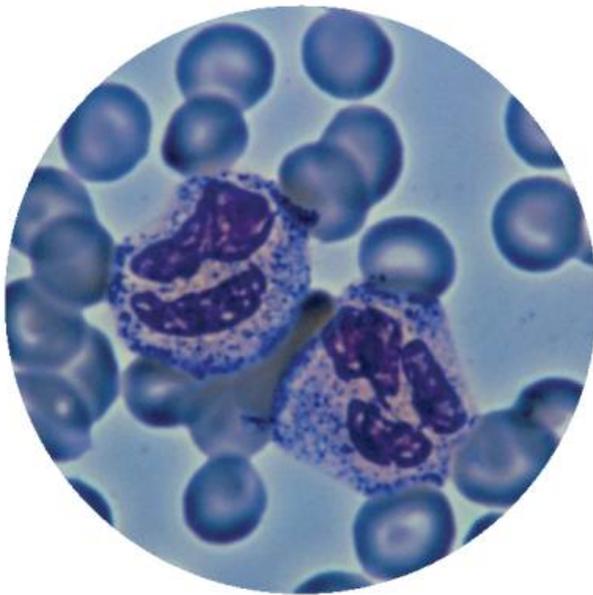


Figura 1. Os neutrófilos, reconhecidos por seu núcleo dividido em três partes, são células brancas presentes no sangue e importantes componentes do sistema de defesa do corpo humano

siste na liberação dos grânulos contidos em seu citoplasma, para que as proteínas microbicidas ali guardadas atuem sobre os agentes infecciosos presentes no local da inflamação. Uma evidência da importância dessas células de defesa é o aumento de infecções recorrentes em indivíduos que sofrem de neutropenia (baixa quantidade de neutrófilos no sangue) ou têm neutrófilos com ação microbicida atenuada.

Recentemente, no entanto, foi demonstrado que os neutrófilos também podem destruir micro-organismos usando uma terceira estratégia, diferente da fagocitose e da degranulação. Esse novo mecanismo é intrigante, pois envolve a liberação do DNA e de proteínas do núcleo (as histonas, responsáveis pelo suporte estrutural do próprio DNA), além de diversas outras proteínas com propriedades microbicidas (que podem estar nos grânulos ou dis-

persas no citoplasma). O que chama a atenção é que o DNA e as proteínas dão origem a uma estrutura em forma de rede, batizada com o nome de *NET* (sigla da expressão *neutrophil extracellular traps*, ou seja, ‘armadilhas – ou redes – extracelulares de neutrófilos’).

Nessa estratégia de combate alternativa, a estrutura gerada pelo DNA e pelas proteínas serve como uma armadilha para aprisionar micro-organismos invasores, como bactérias, fungos e protozoários. Em resumo, a função dessas redes é prender e confinar os agentes causadores de doenças, evitando sua disseminação pelo corpo e permitindo, ao mesmo tempo, a ação conjunta e localizada das diversas proteínas microbicidas associadas a essas estruturas.

Formação das redes Para que as armadilhas (*NETs*) se formem, é necessário o contato entre o micro-organismo e os neutrófilos. Esse contato desencadeia alterações nas características dessas células e seu núcleo perde a aparência característica, tornando-se uma única estrutura arredondada e central. A seguir ocorre a mistura do DNA do núcleo com as proteínas dos grânulos e esse material é expelido para o ambiente extracelular com o rompimento da membrana, evento que provoca a morte

A. O contato entre a *Leishmania* (em azul) e o neutrófilo (em amarelo) desencadeia uma série de transformações nessas células do sistema imunológico

B. Inicialmente, o núcleo do neutrófilo perde sua forma característica, com três lóbulos, e adquire aparência arredondada. A seguir, a membrana do núcleo se rompe, permitindo que o conteúdo nuclear se misture aos conteúdos do citoplasma e dos grânulos existentes nessa célula de defesa

C. Por último, ocorre o rompimento da membrana externa do neutrófilo e, com isso, são liberadas as redes extracelulares que prendem e matam os parasitos

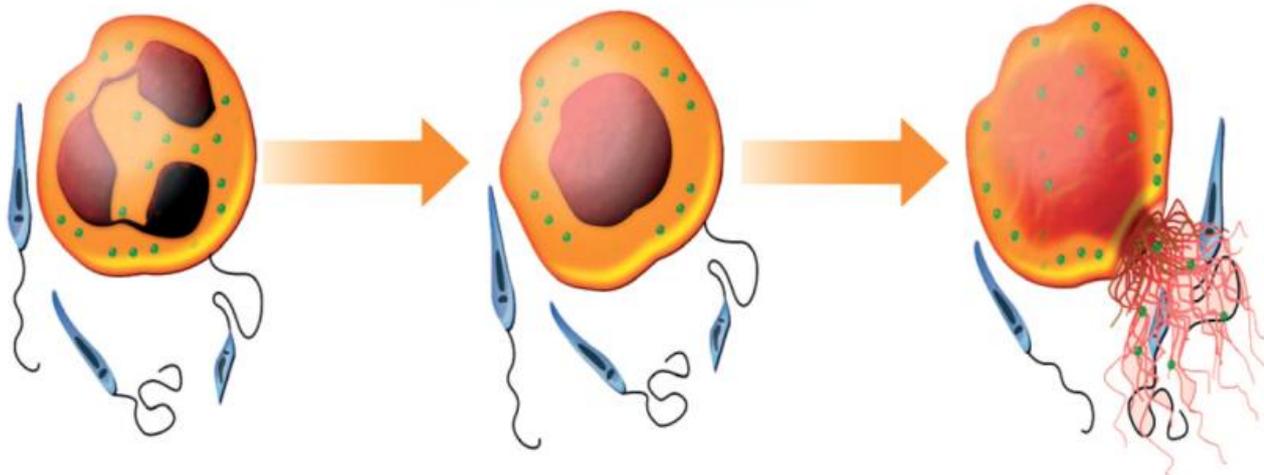


Figura 2. A formação de armadilhas ou redes (chamadas de *NETs*) por neutrófilos é uma das estratégias do sistema de defesa humano contra a infecção por protozoários do gênero *Leishmania*

do neutrófilo (figura 2). Outros tipos de morte de células, como a apoptose e a necrose (ver 'Processos diferentes'), já são conhecidos há muitos anos pelos pesquisadores, mas estudos minuciosos revelaram que a morte dos neutrófilos que precede a liberação das *NETs* é diferente dos outros tipos, e por isso foi batizada como 'netose' (usando a mesma terminação dos nomes dos outros modos de morte celular).

Embora as bases moleculares envolvidas na formação das redes/armadilhas de neutrófilos ainda sejam pouco conhecidas, várias evidências demonstram que esse processo depende da geração de radicais oxidantes, grupamentos químicos altamente reativos. A importância desses radicais para a netose e para outras funções dos neutrófilos pode ser constatada em pacientes com a doença granulomatosa crônica, enfermidade hereditária (determinada geneticamente) na qual os neutrófilos não produzem os radicais oxidantes normalmente empregados para eliminar certos micro-organismos. Nos neutrófilos dos pacientes dessa doença, os genes que contêm a informação para a produção da enzima que gera os radicais estão alterados. A deficiência na produção dessa enzima faz com que os neutrófilos não eliminem com eficiência micro-organismos invasores e também não produzam *NETs*. Os portadores dessa enfermidade genética são mais suscetíveis a infecções causadas por certas bactérias e fungos.

Ainda não é conhecido o mecanismo que determina a 'decisão' dos neutrófilos entre as três formas de destruição de patógenos (fagocitose, degranulação e netose). No entanto, como a netose é seguida pela morte do neutrófilo, acredita-se que haja uma regulação específica para acionar essa estratégia de ação.

NETs* e *Leishmania A *Leishmania* é um protozoário que causa um grupo de doenças chamadas de leishmanioses. Esse parasito é transmitido aos humanos pela picada de insetos flebotomíneos, conhecidos como mosquitos-palha. O encontro entre os neutrófilos e as *Leishmanias* ocorre assim que os protozoários são liberados pelo inseto na pequena poça de sangue que a picada forma na pele do indivíduo. Embora esse conhecimento seja antigo, o interesse em estudar o papel dos neutrófilos nas leishmanioses surgiu há relativamente pouco tempo, levando a um aumento do número de trabalhos que investigam a função dessas células na resposta de defesa contra *Leishmania*.

Com a descoberta da netose – e considerando esse encontro obrigatório das *Leishmanias* com os neutrófilos –, nosso grupo de pesquisa estuda o papel dessas redes na resposta imune contra esse parasito, em pesquisas realizadas no Laboratório de Imunobiologia das Leishmanioses (LIL) do Instituto de Microbiologia Professor Paulo de Góes, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Nesses estudos, demonstramos que diferentes espécies de *Leishmania* induzem a formação das *NETs* e que essas armadilhas prendem os parasitos e exercem sobre

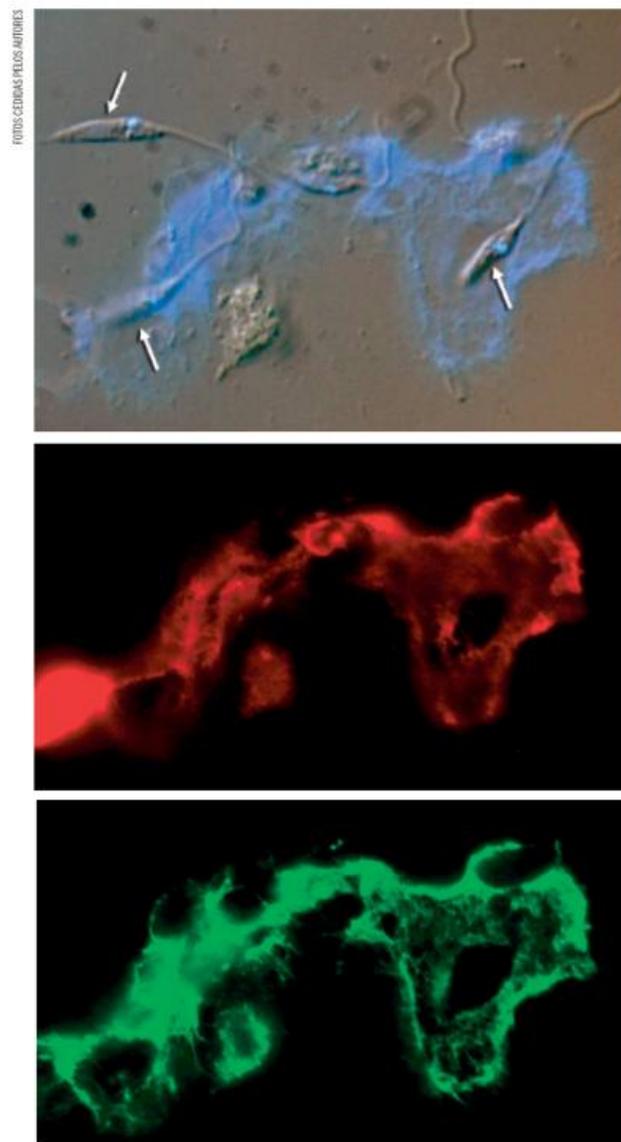


Figura 3. Visualização de uma *NET* por microscopia de fluorescência, mostrando seus componentes: DNA (em azul), histonas (em vermelho) e elastase (em verde) – a forma semelhante das estruturas reveladas pelas cores indica que os três componentes identificados das *NETs* estão associados. As setas indicam as *Leishmanias* aprisionadas pelas armadilhas

estes sua ação tóxica, principalmente por meio das histonas ali presentes. Os resultados de nossa investigação – da qual também participaram Gisele S. Froment (pesquisadora de nosso laboratório) e Rodrigo P. Soares, Fernanda P. Morgado e Fátima Conceição-Silva (todos da Fundação Oswaldo Cruz) – foram publicados na revista científica norte-americana *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS).

Nesse estudo, o primeiro passo foi investigar a capacidade da *Leishmania* de induzir a formação das *NETs* por neutrófilos extraídos de sangue humano. Essa etapa demonstrou que, sempre que neutrófilos entravam em

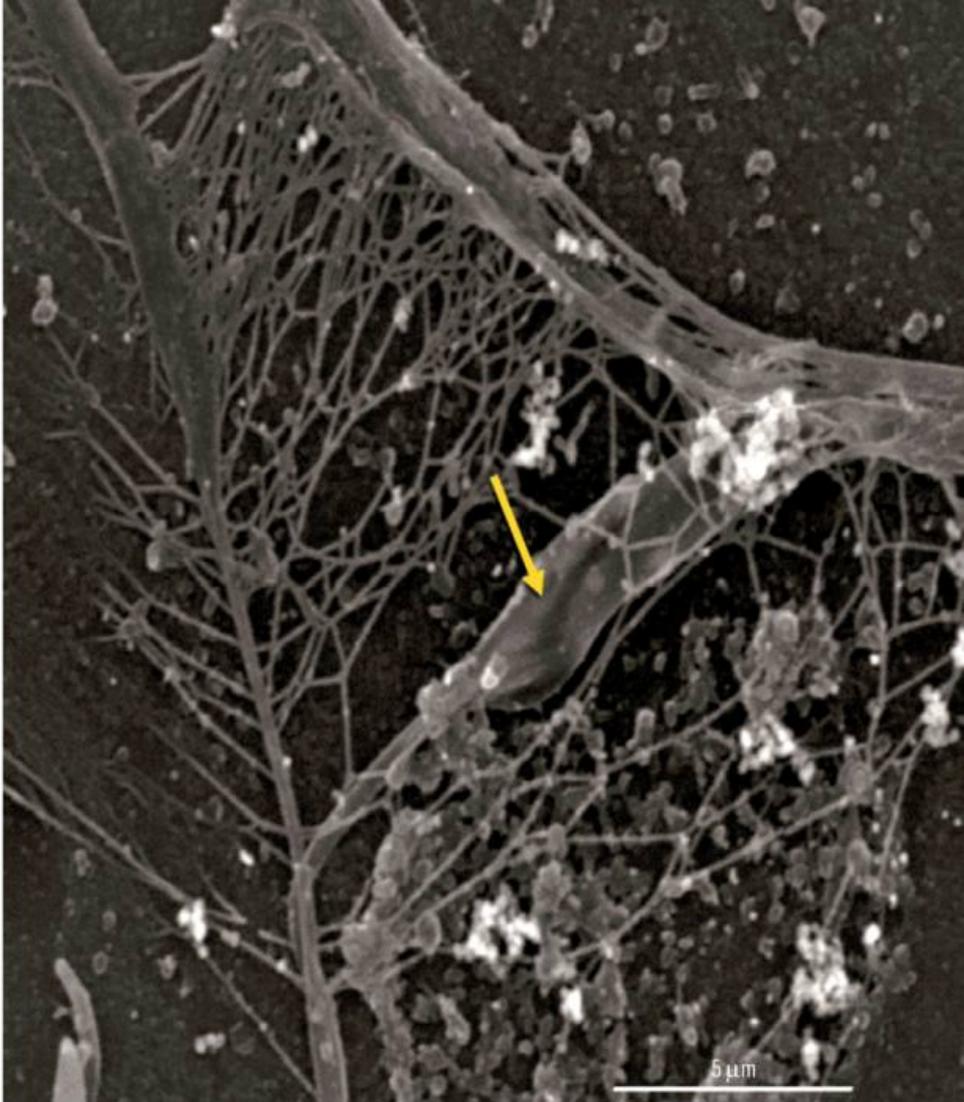
>>>

Figura 4. *Leishmania* (indicada pela seta) presa em uma rede extracelular produzida por neutrófilos, em imagem obtida com microscópio eletrônico de varredura

contato com a *Leishmania*, as redes surgiam, e que o aumento da proporção de protozoários, em relação às células de defesa, implicava a formação de mais redes. Essa indução e o aprisionamento dos parasitas nas redes foram observados por diferentes metodologias de microscopia. Em uma delas, foram usadas substâncias que emitem cor quando se ligam aos constituintes das NETs: o DNA aparece na cor azul, as histonas em vermelho e a elastase (proteína característica dos grânulos dos neutrófilos) em verde (figura 3). As imagens permitiram observar os parasitos associados às armadilhas. O uso de um microscópio eletrônico especial (denominado 'de varredura'), capaz de mostrar a superfície de células, permitiu observar uma rede induzida por *Leishmania* com um desses parasitos aprisionado (figura 4).

O passo seguinte foi investigar se as NETs causavam a morte do parasito. Para isso, as redes foram tratadas com uma enzima capaz de romper o DNA (chamada DNase) e assim desfazer as armadilhas. Os resultados indicaram que as redes não só aprisionam, como também matam a *Leishmania*, pois a aplicação da DNase desfez as redes e isso diminuiu a morte dos parasitos. Vale notar que, quando as redes foram degradadas com DNase e, ao mesmo tempo, os neutrófilos foram tratados com citocalasina D, substância que inibe a fagocitose, a sobrevivência dos parasitos foi três vezes maior do que na ausência desses tratamentos.

FOTOGRAFIAS PELAS AUTORES



MORTES DIFERENTES

Por definição, apoptose (ou morte celular programada) é um processo de autodestruição de células, que ocorre em consequência de uma programação natural existente em todas as células do nosso corpo. Quando já cumpriram suas funções biológicas, as células acionam o processo e morrem. Sendo um processo fisiológico, a apoptose não provoca inflamação, e por isso se diz que é uma morte silenciosa. Já a necrose é um tipo de morte que ocorre com o rompimento da célula e a liberação de seu conteúdo no ambiente, o que gera inflamação. Essa morte não silenciosa está normalmente associada a estados patológicos (disfunções e doenças).

Esses resultados demonstraram que ambos os mecanismos de combate aos parasitos (fagocitose e netose) são importantes para provocar a morte da *Leishmania*. No entanto, ainda era preciso explicar como as NETs matavam as *Leishmanias*, já que o aprisionamento físico dos parasitos não poderia, por si só, explicar sua morte. Para investigar os mecanismos microbicidas das armadilhas, avaliamos o papel de proteínas presentes nessas estruturas, como as histonas. Pesquisas anteriores já haviam demonstrado que as histonas eram as responsáveis pela morte de várias espécies de bactérias aprisionadas em NETs, enquanto a proteína calprotectina (também associada a essas redes) era a responsável pela morte de fungos.

Nossa pesquisa constatou que as *Leishmanias* são mortas, principalmente, pelas histonas presentes nas NETs, pois quando as redes foram tratadas com um anticorpo que neutraliza o efeito dessas moléculas, a sobrevivência dos parasitos aumentou mesmo na presença de redes íntegras. Para ter certeza do efeito tóxico das histonas para a *Leishmania*, tratamos os parasitos diretamente com histona purificada, na presença de substâncias que coram as células mortas de vermelho e as vivas de verde (figura 5), e confirmamos que os protozoários expostos a histonas morrem. Esse conjunto de resultados demonstrou os efeitos tóxicos das histonas.

Fisiologicamente, o papel das NETs foi evidenciado em outras pesquisas, que revelaram a abundância dessas redes em locais de infecção, como na apendicite humana espontânea, na infecção por bactérias (como *Shigella*, *Streptococcus* e *Pneumococcus*) e em infecções causadas por fungos (como *Candida* e *Aspergillus*). Essas armadilhas também já foram observadas em doenças não infecciosas, como pré-eclâmpsia humana, lúpus eritematoso e em casos de vasculites autoimunes (inflamação dos vasos sanguíneos sem a presença de um micro-organismo).

Com relação aos protozoários, foram encontradas NETs no sangue de crianças infectadas com *Plasmodium*, protozoário causador da malária. E nosso estudo demonstrou a presença dessas redes em pacientes com leishmaniose: elas foram encontradas em análises de pequenos fragmentos de tecido (biópsias) provenientes de lesões na pele de indivíduos com essa doença. Todos esses resultados sugerem que essas armadilhas têm um papel importante no desenvolvimento da doença, o que nos estimula a continuar e aprofundar mais esse estudo.



Figura 5. Estudo realizado em nosso laboratório, utilizando histonas isoladas, demonstrou que essas proteínas são capazes de matar protozoários do gênero *Leishmania*. As imagens mostram parasitos vivos (em verde) e mortos (em laranja e amarelo)

Novas dúvidas e desafios A leishmaniose é um problema de saúde pública para todos os países em desenvolvimento localizados em regiões tropicais e subtropicais, como Brasil, Índia, Bangladesh, Nepal, Sudão e outros. Para agravar o quadro, o tratamento é difícil, caro e provoca muitos efeitos colaterais. Ainda não existem vacinas para prevenir essa doença. A Organização Mundial da Saúde (OMS) inclui as leishmanioses no quadro das doenças negligenciadas (as que recebem pouca atenção de governos e da indústria de medicamentos) e estima que cerca de 12 milhões de pessoas estejam infectadas por esses parasitos em todo o mundo.

Esses fatos indicam a importância de pesquisar e entender a complexa interação entre a *Leishmania* e seus hospedeiros. Esses estudos permitirão a descoberta de informações úteis para a busca de medicamentos e tratamentos mais eficazes, ou de marcadores de prognóstico para esse grupo de doenças.

Os resultados que obtivemos nessa etapa inicial de investigação sobre o papel das NETs na infecção pelo protozoário *Leishmania* geraram várias novas dúvidas sobre as implicações fisiológicas desse mecanismo de defesa no desenvolvimento das leishmanioses. Os desafios, agora, são desvendar os processos bioquímicos que regulam a formação dessas redes e determinar como elas influenciam a resposta do sistema imunológico contra a *Leishmania*. Nosso objetivo é compreender esses mecanismos e também estudar possíveis estratégias para sua manipulação, de forma a obter resultados mais efetivos no tratamento das leishmanioses. **CI**

Sugestões para leitura

- BRINKMANN, V.; REICHARD, U.; GOOSMANN, C. e outros. 'Neutrophil extracellular traps kill bacteria', em *Science*, v. 303, p. 1532, 2004.
- FUCHS, T. A.; ABED, U.; GOOSMANN, C. e outros. 'Novel cell death program leads to neutrophil extracellular traps', em *The Journal of Cell Biology*, v. 176, p. 231, 2007.
- GUIMARÃES-COSTA, A. B.; NASCIMENTO, M. T.; FROMENT, G. S.; SOARES, R. P.; MORGADO, F. N.; CONCEIÇÃO-SILVA, F. e SARAIVA, E. M. 'Leishmania amazonensis promastigotes induce and are killed by neutrophil extracellular traps', em *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, v. 106, p. 6.748, 2009.
- PAPAYANNOPOULOS, V. e ZYCHLINSKY, A. 'NETs: a new strategy for using old weapons', em *Trends in Immunology*, v. 30, p. 513, 2009.
- VON KÖCKRITZ-BLICKWEDE, M. e NIZET, V. 'Innate immunity turned inside-out: antimicrobial defense by phagocyte extracellular traps', em *Journal of Molecular Medicine*, v. 87(8), p. 775, 2009.

NA INTERNET

- >> KAPLAN, M. 'Fake fruits could help restore rainforest', em *Nature News on-line* (8/02/2007 – <http://www.nature.com/news/2007/070205/full/news070205-14.html>).

ENERGIA VERDE

Lílian Lefol Nani Guarieiro

*Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia
(Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial),
Instituto de Química (Universidade Federal da Bahia)
e Instituto Nacional de Ciência
e Tecnologia de Energia e Ambiente*

Ednildo Andrade Torres

*Escola Politécnica e Centro Interdisciplinar
de Energia e Ambiente
(Universidade Federal da Bahia)
e Instituto Nacional de Ciência
e Tecnologia de Energia e Ambiente*

Jailson Bittencourt de Andrade

*Instituto de Química
e Centro Interdisciplinar
de Energia e Ambiente
(Universidade Federal da Bahia)
e Instituto Nacional de Ciência
e Tecnologia de Energia e Ambiente*

FOTO DE REUTERS/PALLO WITKAMER



O uso de biomassa como fonte de energia tem recebido muita atenção, por se tratar de uma fonte de energia renovável, que reduz os danos ao ambiente quando produzida de modo sustentável. As fontes de biomassa mais estudadas e utilizadas atualmente, no Brasil, para produção de biocombustíveis são a cana-de-açúcar e os óleos vegetais. O Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Energia e Ambiente mantém diversas linhas de pesquisa sobre aspectos da produção de combustíveis a partir de materiais vegetais e animais e de seu emprego nos veículos que circulam no país, contribuindo com os avanços científicos e tecnológicos necessários para tornar a 'energia verde' cada vez mais competitiva e valorizada.

A pesquisa brasileira em biocombustíveis

A busca por combustíveis alternativos, que permitam reduzir a dependência dos derivados de petróleo e a emissão de poluentes para a atmosfera, estimula muitos estudos científicos. O objetivo é desenvolver combustíveis que possam ser utilizados nos veículos existentes sem a necessidade de maiores alterações em seus motores. Um termo muito usado para combustíveis originados de fontes renováveis é 'biocombustível', que tem forte ligação com o conceito de sustentabilidade, segundo o qual o aproveitamento dos recursos naturais para atender às necessidades atuais não deve comprometer as necessidades das gerações futuras. >>>

Os biocombustíveis são obtidos a partir da biomassa, nome dado à matéria orgânica existente em um ecossistema ou em uma população animal ou vegetal. Como plantas e animais podem ser continuamente reproduzidos, pode-se considerar que são fontes renováveis de energia. As plantas, por meio da fotossíntese, transformam a energia solar que recebem em biomassa, e os animais a geram pela ingestão de matéria orgânica (de plantas ou outros animais). São diversos os tipos de biocombustíveis que podem ser produzidos a partir da biomassa, como o álcool (etanol e metanol), o biodiesel, o bioquerosene e outros, e as fontes para essa produção podem ser tanto de origem animal (por exemplo, sebo bovino ou gordura de frango) quanto vegetal (por exemplo, óleos vegetais e cana-de-açúcar).

Nos últimos 10 anos, o número de estudos científicos e tecnológicos sobre biocombustíveis cresceu de maneira exponencial, segundo o banco de dados Web Knowledge, do Instituto para a Informação Científica (ISI, na sigla em inglês) (figura 1). Uma pesquisa mais refinada nesse banco de dados revela que os setores em que são realizadas mais pesquisas sobre esse tema são 'combustíveis e energia', 'química', 'engenharia' e 'biotecnologia e microbiologia aplicada' (figura 2). A maior concentração nessas áreas talvez esteja ligada à otimização dos processos de produção dos combustíveis derivados de biomassa, visando melhorar a relação custo/benefício e a competitividade frente aos combustíveis fósseis e buscando uma cadeia sustentável de produção.

O etanol e o biodiesel são dois exemplos de biocombustíveis já utilizados na frota veicular brasileira e com normatização estabelecida no país. No caso do biodiesel, pode-se dizer que seu uso, puro ou misturado ao óleo die-

sel, não requer modificações nos motores de ciclo Diesel. No entanto, muitos estudos ainda são necessários para verificar a durabilidade dos componentes veiculares que entram em contato com esse tipo de biocombustível. Já a utilização de etanol em motores ciclo Otto destinados a gasolina requer que o motor e seus componentes sejam ajustados para evitar perda de rendimento, entupimento de bico injetor e problemas de corrosão.

Atualmente, a gasolina comercializada no Brasil contém entre 18% e 25% de álcool anidro (sem água), e esses percentuais são alterados periodicamente em função da produção e para maior controle dos estoques e dos preços dos combustíveis. No caso do biodiesel, desde 1º de janeiro de 2010 todo o óleo diesel comercializado no Brasil deve conter 5% de biodiesel, segundo a Resolução nº 6 (de 26/10/2009) do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE).

Substituto do diesel O biodiesel é, em termos químicos, uma mistura de ésteres alquílicos de ácidos graxos, pode ser produzido a partir de óleos extraídos de vegetais, de óleos e gorduras residuais (resultantes de processos domésticos, comerciais e industriais, como, por exemplo, frituras) ou de gorduras animais. Dezenas de espécies vegetais presentes no Brasil podem ser utilizadas para a produção desse biocombustível, como soja, dendê, girassol, babaçu, amendoim, mamona, pinhão-manso e outras.

Para se tornar compatível com os motores de ciclo Diesel, o óleo vegetal precisa passar pela transesterificação, processo químico no qual os óleos vegetais ou gorduras animais reagem com um álcool (metanol ou etanol) na

Figura 1. Número de artigos que têm 'biocombustível' como palavra-chave publicados em periódicos nacionais e internacionais no período de 1998 a 2010

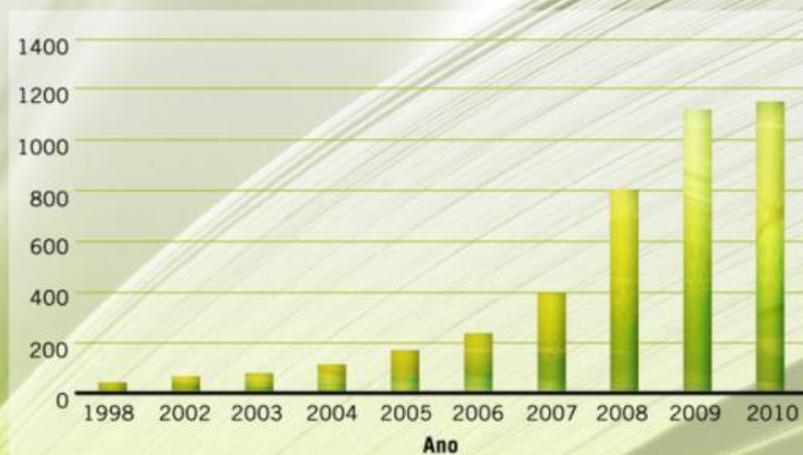
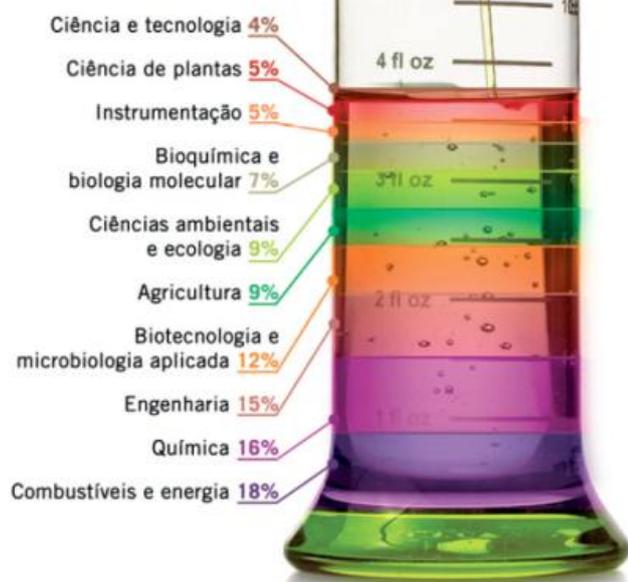


Figura 2. Setores que concentram pesquisas sobre o tema biocombustível, em todo o mundo



presença de um catalisador (uma substância que acelera ou torna mais eficiente a reação), formando biodiesel e glicerina. Em termos de rendimento energético, pode-se dizer que, se forem consumidos 25 mil joules (o joule é a unidade básica de energia) na produção de biodiesel, este fornece 39,4 mil joules de energia. Assim, cada unidade de energia consumida produz 1,57 unidade, rendimento considerado eficiente (57%).

FONTE: ISI PAPER OF KNOWLEDGE (11/2010)

O uso de biodiesel na matriz energética brasileira traz uma série de vantagens sociais, econômicas e principalmente ambientais. Na área social, proporciona ganhos como a geração de postos de trabalho no campo, e uma série de vantagens de ordem técnica, como, por exemplo, o baixo risco de explosão (esta só ocorre se esse combustível for exposto a uma fonte de calor superior a 1.500°C), que confere grande facilidade de transporte e armazenamento. Outras vantagens seriam a maior oferta de espécies oleaginosas, insumos importantes para as indústrias de alimentos e ração animal, e a maior fixação de nitrogênio no solo. Em termos econômicos, a produção de biodiesel, especificamente para o Brasil, possibilita a redução nas importações de petróleo e diesel refinado.

No aspecto ambiental, o novo combustível, mesmo misturado ao diesel de petróleo, pode trazer claros benefícios para o ambiente. Um deles é a redução da emissão de gases indesejáveis, incluindo os envolvidos na aceleração do 'efeito estufa' (o aquecimento global da atmosfera), como óxidos de enxofre (SO_x), dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC) e óxidos de nitrogênio (NO_x), e de material particulado.

Para satisfazer as necessidades de biodiesel de todo o Brasil, em 2010, foi necessário produzir mais de 2 bilhões de litros desse combustível. Atualmente, o biodiesel produzido no país utiliza como fontes os óleos de soja (80% da produção) e de algodão (4%) e a gordura bovina (14%), segundo dados da Agência Nacional do Petróleo (ANP). Até junho de 2011, 67 unidades de produção de biodiesel já tinham autorização da ANP para operar no país, e 61 delas já estavam autorizadas a comercializar o biodiesel produzido. A capacidade de produção dessas 61 usinas corresponde a 17,015 mil m^3 por dia.

As usinas de biodiesel geram, além da glicerina, vários outros subprodutos, como torta e farelo (resíduos dos materiais vegetais utilizados no processo), que podem assegurar outras fontes de renda para os produtores. >>>



FOTO: GUY LAWRENCE/PHILIP MARRIOTT

Desafios do álcool Outro combustível 'verde' usado no Brasil é o etanol (álcool etílico), que pode ser obtido a partir de vegetais ricos em açúcar (como cana-de-açúcar, beterraba e frutas) e em amido (como arroz, mandioca e milho), ou da celulose (extraída principalmente de eucaliptos). No Brasil, porém, a maior parte do etanol é produzida a partir da cana-de-açúcar. Desde a implantação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), nos anos 1970, o teor do etanol na gasolina tem variado de acordo com as necessidades do mercado. No entanto, os veículos do tipo *flex* podem funcionar com proporções variáveis de etanol e gasolina, inclusive com apenas um desses combustíveis.

O etanol obtido da cana-de-açúcar é o bicombustível de maior rendimento energético: cada joule (unidade de energia) empregado na sua produção permite o retorno de cerca de sete joules. O Brasil desenvolveu as tecnologias de produção do etanol e de adaptação dos motores a gasolina a ele, mas o álcool é considerado por muitos um combustível de luxo, por ser utilizado somente em veículos de pequeno porte. Um grande desafio atual é o desenvolvimento de tecnologias que tornem possível o uso do etanol como combustível em veículos de grande porte (ônibus e caminhões) e na aviação.

No caso do combustível de aviação, é indispensável o uso de combustíveis com alto nível de confiabilidade, porque a ocorrência de problemas com os motores, como entupimentos, perda de potência, corrosão e ou-

tros, traz o risco de acidentes fatais. O querosene de aviação, uma combinação complexa de hidrocarbonetos obtidos do petróleo, é um combustível de elevada pureza e confiabilidade, sendo por isso utilizado em toda a frota aérea.

A grande novidade é que já vêm sendo feitos, no Brasil, testes preliminares para avaliar o uso de bioquerosene – mistura de biodiesel e querosene – como combustível de aviação. Uma das justificativas dessa proposta é a participação do transporte aéreo mundial nas emissões de gases vinculados ao efeito estufa: a frota mundial é responsável por cerca de 2% dessas emissões. Assim, a utilização de biocombustíveis é uma opção para reduzir essas emissões.

Atenção especial deve ser dada às afirmações, às vezes equivocadas, de que os biocombustíveis são amigáveis para o ambiente. Sua produção e uso requerem cuidados continuados com relação: i) à ampliação desordenada da área de cultivo de oleaginosas, de forma a evitar a derubada de florestas e, em consequência, a intensificação da perda de biodiversidade e de serviços ecológicos; ii) ao uso intensivo de agrotóxicos, que resulta em maior contaminação do solo, do ar atmosférico e dos corpos d'água; iii) ao uso intensivo de captação de água nos aquíferos, que contribui para a redução da quantidade de 'água limpa' disponível; iv) ao uso de fontes de biomassa importantes para a alimentação, que possam resultar em escassez de alimentos e/ou aumento de preços.

Nesse sentido, é relevante intensificar o uso de matérias-primas como óleos residuais, vegetais oleaginosos não adequados para emprego como alimento (por exemplo, certas algas e o pinhão-manso). Com relação às emissões provenientes da queima dos biocombustíveis, muitos estudos ainda precisam ser desenvolvidos com os objetivos de melhorar a eficiência dos motores e reduzir suas emissões, e de entender a composição e a toxicidade das emissões (gases e partículas).

O estado da arte Com o objetivo de propor novos biocombustíveis para o mercado e avaliar seu impacto tanto na emissão de poluentes quanto no desgaste dos motores, variados estudos vêm sendo desenvolvidos no Brasil. O Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Energia e Ambiente (INCT-E&A), sediado no Centro Interdisciplinar de Energia e Ambiente (CIEnAm), da Universidade Federal da Bahia (UFBA), atua como uma rede nacional de grupos de pesquisas na área de biocombustíveis (ver 'Energia otimizada').

O Centro Interdisciplinar de Energia e Ambiente vem pesquisando a produção de biodiesel em laboratório e em uma planta-piloto, instalada na Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. A principal matéria-prima empregada na produção desse biocombustível são óleos e gorduras residuais, mas a unidade pode utilizar diferentes óleos vegetais (obtidos de dendê, mamona, soja, algodão e outros). Os estudos envolvem toda a cadeia produtiva do biodiesel e incluem a identificação de novas rotas para sua preparação, análises e especificações de matérias-primas e de subprodutos, e a busca de novas aplicações para a glicerina, resíduo químico desse processo de produção (para cada 100 kg de biodiesel são gerados 11 kg de glicerina). A glicerina pode ser empregada em muitos setores, como os de plásticos, cosméticos, alimentos, medicamentos e outros.

O biodiesel produzido na planta-piloto pode ser utilizado na formulação de misturas combustíveis que contenham também etanol e diesel de petróleo em diferentes proporções. A baixa miscibilidade do diesel de petróleo e do etanol faz com que esses combustíveis se separem naturalmente, o que representa um sério problema para a utilização dessa mistura, e a adição de biodiesel ajuda a evitar essa separação. Além disso, essa adição favorece uma combustão mais completa, reduzindo a emissão de gases de efeito estufa e de material particulado para a atmosfera.

Os estudos realizados na UFBA avaliam os poluentes que têm suas emissões regulamentadas no país (material particulado, monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrogênio e alguns hidrocarbonetos) e outros para os quais não há regulamentação. Além de testes de emissão, são investigadas as possíveis reações dos gases (por ação da luz solar), que podem originar novos compostos nocivos (ozônio, aldeídos, cetonas e outros) na atmosfera. Os biocombustíveis elaborados são testados em motores estacionários e veiculares, o que também permite avaliar o desgaste que causam nos motores e seus componentes. A página do INCT-E&A na internet (www.inct.cienam.ufba.br) exibe uma visão ampla dos trabalhos realizados por essa rede de pesquisa, em todo o país. 

ENERGIA OTIMIZADA

O programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia, iniciado em 2008, visa promover a pesquisa científica básica e a pesquisa tecnológica de ponta, reunindo os melhores grupos de pesquisa do país em torno de temas específicos. Dentro do programa nasceu o INCT de Energia e Ambiente, que reúne grupos das universidades federais da Bahia, do Rio de Janeiro, do Paraná, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, e das universidades estaduais de Feira de Santana/BA, do Estado da Bahia e do Sudoeste da Bahia, além da Universidade de São Paulo, também de âmbito estadual.

Os objetivos desse Instituto são a otimização e o uso ecoeficiente de energia, a pesquisa em combustíveis fósseis e biocombustíveis, o estudo de impactos ambientais do setor (na atmosfera, litosfera, hidrosfera e biosfera) e o desenvolvimento de tecnologias limpas, de nanotecnologia e de novos materiais.

Os grupos participantes do INCT-E&A têm hoje linhas de pesquisa voltadas para a preparação de biocombustíveis (associada à valorização dos subprodutos de sua produção), a formulação e certificação de combustíveis e de misturas de combustíveis fósseis e biocombustíveis, a combustão em diferentes tipos de motores e o impacto dos gases e do material particulado emitidos pela queima de combustíveis na atmosfera. Também são realizados estudos sobre o sequestro e conversão de carbono associado aos combustíveis (de petróleo e biomassa) e estudos de impactos ambientais e toxicologia.

Sugestões para leitura

- PINTO, A. C. e outros. 'Biodiesel: an overview', em *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 16, nº 6B, p. 1.313, 2005.
- GUARIEIRO, L. L. N. e outros. 'Carbonyl compounds emitted by a diesel engine fuelled with diesel and biodiesel—diesel blends: sampling optimization and emissions profile', em *Atmospheric Environment*, v. 42, p. 8.211, 2008.
- GUARIEIRO, L. L. N. e outros. 'Emission profile of 18 carbonyl compounds, CO, CO₂, and NO_x emitted by a diesel engine fuelled with diesel and ternary blends containing diesel, ethanol and biodiesel or vegetable oils', em *Atmospheric Environment*, v. 43, p. 2.754, 2009.
- RIBEIRO, N. M. e outros. 'The role of additives for diesel and diesel blended (ethanol or biodiesel) fuels: a review', em *Energy & Fuels*, v. 21, p. 2.433, 2007.

CATÁ

A catálise é um dos alicerces da vida. Só isso já confere importância inestimável a esse processo químico e justifica a gama de pesquisas nos laboratórios mundiais para entender suas minúcias – e seus mistérios. Mas há mais. A catálise – que pode ser imaginada como um túnel que evita a perda de tempo e energia para se vencer uma montanha – é responsável por boa parte do bem-estar da humanidade.

Hoje, seria quase impossível imaginar a indústria química mundial sem esse processo, que movimenta anualmente dezenas de bilhões de dólares na economia global.

Faruk Nome

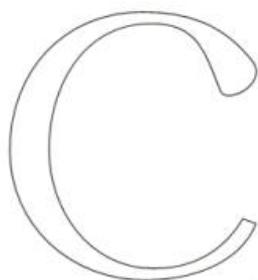
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Catálise em Sistemas Moleculares e Nanoestruturados e Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Catarina

Jairton Dupont

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Catálise em Sistemas Moleculares e Nanoestruturados e Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

LISE

ESTRATÉGICA PARA A VIDA E A SOCIEDADE



atálise é um processo químico no qual ocorre aumento na velocidade da reação devido à adição de uma substância chamada catalisador.

Ou seja, é uma forma de permitir que determinada reação aconteça mais rapidamente. Ela vem sendo usada pelos humanos há milhares de anos – a fermentação alcoólica do açúcar pelos sumérios por volta de 6 mil a.C. é um dos primeiros exemplos nesse sentido.

Os catalisadores agem criando um novo caminho reacional, o qual faz com que uma menor energia seja necessária para ir dos reagentes aos produtos – esse máximo de energia gasta é chamado energia de ativação.

A importância da catálise fica evidente pela quantidade de prêmios Nobel de Química dada a pesquisadores nessa área – até hoje foram 11 deles. Essas descobertas tiveram grande impacto na indústria, pois possibilitaram processos práticos e econômicos para a obtenção (síntese, no jargão da química) de moléculas orgânicas complexas.

Richard Heck, Ei-ichi Negishi e Akira Suzuki, ganhadores do Nobel de Química do ano passado, criaram três reações que usam o elemento químico paládio como catalisador, para formar ligações entre átomos de carbono. Essas reações permitiram obter a molécula diazo-

namida A – encontrada originalmente num invertebrado marinho das Filipinas –, que parece promissora no combate ao câncer de cólon. Essas mesmas reações possibilitaram a produção de materiais orgânicos usados na produção de telas planas (LEDs, LCDs) para TVs, computadores etc.

Túnel ou montanha? Usando a travessia de altas montanhas, pode-se fazer uma analogia interessante. Digamos que você queira ir da França até Itália, atravessando o Monte Blanco, nos Alpes. Você certamente irá levar mais tempo (com risco de se congelar) se subir e descer as altas montanhas, além de também gastar muita energia. Mas, se for pelo túnel, especialmente preparado para essa travessia, a viagem será mais rápida e menos cansativa.

A passagem pelo túnel só é possível por causa de uma maravilhosa obra de engenharia. Nesse sentido, a catálise é uma obra de engenharia em nível molecular que permite a passagem de reagentes a produtos por novos caminhos moleculares desenvolvidos pelos sistemas catalíticos. Assim, a passagem pelo túnel é, figurativamente, o equivalente, na vida real, a uma forma de catálise para atravessar, por exemplo, os Alpes.



Na vida e no cotidiano A importância dos processos catalíticos para a vida é imensurável. Todos os processos de acúmulo e uso de energia, bem como de transmissão e manutenção da informação genética, só são possíveis por obra da catálise, que, no caso, se manifesta na forma de um sistema de enzimas de natureza variada. É a atuação dessas enzimas que viabiliza a vida. Portanto, não é exagero dizer que, sem catálise, a vida como a conhecemos não seria possível. Todos os processos biotecnológicos envolvem sistemas enzimáticos e fazem parte do mundo da catálise.

No dia a dia, tentamos encontrar formas de acelerar reações químicas importantes – algumas com enorme utilidade para a indústria. Exemplo: uso de catalisadores na fabricação e utilização de combustíveis para automóveis. Aqui, o emprego da catálise está associado ao aumento da eficiência do carro e à diminuição da emissão, pelo veículo, de poluentes tóxicos que agravam o aquecimento global (figura).

Parte importante dos processos catalíticos é feita na indústria, nos processos que levam à preparação dos combustíveis. Por exemplo, entram em cena aí os catalisadores para: i) produzir combustíveis de melhor qualidade; ii) produzir outros combustíveis de fontes renováveis, como etanol; iii) viabilizar fontes de energia limpas, como hidrogênio, que, em sua combustão, libera água como produto.

Nos carros, os catalisadores podem aumentar a velocidade de processos responsáveis pela eficiência da combustão e pela decomposição de gases tóxicos que poluem o meio ambiente.

Resolução de problemas A pesquisa na área de catálise é promissora na solução de problemas do mundo moderno. A lista de exemplos é longa, mas nela, além da já citada obtenção de combustíveis, podemos incluir a terapia genética e a fabricação de novos fármacos.

A catálise tem contribuído significativamente em processos na química, nanotecnologia, biotecnologia, engenharia, bem como em outras áreas que visam ao desenvolvimento sustentável e à proteção ambiental, dentro do conceito denominado 'química verde'. Sua aplicação na indústria vai da petroquímica e plásticos, à química fina, fármacos e controle ambiental.

Em seguida, veremos temas ligados à catálise relevantes para o Brasil. Mais especificamente, aqueles em que há aplicações interessantes desse processo químico tanto no beneficiamento quanto em novas formas de uso da matéria-prima para agregar mais valor aos produtos – e assim elevar seu preço de venda.

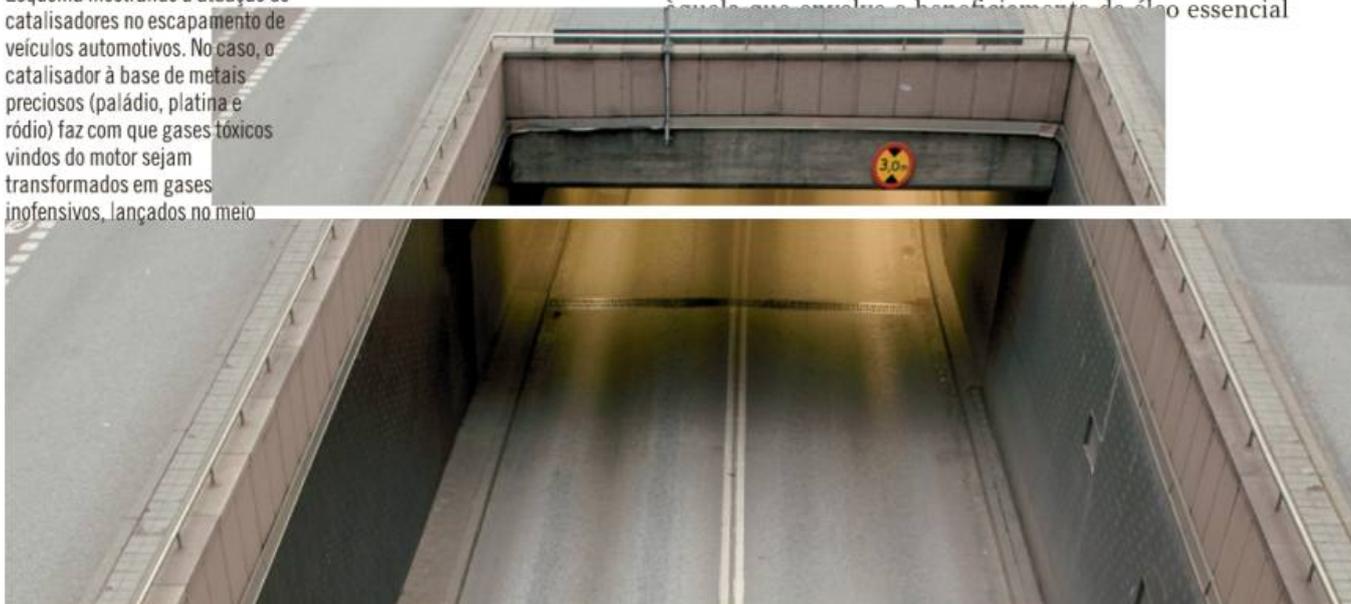
Trunfo do Brasil A catálise representa uma forma econômica e ecologicamente atraente de fazer transformações químicas de compostos orgânicos naturais (como terpênicos e alil aromáticos). Nesse sentido, a catálise permite obter produtos de maior valor agregado, importantes para as indústrias farmacêutica e de aromas e fragrâncias.

A indústria de aromas e fragrâncias movimenta no mundo um mercado de cerca de US\$ 12,3 bilhões (cerca de R\$ 20 bilhões). Os óleos essenciais destacam-se como uma das principais fontes de matéria-prima para essa indústria, na qual a diversidade da natureza brasileira é um trunfo para os próximos anos.

A cadeia produtiva genérica dos óleos essenciais envolve cinco níveis gerais em seu fluxo: i) os produtores de matéria-prima; ii) a indústria processadora responsável pelo beneficiamento inicial da matéria-prima (extração do óleo bruto); iii) a indústria transformadora que usa o óleo essencial em produtos intermediários (fragrâncias, composições aromáticas, misturas) e os aplica em produtos finais (cosméticos, perfumes, produtos alimentícios, produtos medicinais etc.); iv) os distribuidores; v) os consumidores dos produtos finais.

O Brasil só domina parte dessa cadeia produtiva: a responsável pela produção de matéria-prima. Em relação à cadeia que envolve o beneficiamento do óleo essencial

Esquema mostrando a atuação de catalisadores no escapamento de veículos automotivos. No caso, o catalisador à base de metais preciosos (paládio, platina e ródio) faz com que gases tóxicos vindos do motor sejam transformados em gases inofensivos, lançados no meio



INSTITUTO TEM CERCA DE 380 MEMBROS

A pesquisa na área de catálise é multidisciplinar, e, nesse sentido, a criação do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Catálise em Sistemas Moleculares e Nanoestruturados – ou, simplesmente, INCT-Cat – é fundamental para o Brasil.

O INCT-Cat – cuja sede está no Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina – reúne cerca de 380 membros, entre pesquisadores, pós-doutores, doutorandos, mestrandos e estudantes de iniciação científica, que vêm realizando esforço interdisciplinar em projetos multidisciplinares. O objetivo é produzir resultados aplicáveis em áreas tecnológicas.

A lista de universidades (11, no total) vinculadas ao INCT-Cat e artigos publicados, por exemplo, pode ser vista na página do instituto: <http://www.inct-catalise.ufsc.br/>

– do ponto de vista econômico, a mais nobre –, nós não detemos tecnologia para agregar maior valor aos nossos óleos. Como resultado, essas substâncias são exportadas como matéria-prima em volume e com preços baixos.

Após o beneficiamento, esses óleos essenciais (por exemplo, o de laranja) são importados, a preços elevados, pelo Brasil como mistura e/ou substâncias isoladas, causando, assim, déficit na balança comercial brasileira.

Em resumo: o Brasil exporta óleos essenciais de baixo custo e os importa, agora manufaturados, com preços mais altos. A indústria de fragrâncias e flavorizantes está essencialmente baseada na química de terpenos, que são o mais numeroso e importante grupo de componentes das fragrâncias modernas.

Soja como combustível Na busca pela substituição de derivados de petróleo em motores a diesel, o biodiesel tem sido apontado como a melhor alternativa. Mas as legislações de vários países já estabeleceram limites para propriedades desse combustível – dito de modo mais técnico, são estipulados valores mínimos para a estabilidade à oxidação do biodiesel.

Esses limites impostos pelas legislações dizem respeito a alterações que podem surgir nesse combustível ao longo de seu armazenamento, bem como àquelas que podem causar danos em sistemas de injeção e em motores, o que acaba aumentando a necessidade de manutenção e diminui a vida útil desses dispositivos.

Grupos de pesquisa têm realizado estudos para alterar quimicamente o biodiesel de soja, eliminando os problemas de estabilidade à oxidação. Nesse sentido, para melhorar as propriedades desse tipo de biodiesel, bem como daquele à base de mamona, a estratégia do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Catálise em Sistemas Moleculares e Nanoestruturados (INCT-Cat) – do qual fazem parte os autores deste artigo – é desenvolver catalisadores baseados em nanopartículas de metais nobres.

Plásticos e líquidos Os materiais poliméricos são essenciais para nosso cotidiano. Atualmente, o consumo *per capita* de plásticos é indicador do grau de desenvolvimento de uma sociedade. Entre os materiais plásticos obtidos industrialmente, metade é formada por poliolefinas, área na qual o Brasil tem tecnologia de base e uma das linhas de pesquisa do INCT-Cat.

O termo líquido iônico se refere às substâncias que podem se fundir à temperatura ambiente. Apresentam propriedades espetaculares, permitindo solubilizar materiais orgânicos, inorgânicos e até celulose – e, como são pouco voláteis, o risco de explosões é quase inexistente.

Líquidos iônicos facilitam a preparação e a estabilização de catalisadores em que estão presentes nanopartículas de metais – podendo estas últimas apresentar propriedades magnéticas. Uma vantagem do uso de nanopartículas magnéticas é o fato de elas poderem se dispersar facilmente no meio em que ocorre a reação química e, ao final, poderem ser recuperadas por meio de ímã.

Medicina e guerra Por fim, vale citar uma área da catálise importante para a medicina: o desenvolvimento de enzimas artificiais. A motivação central dessa linha de pesquisa vai além da compreensão do mecanismo pelo qual essas reações catalíticas ocorrem. Espera-se que o avanço científico nessa área leve ao desenvolvimento de drogas específicas que facilite o emprego da terapia genética e a obtenção de novos fármacos, por exemplo.

Espera-se que esse novo tipo de catálise possa contribuir com a destruição de gases de guerra (exemplo, gás VX, usado em ataques terroristas), pois há grande estoque mundial dessa classe de moléculas, de difícil decomposição.

Como vimos, a catálise é um dos alicerces da vida e do bem-estar da humanidade, sendo que os exemplos citados neste artigo são uma diminuta parte da riqueza desse processo – do qual há muito para se entender e aprimorar – tão importante para nosso cotidiano e a economia das nações. **CH**

Sugestões para leitura

GESSER, J. C.; YUNES, S.; CLEMENTIN, R. M.; NOME, F. 'Reações intramoleculares como modelos não miméticos de catálise enzimática'. *Química Nova* v. 20, p. 631-637 (1997). Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40421997000600011>.

SANTOS, E. N. dos; LAGO, R. M. 'Publicações na área de catálise envolvendo instituições brasileiras: uma comparação entre os periódicos especializados e os da SBQ'. *Química Nova* v. 30, p. 1.480-1.483 (2007). Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000600017>

ROTHENBERG, G. 'Catalysis: concepts and green applications'. (Weinheim: Wiley-VCH, 1ª ed., 2008).

NA INTERNET

>> Blogue 'Ciência para Todos' (textos em português, inglês e espanhol sobre a importância social da química): <http://scienceforall-inctbrasil.blogspot.com/>



Figura 1. O morcego frugívoro *Artibeus lituratus* é uma das principais espécies dispersoras de sementes nas florestas brasileiras

A recuperação de áreas degradadas em florestas tropicais é demorada e complexa, mas um acontecimento tão simples quanto um morcego se alimentar de frutas e depois dispersar suas sementes durante o voo pode ajudar a acelerar esse processo. Pesquisas recentes mostram que óleos essenciais de frutos podem ser utilizados para atrair morcegos a locais específicos. Seduzidos pelo aroma dos frutos, morcegos frugívoros são levados a sobrevoar espaços como pastagens abandonadas, o que aumenta a disseminação de sementes (excretadas com as fezes, em pleno voo) e contribui para a restauração ambiental.

Gledson Vigiano Bianconi

Instituto Neotropical: Pesquisa e Conservação

Sandra Bos Mikich

Laboratório de Ecologia, Embrapa Florestas

Restauradores de florestas

Aroma de frutas pode fazer morcegos dispersarem sementes em áreas desmatadas

Quando se fala em morcegos, a maioria das pessoas pensa em histórias de vampiros, em ataques noturnos a humanos e animais, entre outras imagens desagradáveis. A imagem dos morcegos como seres furtivos e perigosos, no entanto, é equivocada. Esses animais voadores são o segundo grupo de mamíferos com maior diversidade do mundo, com mais de 1.100 espécies conhecidas – o primeiro lugar cabe aos roedores, com cerca de 2.280. No Brasil existem quase 170 espécies de morcegos, distribuídas por diferentes regiões e vivendo sob condições ambientais que vão desde florestas densas bem conservadas até grandes centros urbanos.

A maioria das espécies de morcegos alimenta-se de insetos, como besouros, mariposas, mosquitos e outros. São animais pequenos, encontrados com frequência nos sótãos e telhados das residências. Das espécies restantes, a maior parte come frutos e vive principalmente em regiões onde há matas e florestas. Mas existem alguns que preferem pequenos animais (mamíferos, aves, anfíbios, répteis ou peixes) e outros – conhecidos como morcegos beija-flores – que se alimentam de néctar e pólen. Assim, ao contrário do que muitas pessoas acreditam, são poucos os que se alimentam de sangue: de todos os morcegos do mundo, apenas três espécies têm essa dieta.

>>>



Figura 2. A mata atlântica, contínua e exuberante no passado, agora é representada por pequenos remanescentes cercados por áreas agrícolas

Os morcegos da região neotropical – da América do Sul até o México – que comem frutas pertencem à família Phyllostomidae e muitos se destacam como eficientes dispersores de sementes de plantas pioneiras (aquelas que iniciam o processo de recuperação da vegetação em áreas alteradas por eventos naturais ou ações humanas) (figura 1). Estudos revelam que um morcego pode lançar ao solo milhares de sementes em apenas uma noite de voo, o que é facilitado pela rápida passagem do alimento por seu trato digestório (cerca de 30 minutos) e pela capacidade de percorrer grandes distâncias entre seus abrigos e diferentes áreas de alimentação.

Para um número crescente de cientistas, essas características são cruciais para a inclusão desses animais entre os principais responsáveis pela manutenção e regeneração das florestas tropicais. Únicos em vários aspectos de sua biologia, os morcegos são tão eficazes em suas funções ecológicas que podem ser empregados como ferramentas para a ciência da restauração.

Novo modo de restaurar florestas A fragmentação das florestas é apontada como uma das principais causas da redução da biodiversidade nas regiões tropicais. No Brasil, o problema é mais grave na mata atlântica, que já foi um dos mais importantes e complexos conjuntos de ecossistemas brasileiros, mas que teve extensas áreas desmatadas para dar lugar à agricultura, à pecuária e à ocupação urbana. Hoje, mais de 92% da área ocupada por florestas há 500 anos não têm mais a cobertura vegetal nativa, formando um imenso mosaico de ambientes hostis que cerca remanescentes florestais (figura 2). No entanto, a restauração desse bioma – e de outros existentes no Brasil – não é valorizada e enfrenta muitas dificuldades, tanto legais quanto sociais, econômicas, ambientais e técnicas.

Os métodos tradicionais de restauração, como o plantio de espécies florestais nativas nas áreas desocupadas, em geral recuperam parte das funções ambientais, mas dificilmente a complexidade do ecossistema original. Esse problema é crítico, em particular, nas regiões tropicais, onde há alta diversidade de espécies e uma parcela mí-



Figura 3. Deslocamentos registrados de uma espécie de morcego frugívoro (*Carollia perspicillata*) entre fragmentos da mata atlântica do sul do Brasil (municípios de Fênix e São Pedro do Ivaí, no Paraná). O número de registros para cada direção é indicado no círculo próximo à ponta da seta e pode se referir a deslocamentos de mais de um indivíduo

nima de plantas cujas características biológicas e ecológicas são conhecidas. Do ponto de vista econômico, os esforços de recuperação de florestas esbarram nos investimentos significativos que os proprietários precisam fazer, tanto na aquisição de mudas quanto em seu plantio e manutenção, o que desestimula sua participação em programas desse tipo.

Outro aspecto que limita a colonização de uma área em recuperação por novas plantas é, em algumas situações, a distância para uma fonte natural de sementes (remanescente florestal). Nesse cenário, a chegada de sementes é tão pequena que qualquer outro fator, como o solo empobrecido, a predação por animais, a competição entre elas e condições climáticas adversas, pode comprometer a germinação e o estabelecimento das plantas, inviabilizando ou retardando o processo de restauração.

Há fortes evidências científicas de que o aumento da dispersão de sementes por morcegos pode ser uma excelente estratégia para acelerar o processo de regeneração natural. Embora vários grupos animais, como aves,

primatas e outros, atuem como dispersores de sementes, os morcegos se destacam pela maneira como interagem com a paisagem fragmentada. Pesquisas com algumas espécies que comem frutas, da família Phyllostomidae, demonstraram que esses morcegos têm alta mobilidade, não apenas dentro da floresta, mas também entre blocos de mata separados por áreas ocupadas por atividades humanas. Nesse comportamento, os morcegos sobrevoam margens de rios, pastagens e cultivos agrícolas, entre outros elementos de uma paisagem alterada (figura 3). Se comparados com as aves, os morcegos mostram maior densidade populacional, maior mobilidade em áreas abertas, alimentação contínua durante a noite e defecação em voo (em geral, aves defecam empoleiradas), fatores que implicam maior quantidade de sementes dispersadas.

Comunicação química animais-plantas Na década de 1950, a ecologia química surgiu a partir das tentativas de explicar a enorme diversidade estrutural nas moléculas de compostos naturais produzidos pelas plantas. Embora os estudiosos certamente não tenham percebido à época, seus esforços levaram a uma nova abordagem ecológica: a de que as substâncias químicas presentes nas plantas têm papéis específicos, seja como agentes de defesa contra insetos herbívoros, seja como 'iscas' para atrair os organismos que as polinizam ou que dispersam suas sementes.

Os sinais químicos que provocam mudanças fisiológicas e/ou comportamentais em outro organismo são chamados de semioquímicos. O estudo desses sinais, aliado a observações do comportamento animal, permite determinar quais substâncias têm esses efeitos e seu papel na comunicação entre plantas e animais. Com base no entendimento desse mecanismo, surgiu uma nova perspectiva no campo da ecologia aplicada: a utilização de óleos essenciais isolados de frutos na atração de morcegos. O potencial dessa estratégia para a restauração florestal baseia-se na ideia de que esses animais, atraídos apenas pelo aroma dos frutos, podem ser levados a sobrevoar áreas degradadas e a dispersar grande número de sementes (contidas em suas fezes), acelerando o processo de regeneração natural da vegetação.

Atraídos pelo aroma de frutos Ao longo das últimas décadas, pesquisadores têm atribuído aos morcegos alta capacidade de interpretar detalhes do ambiente. Muitas espécies de morcegos têm a capacidade de ecolocalização: emitem sons em altas frequências (inaudíveis para os humanos) e captam seu eco em qualquer obstáculo (até insetos em voo ou fios finos), o que permite que voem de modo seguro e encontrem presas mesmo na escuridão

>>>



absoluta. No entanto, observações feitas em campo e em cativeiro evidenciaram que muitos desses animais usam não apenas a ecolocalização, mas também a visão e o olfato, para se orientar em voo e selecionar alimentos. Em algumas espécies frugívoras, o olfato é o principal sentido usado para localizar, escolher e coletar frutos maduros.

Morcegos dos gêneros *Carollia*, *Artibeus* e *Sturnira* foram selecionados como modelos para uma pesquisa, iniciada em 2000, sobre vários aspectos de sua relação com os óleos essenciais de seus frutos preferidos (de plantas dos gêneros *Piper*, *Ficus* e *Solanum*, respectivamente). Para esse estudo, foram coletados frutos maduros e extraídos os óleos essenciais, com a técnica de hidrodestilação. Em experimento realizado em uma área de mata atlântica do sul do Brasil (no Paraná), os óleos foram testados e, como se esperava, muitos morcegos foram atraídos por seu aroma e capturados, mesmo existindo fontes de alimento natural próximas e disponíveis. Nos experimentos, imitações dos frutos foram presas a algumas redes de captura (instaladas em uma estrada no interior da floresta) e molhadas com o óleo essencial, e essas redes capturaram mais morcegos que outras colocadas na mesma área, mas sem a 'isca', confirmando a atração dos animais pelo aroma de suas frutas preferidas.

Esses dados abriram uma perspectiva inovadora: se os óleos atraírem morcegos também para áreas com baixa disponibilidade natural de alimento, então será possível atraí-los para áreas completamente alteradas, levando a um aumento da dispersão de sementes e acelerando a regeneração natural. Essa possibilidade foi avaliada em novas sequências de testes realizados nas proximidades de remanescentes florestais – ou seja, em ambientes sem disponibilidade de recursos naturais (alimento, poleiros, abrigos) para morcegos frugívoros. Mais uma vez, os experimentos indicaram uma atração altamente significativa de morcegos pelo cheiro de diversas espécies de frutos maduros. Além disso, quase a metade dos animais capturados havia se alimentado recentemente, como ficou evidente

pela eliminação de sementes em suas fezes, confirmando o potencial dessa estratégia para a restauração florestal.

Esses resultados permitiram sugerir que os óleos atrairiam morcegos até para áreas abertas, mais distantes de fragmentos de floresta, e que muitos deles deixariam sementes no local, em suas fezes. Para testar essa hipótese, outro experimento avaliou, com o uso de sensores de visor infravermelho (para enxergar à noite), a movimentação dos morcegos em áreas agrícolas e pastagens abandonadas, em parcelas com e sem atrativos odoríferos. Os dados obtidos confirmaram a maior movimentação – e maior tempo de sobrevoos – desses animais em parcelas com o aroma de frutos. Capturas feitas com redes revelaram a presença nas áreas estudadas de diversas espécies de morcegos frugívoros e análises das fezes indicaram grande quantidade de sementes de diferentes espécies de plantas, o que indica alto potencial de dispersão. E mais: a constatação de que os morcegos gastam mais tempo voando em torno da fonte de odor aponta para um aumento na chuva de sementes em locais predefinidos.

A técnica tem grande potencial para auxiliar a regeneração florestal natural e, em consequência, para recuperar áreas degradadas da mata atlântica e de outros biomas, em particular matas ciliares e reservas legais. Na verdade, como os morcegos frugívoros são amplamente distribuídos, a nova ferramenta pode ser usada ao redor do mundo para recuperar florestas degradadas. Para que isso seja viável, é preciso identificar quais das substâncias que compõem os óleos essenciais são responsáveis pela atração dos morcegos e sintetizá-las. Isso permitirá não apenas o uso da técnica em larga escala, mas também a conservação das plantas que produzem esses óleos, importantes também na alimentação de outras espécies da fauna.

Portanto, na próxima vez em que uma conversa misturar morcegos, aroma de frutos e restauração de florestas, os leitores saberão não apenas que são assuntos intimamente relacionados, mas que, somados, representam uma esperança para as florestas de todo o mundo. **CB**

Sugestões para leitura

BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; TEIXEIRA, S. D.; MAIA, B. H. L. N. S. 'Attraction of fruit-eating bats with essential oils of fruits: a potential tool for forest restoration', em *Biotropica*, v. 39(1), p. 136, 2007.
CARVALHO, P. E. R.; DUARTE, J. A. M. *A viagem das sementes*. Brasília, Embrapa Livraria Virtual, 2000 (disponível também em Braille).
MIKICH, S. B.; BIANCONI, G. V. 'Potencializando o papel dos morcegos frugívoros na recuperação de áreas degradadas', em *Boletim de Pesquisa Florestal – Unidade Regional de Pesquisa Florestal*, nº 51, p. 155, 2005.

NA INTERNET

>> KAPLAN, M. 'Fake fruits could help restore rainforest', em *Nature News on-line* (8/02/2007 – <http://www.nature.com/news/2007/070205/full/news070205-14.html>).

_ Relações Internacionais

_ Faculdades Integradas
Rio Branco (SP)

Semana de diplomata

Meses de preparação, mais de 30 horas de negociações ao longo de seis dias. Compromissos típicos de ministros e chefes de Estado entraram para a agenda de seis universitários brasileiros em junho. Foi a primeira vez que o Brasil participou do G20 Youth Summit (Cúpula Jovem do G20), um encontro internacional em que líderes jovens de vários países 'experimentam' os postos dos representantes do G20, grupo formado pelas 19 maiores economias do mundo mais a União Europeia.

Negociar os interesses do Brasil com nações tão diversas foi o desafio de estudantes de relações internacionais das Faculdades Integradas Rio Branco (SP), os selecionados para a missão. "Foi difícil chegar a um consenso com pessoas de culturas tão diferentes", conta Ana Beatriz Franciscione, graduanda do quinto período que representava nosso Ministério de Desenvolvimento. Assuntos como

finanças, alimentos e câmbio também foram discutidos.

Por trás dos interesses de cada nação, um tema global: 'a transição para um mundo multilateral e sustentável'. O resultado do encontro foram 54 páginas de propostas, entregues ao primeiro-ministro francês Nicolas Sarkozy que também serão consideradas pelos demais chefes de Estado. "A ideia é que esse relatório final tenha repercussões", observa o coordenador do curso Alexandre Uehara, que acompanhou os jovens delegados durante a viagem.

As negociações não são propriamente uma novidade para os alunos, que já se aventuram a simulá-las na própria universidade, cada um representando um

Representantes do Brasil na Cúpula Jovem do G20, em Paris. Da esquerda para a direita: Beatriz dos Santos Cruz, Caio Mansini, Douglas Silva, Larissa de Camargo Santos, Tiago Rizzi e Ana Beatriz Franciscione

país. Mas, nesse ambiente novo, conta Uehara, o envolvimento é necessariamente maior. Como é, também, a experiência que se leva: "A gente aprende a negociar com pessoas de culturas diferentes, que falam línguas diferentes", observa o estudante do terceiro período Caio Mansini, de 19 anos, o chefe de Estado brasileiro no encontro. "Essa foi nossa oportunidade de colocar em prática tudo o que aprendemos em sala de aula", diz.



Mamadeira para peixe-boi

Uma mamadeira subaquática está ajudando a conservar diferentes espécies de peixes-bois. Feita de materiais atóxicos, a mamadeira tem a grande vantagem de eliminar o contato do animal com o tratador, o que, além de diminuir a incidência de doenças, garante um comportamento menos dócil com o ser humano — a grande arma dos caçadores de peixes-bois.

A mamadeira subaquática é criação de Augusto Bôaviagem. Estudante de medicina veterinária na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Bôaviagem desenvolveu o instrumento durante seu estágio no Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, em Tefé (AM). Ele conta que o diferencial da mamadeira é a haste por onde o tratador a direciona até o animal. "Com o uso da mamadeira subaquática, os animais não conseguem ver o tratador, o que favorece o comportamento arreado à presença humana, um fator bastante desejável,

pois depois de soltos os animais tendem ao afastamento da civilização, dificultando a caça."

O primeiro importante teste para a mamadeira subaquática foi alimentar um animal já acostumado com as mamadeiras comuns. "Esse animal foi alimentado por três anos com a mamadeira convencional e criou uma relação de afeto com os tratadores, o que fez do desmame um obstáculo severo. Com o passar do tempo ele ficava cada vez mais dócil", conta Bôaviagem.

A mamadeira subaquática passou com nota 10: o animal deixou de se aproximar dos humanos e em exatos cinco meses após o início dos testes estava desmamado. O sucesso foi tanto que a mamadeira subaquática está hoje em uso nos dois principais centros de preservação de peixes-bois do Brasil — o Projeto Peixe-boi Amazônico, de Mamirauá, e o Projeto Peixe-boi Marinho, desenvolvido em Pernambuco pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

VETERINÁRIA

_ Curso de Medicina
Veterinária_ Universidade Federal
Rural de Pernambuco

SBPC NO CERRADO

Segundo maior bioma do país, o cerrado, foi o carro-chefe da 63ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), realizada em Goiânia, na Universidade Federal de Goiás (UFG), em julho último. Discutir amplamente a preservação e o uso sustentável dos recursos naturais dessa região foi o objetivo principal do evento, que coincidiu com a comemoração de 50 anos da UFG.

A reunião deste ano também foi marcada pela defesa de políticas de incentivo à educação, ciência e tecnologia no Brasil. Os entraves provocados por marcos legais inadequados ao desenvolvimento da pesquisa foram o tema de muitas discussões. Ao final, a presidência da SBPC encaminhou ao Congresso um documento em prol de leis mais favoráveis às atividades de ciência e tecnologia no país.

A 63ª Reunião contou com 8.886 inscritos de todo o Brasil e 438 palestrantes, que participaram de 174 conferências, mesas-redondas, simpósios e encontros. Confira nas próximas páginas alguns destaques do evento.

DOUTOR CERRADO

Segundo maior bioma do país revela seu potencial medicinal e farmacológico

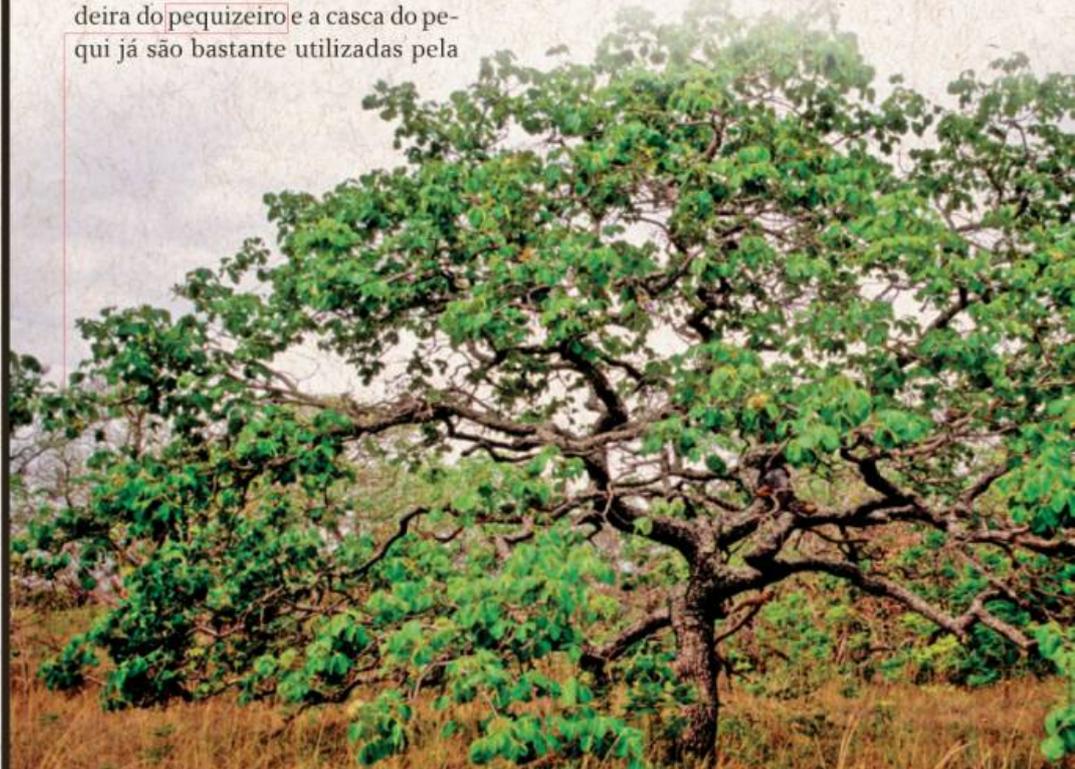
Nem só de gado e soja vive – ou sobrevive – o cerrado brasileiro. Do solo dessa região rica em biodiversidade brota uma verdadeira farmácia natural. De plantas como o arbusto espinho-agulha e o pequi, fruta-símbolo da região, são extraídas substâncias com potencial farmacológico e medicinal. Um produto à base do pequi (*Caryocar brasiliensis*), por exemplo, deve chegar às prateleiras de farmácias brasileiras em breve. Além de nutritivo, o fruto tem propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e benéficas para o sistema cardiovascular.

Para os que são íntimos da região Centro-oeste, o pequi é velho conhecido. É o caso do biólogo Cesar Koppe Grisolia, da Universidade de Brasília (UnB), que estuda a fruta há mais de 10 anos. As folhas e madeira do pequizeiro e a casca do pequi já são bastante utilizadas pela

medicina popular. Mas foi na polpa do fruto – rica em ácidos graxos, caroteno, vitaminas e sais minerais – que Grisolia encontrou o melhor uso terapêutico.

Os primeiros testes foram realizados com culturas celulares e com camundongos. Os biólogos aplicaram extrato da fruta dissolvido em água em ambos os grupos – *in vitro* e *in vivo* –, tratando-os, em seguida, com substâncias usadas em quimioterapia do câncer, como a bleomicina e a ciclofosfamida, que podem provocar alterações no DNA celular. A partir daí, percebeu-se que os agentes antioxidantes do pequi foram capazes de reduzir em cerca de 40% o índice de quebras cromossômicas induzidas por esses quimioterápicos.

Foto: K. HENNINGHOFF/ARND BRONKHORST



Mas tudo isso se deu no início dos anos 2000. Hoje, Grisolia está terminando os testes com seres humanos, já registrou duas patentes e, em parceria com o Centro de Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília, deve colocar cápsulas de óleo de pequi à venda no Brasil como nutracêutico – produto nutricional com substâncias terapêuticas.

ATLETAS Para os testes com seres humanos, Grisolia e sua equipe optaram primeiramente por atletas maratonistas. “Eles sofrem alto grau de estresse físico, o que gera maior produção de radicais livres”, explica o biólogo. Os 139 atletas voluntários tiveram amostras de sangue recolhidas antes e depois de duas maratonas. Nas duas semanas anteriores à segunda delas, tomaram cápsulas gelatinosas de óleo de pequi uma vez por dia. A ideia era analisar os radicais livres, mutações no DNA, pressão arterial, lesão celular e colesterol dos maratonistas.

Os resultados confirmaram os já obtidos com as culturas celulares e com os camundongos – e foram além. Após ingerirem as cápsulas, os atletas tiveram menos inflamação muscular, menos danos no DNA e nas células, e também menos estresse oxidativo. “O óleo do pequi é formado por compostos polifenóis antioxidantes, que se juntam ao colesterol LDL e diminuem a formação de placas de gordura no sangue”, resume Grisolia. O produto mostrou-se ainda mais benéfico para atletas acima dos 45 anos por terem produção de radicais livres mais alta.



“Mas isso não significa que o óleo de pequi não seja benéfico também aos atletas jovens”, ressalta o biólogo.

Agora, Grisolia e sua equipe estão testando a ingestão de cápsulas de óleo de pequi em 60 pacientes com lúpus. “Assim, comprovaremos se a substância de fato atua na redução de danos genéticos e celulares causados por radicais livres em pessoas com doenças que envolvem esses fatores”, explica o biólogo.

COLEÇÃO DE SUBSTÂNCIAS Já o farmacêutico Fernando Batista da Costa, do Laboratório de Farmacognosia da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo de Ribeirão Preto (FCFRP-USP), estuda as substâncias químicas do cerrado há mais de 15 anos. Desde 1997, ele e seu grupo de pesquisa coletam plantas da região e alimentam um vasto banco de dados computadorizado, que hoje reúne informações de mais de 120 substâncias naturais.

Cerca de 60 das substâncias da coleção eram inéditas. É o caso de cinco polifenóis, nunca antes descritos, encontrados nas folhas do arbusto espinho-agulha. A planta já era usada popularmente em bochechos contra a dor de garganta e aftas, testes em laboratório comprovaram sua ação anti-inflamatória.

“A diversidade química do cerrado é muito rica e precisamos estudar mais essas plantas”, diz Costa. “O espinho-agulha é só um exemplo dos grandes benefícios que as substâncias escondidas nesse bioma podem trazer para diversos setores, como o farmacêutico, o agroquímico, o de cosméticos e o de alimentos.”

Atualmente, o grupo de pesquisa de Costa se concentra no estudo de outras plantas da família do espinho-agulha, a *Asteraceae*. Mesmo espécies que não são nativas do Brasil, como o margaridão (*Tithonia diversifolia*) e o yacon (*Smallanthus sonchifolius*) estão sendo estudadas devido a sua ocorrência no cerrado.

Segundo o pesquisador, conhecer a diversidade química da região permite não apenas ganhos econômicos, mas também dá mais condições de preservar o bioma. “O potencial do cerrado é incalculável, mas infelizmente se tem dado pouca atenção a essa região, que vem sendo devastada continuamente”, lamenta o farmacêutico. “Acredito que por meio de pesquisas como a nossa seja possível usufruir desse potencial ao mesmo tempo em que chamamos a atenção para a importância desse bioma único no mundo.”

ISABELA FRAGA E SOFIA MOUTINHO |
CIÊNCIA HOJE | RJ

NÃO BASTA SEGUIR A LEI

Pesquisadores sugerem criar mecanismos para preservar a moral e a ética na conduta científica em vez de punir infratores

“**A**cho que vocês vão ficar chocados com o que eu vou dizer.” Com essa frase provocativa o advogado Marcelo Galuppo iniciou sua fala na mesa-redonda sobre plágio realizada durante o encontro anual da SBPC. Professor da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e da Pontifícia Universidade Católica do estado (PUC), Galuppo referia-se mais precisamente ao que o direito tem a dizer sobre o plágio e ao que pode ser feito, legalmente, em relação à prática, cada vez mais comum – ou pelo menos mais detectada – no meio científico.

De acordo com a lei brasileira que regulamenta a questão – n° 9.610/98, a mesma que rege os direitos autorais sobre obras artísticas –, plágio é a cópia dissimulada de obra de terceiro com o intuito de passar-se por seu autor. Ou seja, a intenção é um elemento central na interpretação legal. Mas como provar que alguém teve a intenção de plagiar?

Ao mesmo tempo, a lei considera o plágio um ato solidário, ou seja, todos os envolvidos têm responsabilidade. No caso de artigo científico, ela enquadraria plagiador, orientador, coautor, revisor e editor. Mas e se o orientador, por exemplo, disser que não leu o trabalho?

Para dificultar ainda mais, a lei não protege a ideia – mas sim sua forma concretizada –, garante o direito de o autor não publicar sua descoberta e permite o autoplágio. Moral da história: a legislação trabalha com uma concepção de plágio diferente da comumente adotada no meio científico e, com ela, quase nada se pode fazer



SHUTTERSTOCK PHOTO LIBRARY/PHIL DOUMINIKOS

para preveni-lo ou remediá-lo de forma eficaz na prática acadêmica.

“Acho que a SBPC precisa pensar nisso, precisa propor ao Legislativo a elaboração de uma legislação específica para coibir plágio, fraude e outros tipos de má conduta no meio universitário”, defendeu Galuppo.

EM NOME DA INTEGRIDADE Mudar a lei parece algo ainda distante, mesmo porque as divergências conceituais apontadas por Galuppo entre a lei e a ciência quanto ao plágio são novidade para a maioria dos pesquisadores – daí “o choque” previsto pelo advogado ao apresentá-las no encontro da SBPC. Mas a comunidade científica brasileira não está parada diante das crescentes denúncias de plágio, fabricação e falsificação de dados e outros tipos de má conduta no meio, julgadas até aqui pelas próprias instituições em que ocorrem.

O Conselho Nacional de Desen-

volvimento Científico e Tecnológico (CNPq) vinha pensando na criação de um comitê para cuidar da questão quando, em março deste ano, uma investigação internacional apontou fraude em 11 artigos assinados por pesquisadores das universidades Federal do Mato Grosso e Estadual de Campinas, que resultou na retirada desses artigos dos periódicos internacionais em que haviam sido publicados.

O caso, um dos mais graves envolvendo cientistas brasileiros, apressou os planos do CNPq, que criou, em seguida à denúncia, uma comissão de integridade científica, formada por cinco membros da comunidade, de diferentes áreas de atuação. Juntos, eles devem propor diretrizes para estipular os procedimentos eticamente desejáveis a serem adotados na produção científica e apontar à agência os mecanismos que ela deve usar no caso de falha nesses procedimen-

ARQUEOLOGIA

TESOUROS DO VELHO CHICO

tos. "A comissão tem, um objetivo preventivo, até pedagógico, e também um mecanismo punitivo que, espera-se, não seja muito grande", explica o médico Paulo Sérgio Beirão, professor da UFMG, diretor da área de ciências da vida do CNPq e membro da comissão.

Na mesa sobre plágio no encontro da SBPC, além de falar sobre a comissão e compartilhar com Galuppo a preocupação em relação à complexidade conceitual da questão, Beirão destacou a gravidade do problema para o avanço da ciência. "Até ser provado que algo não é verdadeiro, há um investimento muito grande, de recursos, de tempo", pontuou. "Do ponto de vista da ciência, é uma coisa muito nefasta, além de estar prevista no código penal."

Da plateia, o químico Jailson Bittencourt de Andrade, da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e também membro da comissão, fez coro com o colega. "Se houve má conduta, se uma dissertação não é original, a pessoa recebe um título que não merece. Com esse título, concorre a cargos com outros que estão em situação regular; e pode tirar alguém da vaga." Para Andrade, a questão legal é válida, mas, mais importante, é garantir a ética e a moral na ciência. "A questão é extremamente complexa. Precisamos de uma ação rápida para evitar que ela se propague indefinidamente."

A comissão de integridade científica vem mantendo discussões virtuais entre seus membros, para definir as diretrizes a serem apresentadas ao CNPq. O compromisso é entregar, neste mês, um relatório ao órgão, com o resultado do trabalho.

A polêmica transposição do rio São Francisco, no Nordeste brasileiro, tem revelado novidades sobre o passado da região. Em um canteiro de obras do projeto na cidade de Custódia, a 350 km de Recife, foram encontrados vestígios arqueológicos pré-históricos e do início da colonização europeia.

Pontas de flecha e facas de sílex e cristal de rocha de 10 mil anos, recipientes e urnas funerárias de cerâmica tupi-guarani de 2 mil anos, ruínas de antigos engenhos de cana do século 16, fragmentos de louças, faianças e moedas portuguesas do século 18 são alguns dos achados, que foram expostos no estande do Ministério da Integração na 63ª Reunião Anual da SBPC.

As escavações ainda estão em curso e todos os vestígios resgatados são levados para os laboratórios da sede da Fundação

Museu do Homem Americano (FUMDHAM) em São Raimundo Nonato, Piauí. Lá, os objetos serão catalogados e estudados.

"Com esses achados podemos conhecer melhor os diversos grupos humanos que ocuparam a região, seus rituais, seus hábitos de caça, suas tecnologias de construção de moradias e fabricação de ferramentas", diz uma das arqueólogas responsáveis pelas escavações, Anne-Marie Pessis, coordenadora do Instituto Nacional de Arqueologia, Paleontologia e Ambiente do Semiárido do Nordeste.

Além dos objetos arqueológicos, também foram encontrados fósseis, como um esqueleto quase completo de uma preguiça-gigante (*Ermothereium*), animal da megafauna extinto há cerca de 10 mil anos. Pessis conta que o fóssil foi descoberto no fundo de uma paleolagoa junto com ferramentas de pedra dos homens pré-históricos. "A associação entre este exemplar da megafauna e os vestígios líticos de origem humana é muito interessante e pode nos dizer muito sobre o nosso passado", diz a arqueóloga. "Atualmente estamos estudando esse material em busca de resultados conclusivos."



No alto, à direita ponta de lança feita com cristal de rocha. À esquerda, moedas do tempo do Império (século 19). Ao lado, pedras polidas provavelmente usadas como machadinhas por povos pré-históricos

REMÉDIOS QUE FALAM PORTUGUÊS



Incentivo e cobrança do governo podem ser solução para fomentar indústria farmacêutica brasileira

A incorporação da palavra 'inovação' ao Ministério da Ciência e Tecnologia brasileiro – chamado, desde agosto último, de Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) – representa uma espécie de reafirmação da importância de parcerias entre governo e empresas privadas no desenvolvimento de inovações tecnológicas para a indústria brasileira.

No entanto, até o momento, a criação de novos fármacos e medicamentos no país deixa a desejar. É o que afirma o farmacologista Eliezer J. Barreiro, professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e coordenador do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Fármacos e Medicamentos (INCT-Inofar). “Na área dos fármacos, toda a competência tecnológica do país – encontrada, por exemplo, na Embrapa, Petrobras etc. – não se traduz na produção de moléculas que sejam uma apropriação tecnológica brasileira”, explica. “Tratamos nossa população com medicamentos que têm patentes chinesas, francesas, americanas, japonesas, europeias. Quase nada tem patente nacional. Por isso, digo que nossos medicamentos não falam português.”

De fato, dos medicamentos à venda no país, cerca de 20% são produzidos com substâncias ativas e insumos nacionais. Dos 80% restantes, metade é importada de três países – Alemanha, China e Estados Unidos, segundo da-

dos da Associação Brasileira da Indústria Farmoquímica (Abiquifi). Para mudar esse cenário, no qual o governo brasileiro gastou cerca de R\$ 8 bilhões em 2010, uma palavra-chave é: foco. Barreiro defende que se escolha uma linha terapêutica para produzir medicamentos – só assim a indústria nacional poderá deslanchar de vez. “Acredito que a questão da inovação deve modificar-se quando tivermos um fármaco verdadeiramente inovador falando português”, especula o farmacêutico.

EMPRESAS E GENÉRICOS Diferentemente de outros países, onde empresas privadas respondem pela maioria dos investimentos em novos fármacos, no Brasil, o investimento em pesquisa e inovação na área concentra-se nos cofres públicos. Se a questão a respeito do lugar de onde deve partir a inovação – universidades ou empresas – gera polêmica na comunidade científica, uma maior integração entre elas costuma ser apontada como maneira de alavancar o desenvolvimento de novos fármacos. Mas, para Barreiro, a aproximação entre governo e iniciativa privada não é suficiente.

“Nos últimos 10 anos, o governo brasileiro tem feito um esforço significativo em ações e políticas ordenadas e integradas com vários ministérios. O governo e a universidade revelam vontade de integração, mas as empresas também precisam se inte-

ressar”, defende farmacologista, para quem a indústria, a despeito de seu discurso em prol da inovação, não realiza investimentos ou pesquisas efetivas nessa direção. “As empresas precisam contratar doutores. Esses certamente terão um salário maior, mas sua contribuição no desenvolvimento e descoberta de novas moléculas pode ser essencial”, defende.

Estimular as indústrias privadas a investir em inovação farmacêutica radical – a produção de uma nova molécula, por exemplo – passaria, segundo Barreiro, por uma combinação de apoio e cobrança por parte do Estado. Por exemplo, se o governo garantir a compra de um medicamento para a doença de Chagas, a empresa pode aceitar pesquisar e produzir. “Mas precisa haver fiscalização e cobrança de resultados para que o combinado seja cumprido”, complementa Barreiro.

No mercado de medicamentos genéricos, a indústria nacional está mais forte: cerca de 88% desses fármacos são produzidos por capital brasileiro. A manutenção desse mercado, no entanto, não interfere na necessidade de inovação. “Um remédio inovador traz qualidade de vida e sempre vai ter lugar no mercado em relação aos genéricos”, explica.

ISABELA FRAGA | CIÊNCIA HOJE | RJ

ATÉ NO BRASIL

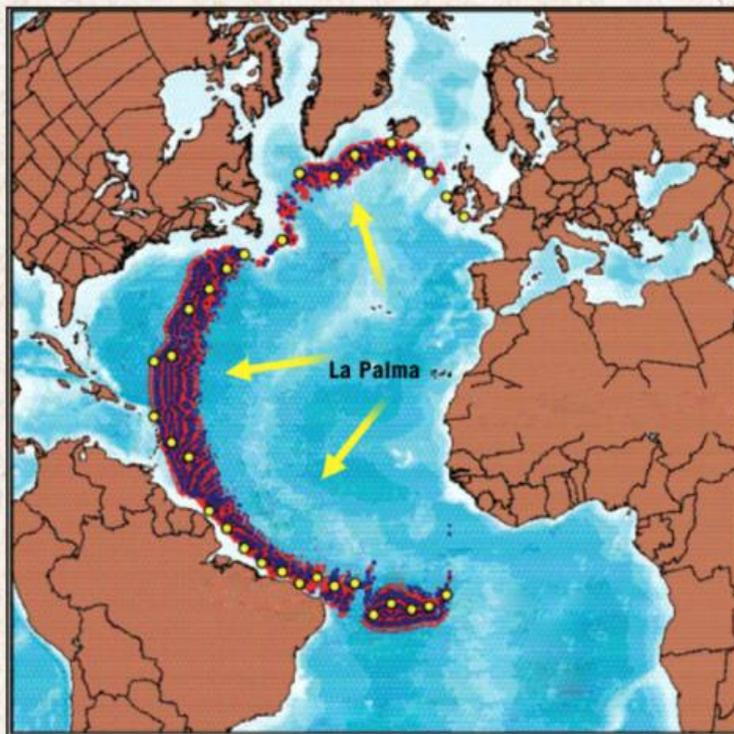
Especialistas apontam para possibilidade de tsunami no Norte e Nordeste do país

Por mais aterrorizante que seja a ideia de um tsunami, no imaginário do brasileiro ela sempre foi algo distante. No entanto, segundo especialistas, a ocorrência de uma grande onda atingindo o Brasil, apesar de pouco provável, não é impossível.

Em palestra sobre tsunamis na 63ª Reunião Anual da SBPC, em Goiânia, o geofísico Alberto Brum Novaes, da Universidade Federal da Bahia (UFBA), explicou que a erupção do vulcão Cumbre Vieja, na ilha canária espanhola La Palma, no oceano Atlântico, pode causar um tsunami de grandes proporções, com até 25 m de altura em sua origem, que chegaria à Inglaterra, à península Ibérica, ao Caribe, a toda a orla leste dos Estados Unidos e, inclusive, à costa norte e nordeste do Brasil.

O vulcão Cumbre Vieja está ativo no momento, mas, segundo Novaes, não é possível saber quando entrará em forte erupção. A última vez que isso aconteceu foi em outubro 1971 e desde então ele é monitorado por pesquisadores de universidades locais e dos Estados Unidos. “Pode acontecer a qualquer momento”, afirma Novaes. “Pode ser daqui a pouco ou daqui a séculos, mas vai acontecer um dia.”

O pesquisador explica que o tsunami seria causado por deslizamentos de enormes pedaços de rochas, de até 25 km de extensão, que se desprenderiam devido aos tremores resultantes da erupção e adentrariam o oceano. La Palma fica sobre falhas geológicas e, por isso, um terremoto seria inevitável durante uma erupção muito forte, podendo até levar ao colapso de toda a ilha.



Um tsunami originado em La Palma poderia atingir a costa das Américas, o que inclui uma parte do Brasil

Segundo o geógrafo Paulo Rosa, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), que desde 2009 mantém um grupo de estudo para monitorar a atividade marítima da costa da Paraíba, o impacto do possível tsunami no Brasil, que está a 4.300 km de distância do vulcão, não seria tão grande quanto na Inglaterra, que está a apenas 2.500 km dele. Rosa acredita que, no pior dos cenários, a onda chegaria ao litoral do estado, mas não alcançaria de forma significativa a costa de Pernambuco, que fica mais ao sul.

“Não acredito que a explosão do vulcão possa gerar uma onda que chegue até aqui muito acima da superfície”, afirma. “Porém, devemos convir que, se uma onda com a força de um tsunami chegar a 1 m de altura, con-

jugada com maré astronômica de 3,4 m, como já tivemos aqui em 1961, e com ventos fortes, de mais de 14 m por segundo, poderemos sim ter efeitos desastrosos sobre a população que habita a planície costeira.”

Já Novaes acredita que as águas do tsunami avançariam mais no território brasileiro, chegando a Manaus. Isso porque o rio Amazonas funcionaria como um caminho para as águas. “O rio Amazonas tem muita água e um gradiente baixo, ou seja tem poucos declives, então é possível que o tsunami cause muito estrago quando encontrar com ele”, disse.

PROBLEMA NEGLIGENCIADO Universidades dos Estados Unidos e da Europa já estudam o fenômeno do tsu- >>>

nami causado pela erupção do Cumbre Vieja com mais profundidade que o Brasil. Estudos da Universidade da Califórnia apontam que a onda poderia avançar pelo oceano Atlântico com uma velocidade máxima de 800 km/h nas áreas mais profundas e, em seis horas, tomaria cerca de 20 km da costa dos Estados Unidos, a partir da cidade de Miami.

Para Rosa, chegou o momento de o Brasil também começar a estudar a questão. “Precisamos olhar com mais atenção para questões dessa magnitude a partir dos eventos extremos que vêm acontecendo no mundo e também no Brasil”, alerta. “Lembremos que são vários os pequenos terremotos que já ocorreram aqui, mas ainda não estamos muito cientes dos problemas que esses fenômenos naturais podem nos trazer.”

O Brasil está começando a se preparar para os desastres naturais mais comuns – como tempestades, alagamentos e deslizamentos de terra – com o recém-criado Centro de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Até o fim de 2011, o sistema deve estar preparado para monitorar o risco de catástrofes em 25 cidades.

Mas eventos como terremotos e tsunamis não são a prioridade do centro. Segundo o físico Antonio Marcos Mendonça, analista do MCT, a etapa inicial de implantação do Cemaden, que dura até 2012, não prevê o monitoramento desse tipo de desastre. “As catástrofes relacionadas a tsunamis são muito mais complicadas de se prever”, diz Mendonça. “Dependendo de onde ele ocorra, é possível que o centro emita um alerta, mas isso não está no escopo do sistema no momento.”

Para Rosa, no entanto, nunca é cedo para se prevenir: “Não há como não olhar com mais atenção para essa questão”, diz. “Devemos começar a nos preocupar e não acreditar piamente que estamos deitados ‘eternamente em berço esplêndido’.”

PALCO PARTILHADO

Presença de indígenas em conferências mostra nova configuração acadêmica

Quem chegou atrasado na conferência sobre a influência do meio ambiente na construção das línguas indígenas, na 63ª Reunião Anual da SBPC, notou algo estranho. Em vez de se deparar com a linguista Sílvia Lúcia Braggio, da Universidade de Goiás (UFG), discursando sobre o assunto – em português –, quem falava, na verdade, era um homem – e em uma língua um tanto diferente. O estranhamento logo se justificava: tratava-se de Bonfim Sizdazê, representante da comunidade indígena Xerente, no Tocantins, e amigo de longa data de Braggio.

A partilha de uma conferência acadêmica entre um indígena e um linguista era algo novo e sintomático de uma tendência que marcou, de certa forma, essa reunião anual. Comumente apresentados como objetos de pesquisa, membros de comunidades indígenas brasileiras foram também pesquisadores e palestrantes. O tema indígena permeou cerca de sete conferências, mesas-redondas e encontros – e em ao menos três deles representantes indígenas falaram sobre suas pesquisas e comunidades.

PALAVRAS INCORPORADAS No caso de Sizdazê, o tema era a incorporação de termos em português nas línguas indígenas. Para ele, o fenômeno não é visto com bons olhos pelos anciãos de sua comunidade, mas continua a ocorrer progressivamente entre os mais jovens. “Nossa cultura corre o risco de enfraquecer”, comenta. “Mas não podemos discriminar os jovens que misturam o por-





Membros da comunidade indígena Xerente durante evento

tuuguês e o xerente.” O indígena e a linguista deram alguns exemplos de palavras do português que foram incorporadas pelo xerente: ‘papé’, que designa o papel; e ‘rápi(s)’, que se refere a lápis. Os anciãos, no entanto, utilizam as palavras ‘haisuka’ – que, literalmente, significa ‘folha para escrever’ – e ‘ikuikreze’ – ‘coisa com que a gente escreve’. “O contato mais intenso dos jovens xerentes com as cidades faz aumentar bastante o repertório de palavras em português”, afirma Braggio, que também faz parte do projeto Línguas Indígenas Brasileiras Ameaçadas, da UFG. “Como esse processo é muito rápido, muitas vezes não há tempo de novas palavras ou conceitos passarem pelo ‘filtro’ da língua. Assim, o léxico dos índios mais velhos torna-se diferente daquele empregado pelos mais novos”, explica ela. Para saber mais, acesse: <http://>

cienciahoje.uol.com.br/especiais/reuniao-anual-da-sbpc-2011/minha-patria-e-minha-lingua.

PESQUISADORES Em dois encontros realizados pela Associação Brasileira de Antropologia (ABA), indígenas não apenas falaram sobre suas comunidades, mas também a respeito de suas pesquisas, empreendidas em universidades como a UFG e a UFMG. Em ambos, o tema central foi a relação das comunidades indígenas com o cerrado, o ambiente onde vivem. Julio Apinagé, professor de uma comunidade apinajé em Tocantinópolis (TO) e aluno do curso de licenciatura intercultural da Universidade Federal de Minas Gerais, por exemplo, comentou que a língua apinajé é toda baseada nos elementos naturais encontrados no cerrado. E sentenciou: “se o cerrado acabar, acaba a cultura apinajé”.

Já a pesquisa de Jonas Gavião, membro da comunidade Gavião e aluno de licenciatura intercultural da UFG, trata das festas de seu povo – em especial a festa da peteca, na qual os participantes jogam uma peteca de um para o outro sem deixá-la cair. Assim como Apinagé, Gavião ressaltou a relação de interdependência entre suas comunidades e o cerrado: “a gente depende do cerrado e o cerrado depende da gente”. A proposta de trocar os antropólogos de lugar com os indígenas e colocá-los como conferencistas resume, em suas palavras, uma ideia que ainda precisa ser estabelecida definitivamente: “não há dois mundos – o indígena e o do homem branco –, mas um só”.

ISABELA FRAGA | CIÊNCIA HOJE | RJ

SACIEDADE ÀS AVESSAS

Inflamação no hipotálamo é apontada como uma das causas da obesidade

Imagem de ressonância magnética do cérebro, que destaca a região do hipotálamo, responsável pelo controle da fome e do gasto de energia

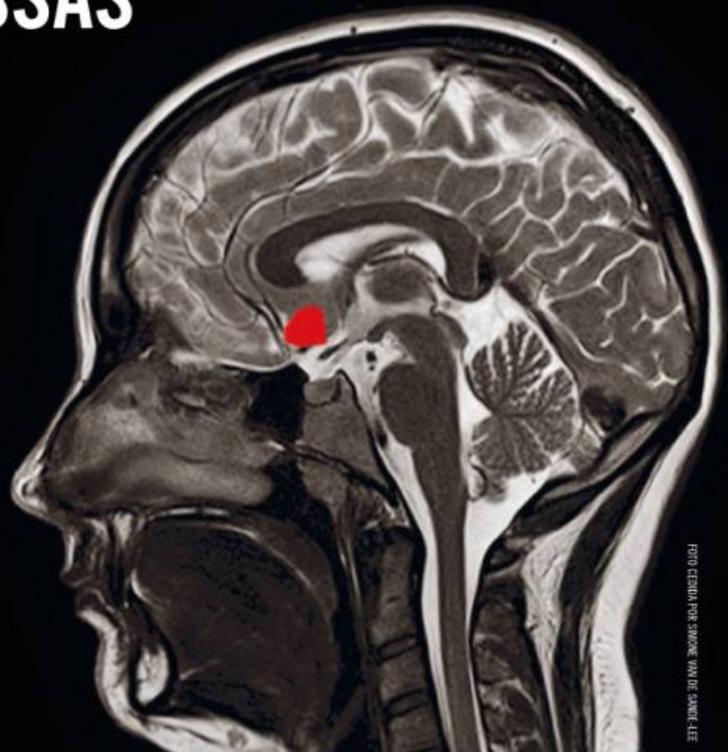


FOTO: CÉDULA POR SIMONE VAN DE SANDE-LEE

Maus hábitos alimentares e sedentarismo são apontados como os grandes vilões da obesidade, mas estudos recentes começam a incluir outro fator: uma pequena alteração no funcionamento do cérebro. Trata-se de um erro no processamento da informação de saciedade que chega ao sistema nervoso central, especialmente ao hipotálamo – região do cérebro envolvida no controle da fome e no gasto de energia.

As conclusões são da pesquisa de doutorado da endocrinologista Simone van de Sande-Lee, na Faculdade de Clínica Médica da Universidade Estadual de Campinas, publicadas na revista norte-americana *Diabetes*. O estudo, orientado pelo professor Licio Velloso, dava continuidade, em humanos, a estudos feitos com animais, há alguns anos, que comprovaram que uma dieta rica em gorduras saturadas – presentes, por exemplo, na carne vermelha e no leite – provoca inflamação no hipotálamo.

Nessa área do cérebro, há recepto-

res de um hormônio do tecido adiposo chamado leptina, responsável por informar ao sistema nervoso central que há energia disponível para ser gasta. Com a inflamação, no entanto, a leptina não é capaz de atuar e a sensação de saciedade é ‘substituída’ pela sensação de fome, abrindo caminho para a obesidade.

CADA PESO, UMA ‘REAÇÃO’ CEREBRAL

O objetivo de Sande-Lee foi entender como a perda de peso se relaciona com o funcionamento do hipotálamo em pacientes obesos. O desafio de sua pesquisa foi validar, para a espécie humana, os resultados obtidos com animais. “No animal, é possível ver o cérebro por dentro e avaliar como e onde as alterações acontecem”, conta a pesquisadora. “Em humanos, como a avaliação direta do cérebro não é possível, precisamos utilizar métodos indiretos.”

Por isso, a técnica a que a equipe recorreu para acompanhar as alterações no cérebro de um grupo de pacientes foi a ressonância magnética

funcional, que capta, em sequência, mais de mil imagens do cérebro em cerca de meia hora. A endocrinologista explica que essas alterações, no computador que monitora a atividade cerebral, são representadas em escalas de cinza a partir de diferentes concentrações de oxigênio, que refletem os níveis de ativação dos neurônios.

Oito pacientes saudáveis e 13 diagnosticados com obesidade mórbida, estes prestes a se submeter à cirurgia de redução do estômago, passaram pelo monitoramento. Cinco minutos depois de iniciado o exame, todos foram estimulados com glicose. Como era esperado, o padrão de funcionamento cerebral dos pacientes obesos foi diferente do dos saudáveis. “Nos magros, a atividade neuronal se manteve estável, o que sugere que a sensação de saciedade permanece por um tempo considerável após a ingestão de glicose”, explica Sande-Lee. “Já nos obesos, essa atividade caiu em pouco tempo, mostrando por que logo voltam a ter fome.”

A experiência com os pacientes obesos se repetiu depois da cirurgia, quando seu peso foi reduzido a quase 60% do inicial. O padrão funcional de seus cérebros dessa vez se aproximou do padrão dos pacientes magros, indicando que a sensação de saciedade foi parcialmente recuperada. “Nos animais, vimos que a persistência da inflamação provocou a morte de alguns neurônios. Isso pode justificar por que, em humanos, essa recuperação não foi total”, alerta a pesquisadora. Ela destaca outro dado: o aumento do número de substâncias anti-inflamatórias observado depois da cirurgia ajuda a comprovar que havia, como nos animais, inflamação no local.

ANTES PREVENIR Para a endocrinologista, o estudo pode ajudar a descobrir medicamentos para o tratamento da obesidade, mas esse teste, por ser o primeiro do gênero, ainda tem alguns desafios: “É preciso desenvolver uma droga que atue só na inflamação presente nessa área, já que o sistema imunológico, que produz essa inflamação, também é responsável pela defesa do organismo”, pondera Sande-Lee. “Temos que cuidar para que os efeitos colaterais não se tornem mais graves que a própria doença.”

Por isso, ela enfatiza que moderar a ingestão de alimentos ricos em gordura saturada ajuda a prevenir a doença. À exceção de tipos raros de obesidade como, por exemplo, a ligada à ausência do gene da leptina, a doença é comumente multifatorial, ou seja, está ligada tanto à atuação de outras redes cerebrais, quanto ao estilo de vida e aos hábitos alimentares do indivíduo. “Prevenir a obesidade é sempre a melhor opção, mas é difícil educar as pessoas para isso”, reconhece Sande-Lee, que, na próxima etapa da pesquisa, terá como alvos pacientes obesos diabéticos.

CAROLINA DRAGO | CIÊNCIA HOJE | RJ

O LADO BOM DO BACILO

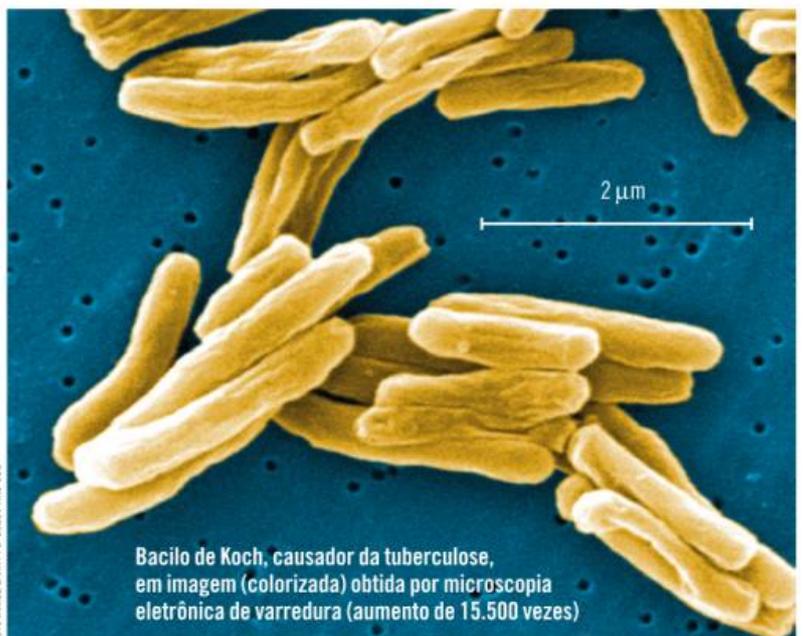
Proteína do agente causador da tuberculose pode preservar órgãos e tecidos transplantados

Responsável por 1,7 milhão de mortes por ano em todo o mundo, o bacilo de Koch (*Mycobacterium tuberculosis*), causador da tuberculose, foi fundamental para uma descoberta promissora do Instituto de Pesquisas Biomédicas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Um grupo de pesquisadores da instituição, liderado pela bióloga Cristina Bonorino, demonstrou que uma proteína presente no micro-organismo pode servir como alternativa a medicamentos imunossupressores, utilizados para evitar que tecidos e órgãos transplantados sejam

rejeitados pelo organismo de um paciente.

Há muito tempo se sabe que essa proteína, conhecida pela sigla Hsp70 (ver ‘Proteína conservada’), tem propriedades imunomoduladoras, ou seja, interfere diretamente no sistema de defesa dos organismos. Na literatura científica, porém, havia uma controvérsia em relação ao efeito da proteína. “Enquanto algumas pesquisas indicavam que a Hsp70 aumentava a resposta imunológica, outras apontavam uma redução”, conta Bonorino, que estuda a proteína há cerca de 20 anos.

>>>



Bacilo de Koch, causador da tuberculose, em imagem (colorizada) obtida por microscopia eletrônica de varredura (aumento de 15.500 vezes)

FOTO JANCE CARR / PHOTODISC/PHS/DC

Nos últimos anos, o grupo de pesquisa em imunoterapia e vacinação da PUCRS, coordenado pela bióloga, comprovou, por meio de testes *in vitro*, que a Hsp70 induz a produção de interleucina-10 (um inibidor de macrófagos), prejudica o amadurecimento de células dendríticas (presentes no sistema imunológico de mamíferos) e inibe a proliferação de linfócitos T (principais responsáveis pela imunidade mediada por células).

As descobertas foram publicadas nas revistas *Clinical and Experimental Immunology*, em 2004, e *Immunology*, em 2007. “Decidimos então partir para uma aplicação direta da proteína, que foi o seu uso em transplante”, diz a pesquisadora. Isso porque é muito comum que um órgão ou tecido transplantado sofra rejeição aguda no organismo do receptor por ação do sistema imunológico – mais especificamente de linfócitos T. É considerada aguda a rejeição que ocorre nos primeiros seis meses após a operação. Depois desse período, o corpo geralmente se adapta ao novo órgão.

PRETO NO BRANCO Para testar a eficácia da Hsp70, os pesquisadores fizeram transplante de pele de um camundongo preto em uma cobaia branca utilizando a proteína. A reação natural do organismo do receptor do tecido seria rejeitar o enxerto de um material geneticamente estranho. Antes de fazer o transplante, entretanto, o pedaço de pele foi imerso em uma solução salina que continha Hsp70. A expectativa era que a proteína reduzisse a resposta imune. Deu certo.

Um camundongo que recebeu o mesmo tipo de transplante, sem a proteína, rejeitou totalmente o enxerto em nove dias. Já o organismo do roedor que passou pelo tratamento inédito aceitou o tecido estranho até o 17º dia após a operação. “Ao longo de todo esse tempo, também não foi preciso aplicar medicamentos imunossuppressores”, relata a bióloga.

Medicamentos imunossuppressores, como o nome diz, têm a função de suprimir a resposta imunológica de uma pessoa ou, no caso dos exper-

imentos em laboratório, do camundongo. São utilizados por pacientes que recebem tecidos ou órgãos de outros indivíduos para evitar que o sistema de defesa rejeite o transplante ao interpretá-lo como um agente patogênico. “O problema é que, como essas drogas reduzem a resposta imunológica, o paciente fica mais exposto a qualquer tipo de infecção”, explica Bonorino. “Além disso, ele precisa tomar o medicamento de forma sistemática, por via oral ou por meio de injeção.”

No caso dos camundongos, a solução com Hsp70 foi aplicada apenas localmente e, por isso, não debilitou o sistema imunológico por inteiro. Outro aspecto positivo do novo método imunossupressor é que a proteína só foi utilizada no momento do transplante e não houve necessidade de aplicações sistemáticas.

Para confirmar a especificidade das propriedades, a equipe fez testes idênticos usando outra proteína, a Hsp90, e ovalbumina, uma substância bastante utilizada para baixar a imunidade, mas nenhuma das duas opções mostrou o mesmo efeito da Hsp70. Os resultados foram publicados em dezembro de 2010 na revista *PLoS ONE*.

Por prolongar o tempo de aceitação de um tecido geneticamente estranho por um organismo, a proteína poderia servir como alternativa ou complemento a drogas imunossupressoras. Novos estudos determinarão os períodos em que novas doses de Hsp70 devem ser aplicadas para garantir a aceitação de transplantes. Os pesquisadores da PUCRS fazem agora a análise toxicológica do composto, para verificar se há algum tipo de efeito colateral em seu uso, antes de partir para testes com tecidos humanos.

Proteína conservada

A Hsp70 pertence ao grupo das chamadas proteínas de choque térmico (Hsp, na sigla em inglês), que recebem esse nome porque sua expressão é aumentada quando as células são expostas a altas temperaturas. Nos experimentos da PUCRS, a proteína foi obtida de um gene clonado de um bacilo *M. tuberculosis*, mas a bióloga Cristina Bonorino explica que o composto está presente em células de todas as espécies, inclusive na humana. “É a proteína mais evolutivamente conservada, ou seja, ao longo de toda a evolução, se manteve muito parecida em todas as espécies.” A utilização da proteína do bacilo causador da tuberculose no estudo ocorreu por uma questão de conveniência: o microbiologista britânico Douglas B. Young, que estuda a doença, já havia clonado o gene que sintetiza a Hsp70 e cedeu o material a Bonorino. Como o mecanismo de ação do composto ainda não está plenamente esclarecido, não é possível dizer se a proteína obtida do gene de outras espécies teria o mesmo efeito.

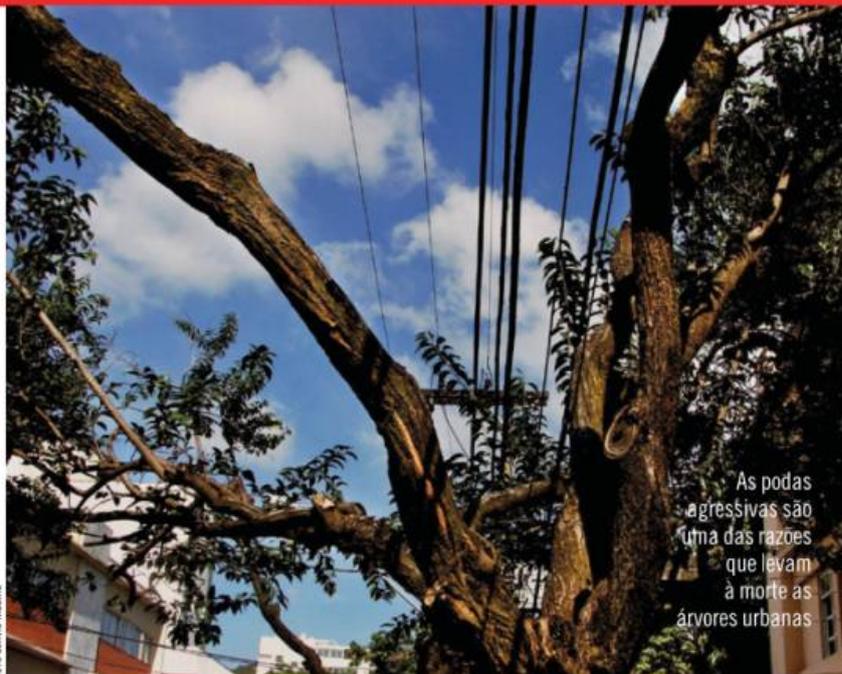


FOTO SÉRVIO RIBEIRO

As podas agressivas são uma das razões que levam à morte as árvores urbanas

MERA DECORAÇÃO

Planejamento urbanístico não leva em conta papel das árvores na mitigação das mudanças climáticas

Mais do que elementos de paisagismo, as árvores urbanas são importantes reguladoras do clima e da poluição do ar, pois absorvem dióxido de carbono (CO₂), gás que contribui para aumentar o efeito estufa. No entanto, essa função parece passar despercebida no planejamento urbanístico das cidades brasileiras. Um levantamento feito no bairro residencial de Anchieta, em Belo Horizonte, mostra que não há na cidade mineira uma política de plantio de árvores que leve em consideração esse papel que elas têm no meio ambiente.

Segundo a pesquisa feita pelo biólogo Sérgio Pontes Ribeiro, da Universidade Federal de Ouro Preto (Ufop), o plantio de árvores no bairro não acompanha o aumento das emissões de carbono originadas do tráfego de veículos. Na última década, quase

não foram plantadas árvores na região, embora o tráfego tenha aumentado por causa de mudanças na formatação do trânsito e do crescimento populacional. “Os engenheiros se preocupam em fazer desvios e construir vias que melhorem o tráfego em determinadas regiões, mas não consideram o plantio de árvores para amenizar essa contribuição urbana para o aquecimento global”, diz o pesquisador.

Ribeiro contabilizou a quantidade extra de carbono emitida como resultado de um desvio construído numa via movimentada de comércio, Av. Bandeirantes, que obrigou os motoristas a dirigirem 600 m a mais para chegar até a Rua Odilon Braga, residencial. De acordo com o levantamento, o desvio tem um fluxo de 944 veículos por dia, o que gera uma emissão diária de 67,9 kg de dióxido de carbono na atmosfera. Como uma

árvore absorve cerca de 140 kg de carbono em 20 anos, seria necessário o plantio de 3.544 árvores para compensar o que será lançado na atmosfera no mesmo período.

O estudo aponta que as árvores do bairro vêm sendo destruídas pela retirada ilegal promovida por moradores e pela poda excessiva, que provoca doenças e a perda de sustentação das árvores. “As pessoas ainda têm a visão de que folha de árvore no chão é sujeira; a verdade é que os moradores das cidades brasileiras vivem uma relação conflituosa com as árvores”, diz Ribeiro.

A pesquisa mostrou que, de 642 locais que deveriam ter árvores no bairro, somente 46% apresentam espécimes adultas. Dos 346 pontos de árvores restantes, 28% contêm árvores mortas e apenas 21% têm árvores jovens, que foram replantadas há mais de 10 anos. Ribeiro ressalta que 95% das árvores replantadas são da espécie indiana falsa-murta (*Murraya paniculata*), que não é a mais adequada para plantio, pois, além de não ser nativa, absorve pouco carbono por ser pequena – tem no máximo 3 m de altura. “Esse arvoredo não atrapaalha os fios elétricos, mas também não absorve poluição, não faz sombra e não aumenta a umidade relativa do ar na escala necessária para ter um clima saudável e neutralizar as crescentes emissões de CO₂”, afirma.

O pesquisador acredita que mais do que vontade política para um uso mais eficiente das árvores nas cidades, é preciso uma mudança de pensamento por parte da população. “Há uma questão cultural no imaginário urbano de que a árvore é um problema, isso já está tão enraizado que impede qualquer medida política.” E acrescenta: “As cidades hoje são verdadeiros desertos que liberam muito mais carbono do que absorvem, mas têm o potencial de se transformarem em florestas urbanas se houver uma mudança de postura.”

SOFIA MOUTINHO | CIÊNCIA HOJE | RJ

FESTA DA SOCIOLOGIA

Em Curitiba, congresso discute de pensamentos clássicos a problemas urbanos contemporâneos

Com discussões teóricas e debates sobre o cotidiano da sociedade, o 15º Congresso Brasileiro de Sociologia, realizado em Curitiba em julho, abriu espaço para sociólogos, estudantes e até leigos se inteirarem um pouco mais sobre as principais tendências da ciência que estuda as relações sociais. Sob o tema 'Mudanças, permanências e desafios sociológicos', o encontro discutiu a tradição e a história sociológica, de um lado, e as transformações tanto da disciplina quanto de seu objeto de estudo, de outro.

Realizado no *campus* da reitoria da Universidade Federal do Paraná (UFPR), o evento, bienal, teve nesta edição sete conferências, 31 mesas-redondas, 32 reuniões de grupos de trabalho, quatro fóruns, três minicursos, sete sessões especiais e centenas de pesquisas apresentadas em *posters*. Convidados de Estados Unidos, México, China, Suécia, África do Sul e Grã-Bretanha estiveram presentes no congresso.

“Desejo que vivamos esses dias como se vive uma festa”, disse o sociólogo José Miguel Rasia, presidente do comitê organizador, no primeiro dia do evento. Como os alunos da UFPR estavam em férias e os servidores da instituição em greve, o *campus* ficou completamente tomado por sociólogos e estudantes de sociologia. A organização estima que cerca de 2 mil pessoas participaram do encontro.

Entre discussões sobre o surgimento do interacionismo simbólico e a influência do filósofo alemão Jürgen

Habermas na sociologia contemporânea, alguns temas empíricos podiam ser acompanhados mesmo por não especialistas. Mesas-redondas e grupos de trabalho levaram ao público pesquisas em áreas tão diversas quanto a questão agrária e o futebol, passando por religião e tecnologia.

Na abertura, os sociólogos Luiz Werneck Vianna, da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, e Maria de Nazareth Baudel Wanderley, da Universidade Federal de Pernambuco, receberam o prêmio Florestan Fernandes, o mais importante da área no Brasil. A homenagem é concedida em reconhecimento a pesquisadores que contribuíram de maneira destacada à formação e ao progresso da sociologia no país. Em seus discursos de agradecimento, Wanderley, especialista em sociologia rural, e Werneck Vianna, um dos mais importantes autores da sociologia política brasileira, destacaram a importância dos estudos das relações sociais para o desenvolvimento da sociedade.

Durante o congresso, foi eleita a próxima presidente da Sociedade Brasileira de Sociologia: Irllys Barreira, da Universidade Federal do Ceará, que ficará no cargo pelo próximo biênio.

TORTUOSIDADE BRASILEIRA O sociólogo Luiz Werneck Vianna, foi um dos palestrantes mais aclamados. Em sua conferência, o pesquisador, conhecido por seu posicionamento socialista, usou a questão agrária para explicar o que define como a “tortuosidade” da sociedade brasileira. “Mas não me refiro à



FOTO LENNEIRO TAUBES

luta entre fazendeiros e sem-terra, e sim às questões políticas que envolvem a questão agrária”, explicou.

Ele lembrou que o tema sempre acompanhou o desenvolvimento do Brasil, presente na agenda de políticos e até no argumento de filmes, como *O pagador de promessas*, de Anselmo Duarte (1920-2009), e *Deus e o diabo na terra do Sol*, de Glauber Rocha (1939-1981). “A reforma agrária estava na agenda do presidente João Goulart (1919-1976) quando ele foi vítima do golpe militar”, recordou. No período da ditadura, entretanto, o regime militar teria investido no crescimento do agronegócio, relegando ao papel de coadjuvantes os pequenos produtores.

O poder político passou então para a elite do agronegócio, representada hoje pela bancada ruralista no Congresso Nacional. Com a redemocratização do país, os conflitos entre latifundiários e agricultores familiares teriam sido pacificados de forma artificial. Para o sociólogo, a opinião pública foi mobilizada em favor do agro-



Cerimônia de abertura do 15º Congresso da Sociedade Brasileira de Sociologia (SBS), em Curitiba. Os organizadores estimam em 2 mil o número de participantes do evento

negócio como forma de solucionar os conflitos no campo. “Mas isso não é pacificar”, afirmou.

As quase 500 pessoas que assistiram à palestra notaram um Werneck Vianna pessimista, por um lado, mas esperançoso, por outro. “Nossa República é torta; nasceu torta. E nada vai acontecer no sentido de desentortá-la sem o trabalho de vocês”, finalizou.

COTAS E PROUNI Uma das mesas-redondas discutiu o funcionamento do Programa Universidade para Todos (ProUni) e do sistema de cotas raciais em vestibulares. Tanto o ProUni, que dá bolsas de estudo em faculdades particulares a jovens de baixa renda, quanto a reserva de vagas em universidades para negros e pardos foram criticados. O primeiro porque destina recursos públicos a instituições privadas, e o segundo porque trata de forma desigual os candidatos.

Os sociólogos Wilson Almeida e Márcia Lima, da Universidade de São Paulo, mostraram, em estudos distin-

tos, que o ProUni, criado em 2004, não está livre de falhas, mas tem contribuído visivelmente para a universalização do acesso ao ensino superior no Brasil. “A maior parte dos bolsistas que entrevistamos é o primeiro membro da família a fazer um curso superior”, disse Lima. “Antes do ProUni, esses jovens sequer se inscreviam em processos seletivos porque, devido à alta concorrência, sabiam que não passariam”, explicou Almeida.

A socióloga Clarissa Neves, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), e Jacques Velloso, da Universidade de Brasília (UnB), apresentaram pesquisas que derrubam algumas das críticas mais comuns ao sistema de cotas em vestibulares. “Os principais argumentos contrários afirmam que o nível das universidades cai com a adoção das cotas e que é preferível aumentar o número universal de vagas para que os negros naturalmente tenham o acesso ao ensino superior facilitado”, explicou Velloso.

Com as notas dos candidatos dos últimos vestibulares da UnB e da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), ele simulou processos seletivos com o dobro do número de vagas, e o resultado foi que não houve aumento significativo de chance de ingresso para negros. Isso não significa, por outro lado, que as cotas permitam a entrada de alunos menos preparados. Dados recentes da UnB, UFRGS, UFBA, UFSC e outras mostram que, na média, o desempenho de cotistas é igual ao de não cotistas e que em, alguns cursos, chega a ser superior.

BRASIL E CHINA Do ponto de vista comercial, Brasil e China se aproximam cada vez mais – há poucos meses, os presidentes dos dois países assinaram

cerca de 20 acordos de cooperação. Na área acadêmica, porém, a interação entre os dois países evoluiu de forma muito mais modesta, na visão do sociólogo Tom Dwyer, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Em sua conferência, Dwyer, neozelandês radicado há quase 30 anos no Brasil, falou sobre os reflexos da aproximação sino-brasileira para os estudos das relações sociais.

“Há pouco tempo, o que acontecia na China era irrelevante para o Brasil, mas, de maneira súbita, as relações com aquele país passaram a ter importância fundamental para a posição de nosso país no mundo”, afirmou. A interação comercial não pode acontecer sem interação cultural, segundo ele, sob o risco do surgimento de conflitos entre os dois países.

No país asiático, essa conclusão parece ter chegado mais cedo. Só em Pequim há sete universidades com curso superior em português, enquanto no Brasil, apenas a USP oferece a habilitação em chinês na graduação em letras. “Sociólogos da China já traduziram obras de brasileiros como Fernando Henrique Cardoso e Celso Furtado. O que nós conhecemos da sociologia chinesa?”, indagou Dwyer.

Segundo ele, somente a tradução, para o português, de obras escritas em mandarim não basta para levar aos brasileiros o conhecimento desenvolvido na China, já que muitos conceitos sociológicos têm a ver com a cultura milenar do país e não podem ser transcritos literalmente. Como uma espécie de desafio ao público, Dwyer sugeriu que a disseminação da cultura chinesa no Brasil depende em grande parte dos sociólogos e demais cientistas sociais.

CÉLIO YANO | CIÊNCIA HOJE | PR

ESTROGÊNIO NA CABEÇA

Hormônio feminino beneficia circulação sanguínea cerebral

A reposição hormonal em mulheres tem sido alvo de várias críticas, mas ela tem pelo menos um efeito benéfico no caso do estrogênio: melhora a circulação sanguínea nas artérias cerebrais. Essa é a conclusão de uma pesquisa realizada na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), na qual mulheres na menopausa que receberam estrogênio apresentaram uma vasodilatação 24% maior da artéria central da retina. Esses resultados, que serão publicados na revista científica norte-americana *Menopause*, ajudam a esclarecer o papel do hormônio na fisiologia feminina, especialmente sua ação no cérebro.

O estrogênio é um hormônio produzido pelos folículos do ovário durante o ciclo menstrual. Ele é responsável por facilitar a reprodução, regulando vasos sanguíneos e levando a uma série de modificações no corpo feminino, como o umedecimento do canal vaginal. “Quando a produção do estrogênio para, na menopausa, muitas mulheres sofrem perda de massa óssea e de qualidade na relação sexual, entre outros efeitos negativos. Os ‘calores’, por exemplo, são resultado de alterações vasculares”, conta o ginecologista Selmo Geber, do Programa de Pós-graduação da Faculdade de Medicina da UFMG.

Segundo ele, sabe-se pouco sobre o efeito do estrogênio no cérebro, daí a necessidade de mais estudos. Geber já orientou quatro trabalhos nessa área, inclusive o da médica Alice Melgaço, também da UFMG, cuja tese de doutorado obteve os resultados com o estrogênio em mulheres na menopausa. “Trabalhamos também com mulheres com ciclo

menstrual, usando o estrogênio; a tibolona, um hormônio artificial; e a progesterona”, revela o ginecologista.

MENOR RESISTÊNCIA ARTERIAL O estudo foi realizado inicialmente com 55 mulheres, sendo que 27 receberam placebo e 28 estrogênio, por 30 dias, em forma de comprimido. Para não haver influência sobre o resultado, a pesquisa seguiu o modelo triplo cego – nem Geber, nem Melgaço, nem as mulheres sabiam quem recebia placebo e quem tomava o hormônio. “Quatro mulheres se queixaram de efeitos colaterais e deixaram o estudo. O curioso é que depois descobrimos que eram todas do grupo do placebo”, comenta Geber.

Antes e depois do tratamento, todas as mulheres foram submetidas a exames de dopplerfluxometria, técnica que usa uma sonda ultrassônica em contato com o olho para medir a resistência da artéria central da retina. Esta é uma das duas artérias existentes atrás do olho (a outra é a oftálmica). Sua localização facilita as medições e, como são funcionalmente iguais

aos outros vasos arteriais do cérebro, os dados podem ser extrapolados.

“O estrogênio diminui a resistência da artéria, permitindo que ela se dilate. Com isso há maior fluxo de sangue e aumento da permeabilidade, o que pode estar relacionado a efeitos benéficos, como a melhora da memória”, explica Geber. Os resultados são similares a outro estudo do grupo, com mulheres que apresentavam ciclo menstrual – durante a ovulação, e a consequente produção de estrogênio, a vasodilatação é maior.

Já no trabalho com a tibolona, que é um substituto do estrogênio, não houve efeito. “Acreditamos que o estrogênio atue por meio do óxido nítrico, molécula que induziria o relaxamento muscular do vaso”, relata o ginecologista. Para ele, futuras investigações da ação desse hormônio no cérebro podem levar a contribuições significativas para doenças como a de Alzheimer e acidentes vasculares cerebrais.



SETH MULLER

FRED FURTADO | CIÊNCIA HOJE | RJ

ZOOTECNIA

POEDEIRA COLONIAL

Com o objetivo de incentivar a avicultura alternativa, a Embrapa Suínos e Aves, unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária sediada em Concórdia (SC), está disseminando entre avicultores a chamada poedeira colonial 051. Essa galinha geneticamente melhorada, destinada a criações semiconfinadas ou agroecológicas, garante produção de ovos superior à de aves coloniais rústicas. Enquanto uma galinha colonial comum produz cerca de 80 ovos em seu ciclo de vida, o híbrido 051 é capaz de produzir até 300. Além disso, pode ser abatido para o consumo de carne após sua vida produtiva, que é de 70 a 80 semanas.

O grupo de pesquisa liderado pelo zootecnista Elsieo Figueiredo cruzou linhagens puras de galinhas que apresentavam boa produção de ovos com linhagens de boa produção de carne, selecionando entre os híbridos as que mostraram boa produção de ovos e carne simultaneamente. Outro objetivo da equipe foi disponibilizar híbridos produtivos livres das doenças que atacam plantéis de galinha caipira. "Ao abater todo o lote no fim da produção, o produtor tem, até a formação de novo lote, um período de vazio sanitário, o que suspende o ciclo de doenças na propriedade", explica Figueiredo.



A poedeira colonial Embrapa 051: mais ovos e carne

FOTO: EMBRAPA SUÍNOS E AVES/ANDRÉ LOPES

A medida é especialmente importante para o Programa Nacional de Sanidade Avícola do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, pois deve permitir que o Brasil amplie o mercado de exportação de carne de frango. Hoje, o país é o principal exportador mundial desse tipo de carne, tendo fornecido ao mercado internacional mais de 3 milhões de toneladas do produto em 2010.

Segundo o zootecnista, há grande demanda por poedeiras da linhagem 051. Hoje existem multiplicadores que fazem a venda direta (para produtores, lojas agropecuárias e empresas) tanto de pintos de um dia quanto de frangas de 13 semanas. A Embrapa Suínos e Aves pretende também exportar matrizes da poedeira para países do cone Sul.

ECOLOGIA

Monitoramento sustentável

Vista da lagoa do Peri, no sul da ilha de Santa Catarina. As trilhas que cortam a mata em seu entorno levam a cachoeiras e a antigos engenhos coloniais



FOTO: JONATHAN LÓNGUE

Biólogos e oceanógrafos do Instituto Ekko Brasil (IEB), que monitora a biodiversidade do ecossistema da lagoa do Peri, na ilha de Santa Catarina, só usam remos para se deslocar por uma área de aproximadamente 5 km² em busca de informações sobre as espécies que vivem no local. Isso porque a lagoa é uma área de proteção permanente, onde é proibido o uso de embarcação com motor a combustível. Mas físicos e engenheiros do Laboratório de Energia Solar da

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) conceberam uma alternativa que irá facilitar a vida dos pesquisadores do IEB. Eles estão em vias de concluir a construção de um barco movido a energia solar, com espaço para oito pessoas, que será usado pelo instituto para monitorar a lagoa.

O engenheiro elétrico Ricardo Rütter, coordenador do projeto, conta que a transformação direta de energia solar em energia elétrica para alimentar o motor do barco

será feita por painéis fotovoltaicos (que convertem fótons da luz solar em energia elétrica) instalados na parte externa do teto da embarcação. Desse modo, o IEB poderá aprimorar o trabalho com as espécies da lagoa e seu entorno, particularmente a lontra (*Lontra longicaudis*). Mamífero carnívoro e semiaquático que vive no litoral, em rios e lagoas atrás de alimentos como peixes, crustáceos e répteis, a lontra é uma espécie ameaçada de extinção em Santa Catarina.

Lamarck: fatos e boatos

Teorias do naturalista francês continuam sendo mal divulgadas

RODOLFO FERNANDES DA CUNHA RODRIGUES

Instituto de Biologia,
Universidade Federal Fluminense

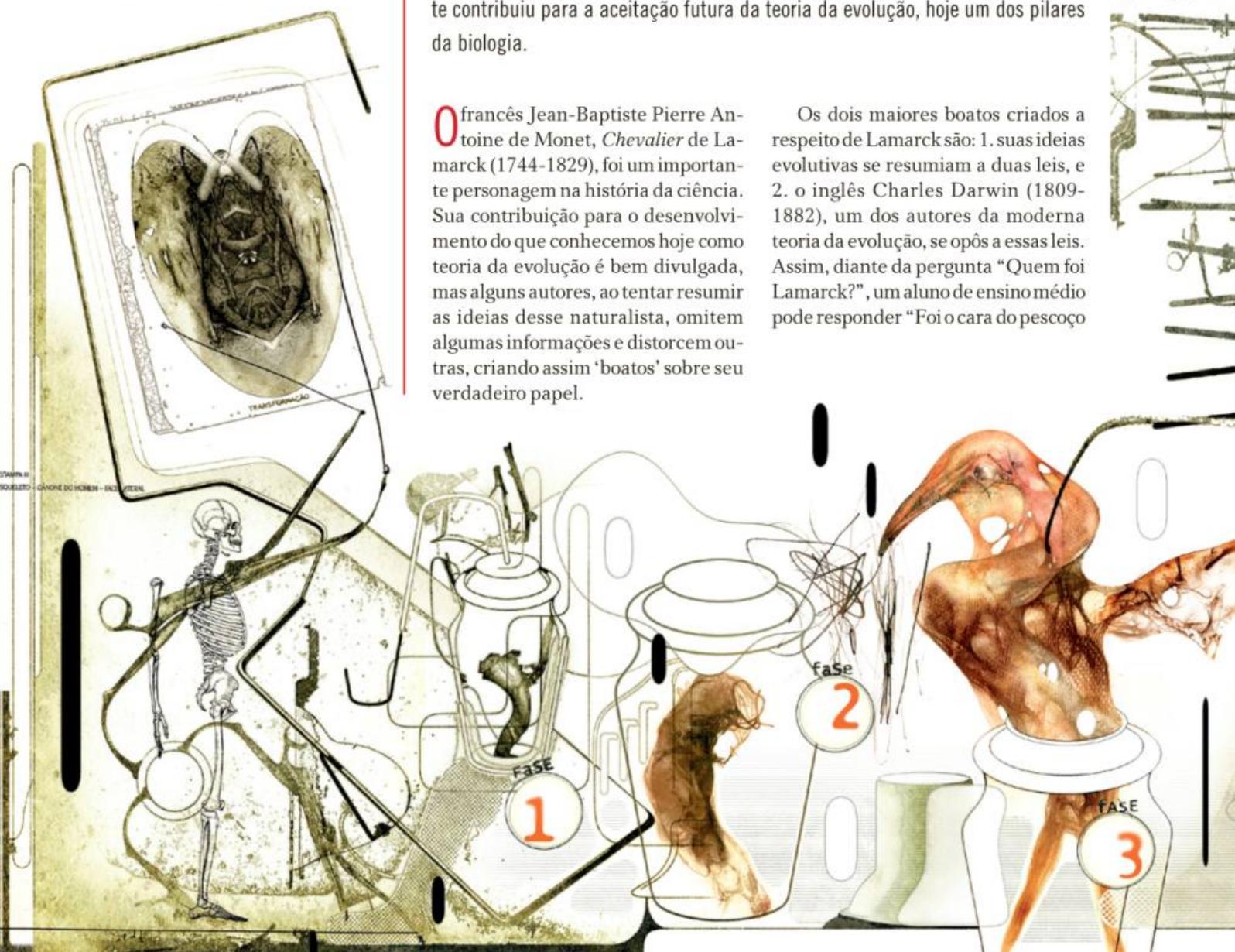
EDSON PEREIRA DA SILVA

Departamento de Biologia Marinha,
Universidade Federal Fluminense

A ideia de que os seres vivos se modificam, em um processo que pode gerar novas espécies, é em geral atribuída quase exclusivamente ao inglês Charles Darwin, até por alguns professores e livros didáticos. Essa atribuição, porém, desmerece o trabalho de Jean-Baptiste de Lamarck, naturalista francês que propôs, de modo pioneiro, a noção de transformação dos organismos, antes considerados imutáveis. Embora o próprio Darwin tenha utilizado, em seus livros, parte das ideias de Lamarck, estas se revelaram incorretas. Seu trabalho inovador, porém, certamente contribuiu para a aceitação futura da teoria da evolução, hoje um dos pilares da biologia.

O francês Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, *Chevalier* de Lamarck (1744-1829), foi um importante personagem na história da ciência. Sua contribuição para o desenvolvimento do que conhecemos hoje como teoria da evolução é bem divulgada, mas alguns autores, ao tentar resumir as ideias desse naturalista, omitem algumas informações e distorcem outras, criando assim 'boatos' sobre seu verdadeiro papel.

Os dois maiores boatos criados a respeito de Lamarck são: 1. suas ideias evolutivas se resumiam a duas leis, e 2. o inglês Charles Darwin (1809-1882), um dos autores da moderna teoria da evolução, se opôs a essas leis. Assim, diante da pergunta "Quem foi Lamarck?", um aluno de ensino médio pode responder "Foi o cara do pescoço





da girafa", ou até "Foi o cara que dizia o contrário de Darwin". Essas respostas, e outras com conteúdo semelhante, permanecem vivas não apenas na boca dos alunos, mas também na de certos professores e no texto de alguns livros didáticos. Este ensaio, ao revisar o legado de Lamarck, tenta desfazer esses boatos.

TEORIA LAMARCKIANA A 'progressão dos animais' é o nome da teoria que Lamarck desenvolveu. No livro *Philosophie zoologique* (*Filosofia zoológica*, de 1809), ele fundamentou sua teoria em duas leis, conhecidas como 'uso e desuso' e 'herança dos caracteres adquiridos'. Já em *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (*História natural dos animais invertebrados*, lançado em partes de 1815 a 1822), as leis passaram a ser quatro. Para melhor compreender a teoria lamarckiana, é preciso analisar essa última versão.

A primeira das quatro leis ('tendência para o aumento da complexidade') surgiu apenas no segundo livro e foi enunciada como uma tendência, de todos os corpos, para aumentar de volume, estendendo as dimensões de

suas partes até um limite que seria próprio de cada organismo. Lamarck, tentando fornecer evidências empíricas para essa lei, fez uma analogia entre organismos mais simples e mais complexos e as fases de desenvolvimento de um organismo (do ovo ao adulto), visando demonstrar que, assim como um ovo se modifica e se torna um embrião, evidenciando um aumento da complexidade, os organismos mais complexos também teriam surgido a partir dos mais simples. Portanto, segundo o naturalista, a vida tinha o poder de aumentar o volume e as estruturas do corpo.

A contradição entre Lamarck e Darwin, tão propalada em textos didáticos, é um boato, tanto do ponto de vista histórico quanto do ponto de vista teórico

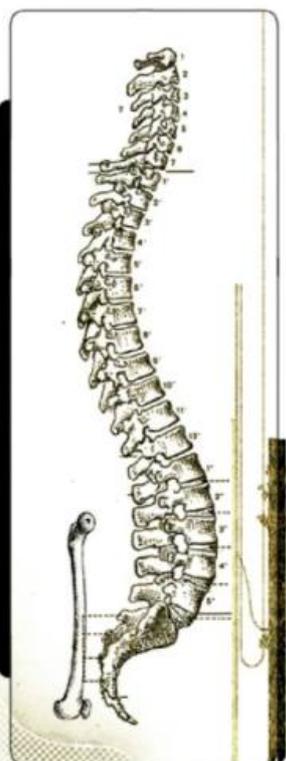
Sobre a segunda lei ('surgimento de órgãos em função de necessidades que se fazem sentir e que se mantêm'), Lamarck disse, em *Filosofia zoológica*, que os hábitos e as circunstâncias da vida de um animal eram capazes de moldar a forma de seu corpo. Em *História natural*, afirmou que as antenas dos gastrópodes (como os caracóis) teriam surgido por ação dessa lei. Gastrópodes mais simples, explicou, diante da necessidade de sentir os objetos à sua frente, teriam concentrado 'fluidos nervosos' na região anterior do corpo, e estes, juntamente com outros fluidos corporais, estimularam a formação de novas estruturas, tecidos e órgãos.

Essa segunda lei gerou uma discussão sobre o sentido em que Lamarck usou a palavra francesa *volonté*. Esta é muitas vezes traduzida como 'desejo', mas uma melhor tradução seria algo como 'ação gerada por uma necessidade', e não 'ação gerada por um desejo'. Parece claro que Lamarck não

se referia a um 'desejo', porque ele mesmo afirmava que "nem todos os animais têm a faculdade de sentir" (referindo-se a esponjas e águas-vivas, que não têm sistema nervoso) – se não sentem, não podem ter desejo. Se, para Lamarck, a diferenciação dos animais mais simples não ocorria por desejo, mas por uma necessidade fisiológica, essa última tradução para *volonté* seria mais apropriada.

A terceira lei da teoria lamarckista ('desenvolvimento e atrofia de órgãos em função de seu emprego', ou 'uso e desuso') tinha sido apresentada como primeira na *Filosofia*. Lamarck disse que essa lei seria inútil, assim como a segunda, se os animais estivessem sempre nas mesmas condições. No entanto, se em determinado local ocorressem mudanças e estas criassem, para os indivíduos que viviam ali, a necessidade de modificar seu comportamento, então esses indivíduos teriam que usar mais ou menos certas estruturas e isso levaria a alterações físicas. Nesse caso, indivíduos da mesma espécie que habitassem ambientes diferentes, nos quais as mudanças fossem desiguais, não teriam as mesmas necessidades, o que levaria à formação de grupos também diferentes, gerando as raças. Portanto, essa lei explicaria como as mudanças no ambiente produziram a diversidade observada nos seres vivos.

Evidências da operação dessa lei foram apontadas por Lamarck. A ausência de dentes nos tamanduás, por exemplo, seria explicada pela falta de uso e consequente atrofia e desaparecimento, assim como os vestígios de dentes em fetos de baleias (exemplos de 'desuso'). Já as girafas, que passam longos períodos se alimentando de folhas das copas de árvores altas, esticariam as pernas e o pescoço para alcançar seu alimento, o que teria levado ao crescimento dessas estruturas, e os quadrúpedes que pastam por longos períodos de tempo adquiririam cascos para sustentar um corpo muito pesado (exemplos de 'uso').

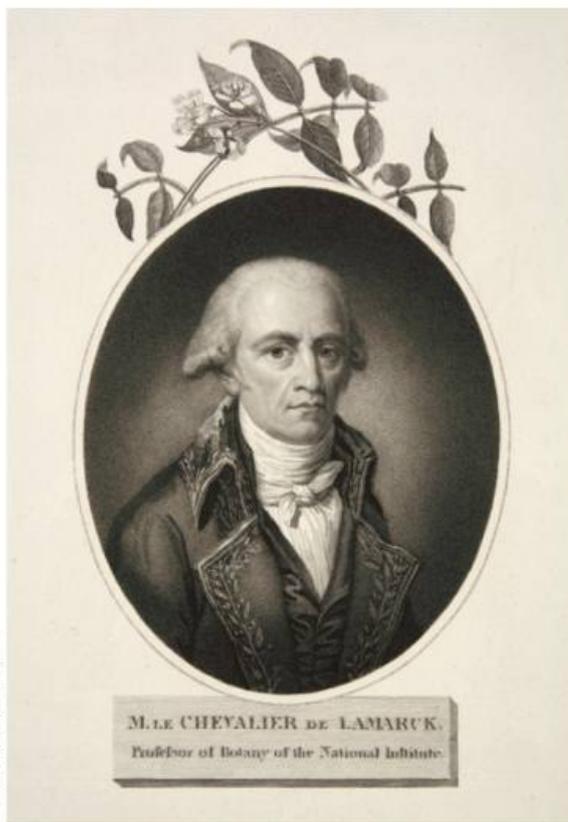


Quanto à quarta lei ('herança do adquirido'), Lamarck não se empenhou em sua demonstração ou defesa, já que essa ideia, muito comum no meio filosófico-científico desde Hipócrates (460-377 a.C.), era aceita entre os naturalistas do século 19. Ele não se preocupou em propor um mecanismo alternativo para a herança, apenas aceitando o que era o senso comum sobre hereditariedade em seu tempo.

Lamarck foi o primeiro pesquisador a elaborar um sistema teórico completo para defender e tentar explicar a evolução biológica. Fez isso com base apenas em fenômenos naturais (leis físicas), sem lançar mão de forças imateriais (como 'alma', 'princípio ativo' e outras) ou entidades transcendentes como um deus. Mais que isso, ele lançaria mão, a partir de 1800 (quando trabalhava com fósseis de moluscos), de dados paleontológicos para justificar suas ideias, o que faz dele um dos primeiros a usar esse tipo de evidência em favor da evolução dos seres vivos.

Portanto, Lamarck era um mecanicista, materialista e empirista, em sintonia com o pensamento científico-filosófico de seu tempo e, em alguns casos, em sua vanguarda. Entretanto, sua ideia de progressão da complexidade nos seres vivos – lei fundamental do seu sistema – e suas explicações para a origem da variação dentro da mesma espécie e para a origem de espécies novas eram equivocadas.

ACEITO POR DARWIN No livro *Origin of species* (*A origem das espécies*, de 1859), Darwin lançou sua teoria da descendência com modificação guiada por seleção natural. Ele apontou que os descendentes de um indivíduo apresentam características diferentes (variações), mas explicou a origem dessas variações usando as leis lamar-



© MICHAEL NICKELSON/CONTRASTO/ISTOCK

ckianas de uso e desuso e herança dos caracteres adquiridos, inclusive dando exemplos (em animais domesticados). Mais tarde, em *The variation of animals and plants under domestication* (*Variação de animais e plantas sob domesticação*, de 1868), Darwin reafirmaria seu compromisso com essas leis em sua teoria da pangênese, segundo a qual todo o corpo contribuiria para a formação de um novo ser: o sêmen seria constituído de minúsculas partículas (as gêmulas) vindas das diversas partes do corpo. Assim, como pode ser facilmente deduzido, modificações ocorridas no corpo poderiam ser transmitidas aos descendentes.

A contradição entre Lamarck e Darwin encontra-se, de fato, nas duas primeiras leis da teoria lamarckista – 'tendência para o aumento da complexidade' e 'surgimento de órgãos em função de necessidades'. A grande revolução da teoria darwiniana foi entender a especiação como processo de conversão da variação entre indivíduos, dentro de uma população, em variação entre populações diferentes, no tempo e no

espaço. Assim, para ele, o processo de especiação é a transformação de variação intrapopulacional em interpopulacional. Se a formação de novas espécies se dá dessa maneira, a regressão desse processo nos leva a conceber uma origem comum para todos os seres vivos. A evolução, portanto, não teria um propósito: seria um processo de leis simples, no qual não existe espaço para a ideia de progresso, mas apenas de mudança ao longo do tempo. Essas conclusões eram revolucionárias e, certamente, contrariavam a noção lamarckiana de uma progressão dos seres vivos.

FALSA CONTRADIÇÃO Lamarck foi um dos primeiros a elaborar

um sistema teórico completo para tentar explicar a variação das espécies ao longo do tempo. Ele defendeu sua teoria da progressão dos animais ao longo de vários trabalhos, e a última e mais completa versão dessa teoria, composta de quatro leis, foi exposta no livro *História natural*. No entanto, *Filosofia zoológica*, trabalho que traz a versão com apenas duas leis, é quase sempre citado como a maior e a única referência do naturalista – puro boato.

Mais ainda, as duas leis apresentadas na *Filosofia* ('uso e desuso' e 'herança dos caracteres adquiridos') não eram originais. Lamarck as incorporou ao seu sistema teórico quase como um conhecimento consensual da época. Portanto, a contradição entre Lamarck e Darwin, tão propalada em textos didáticos, é outro boato, tanto do ponto de vista histórico quanto do ponto de vista teórico, já que Darwin, com a teoria da 'pangênese', investiu muito mais nesse conhecimento 'consensual' que Lamarck com sua teoria da progressão dos animais. ■



FOTO: CECIV RODRIGUES

Imagino a escola ideal num prédio moderno, funcional, limpo e colorido. Mas, acima de tudo, um lugar que apresente a ciência e a matemática como grandes realizações da humanidade, parte de nosso tesouro cultural, ao lado (e com o mesmo peso) das artes e da literatura

JOÃO TORRES DE MELLO NETO
Instituto de Física,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro
joaodemelloneto@
cienciahoje.org.br

AO MESTRE COM CARINHO

Por que ensinar ciência e matemática a um adolescente?

Duas de várias respostas possíveis: i) preparar melhor os jovens para um mercado de trabalho cada vez mais competitivo e globalizado; ii) numa sociedade de base tecnológica, é preciso compreender (ainda que minimamente) os princípios básicos do mundo que nos cerca.

Há outras respostas de cunho utilitarista, todas importantes e defensáveis. No entanto, prefiro uma, mais genérica: o propósito da educação científica é dar às pessoas uma percepção mais rica da realidade, permitir que se maravilhem diante dos detalhes do mundo, fazê-las ver – no dizer do poeta inglês William Blake (1757-1827) – o infinito num grão de areia. Todo o resto se segue naturalmente.

Mas, como professor, sei que isso é tarefa (muito) difícil. Tornar uma aula interessante, explicar os princípios básicos, separar o fundamental do circunstancial, conectar o assunto com a realidade... Isso requer não só dedicação, conhecimento e experiência profissional, mas também (e tão importante quanto) condições mínimas de trabalho.

Como seria uma escola ideal? Muitos pensariam num prédio moderno e funcional, com excelente biblioteca, laboratório de informática bem equipado, laboratórios de química, física e biologia, oficinas de música e artes, atividades extraclasse... Mas, se tivéssemos que escolher, o que seria fundamental?

A mídia tem noticiado: existe algo especial em Cocal dos Alves, no Piauí. Povoada em grande parte por agricultores com baixo nível de escolaridade, a pequena cidade não tem linhas de ônibus, e sua escola sequer tem telefone fixo. A cidade, no entanto, já produziu quatro medalhistas de ouro na Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (Obmep): José Márcio de Brito, 15 anos; Clara Mariane de Oliveira, 13 anos; Antônio Wesley Vieira, 13 anos; e Sandoel de Brito Oliveira, 17 anos.

Numa competição com cerca de 20 milhões de alunos de todo o Brasil, a cidade aparece como uma singularidade. A internet revela que Cocal dos Alves, em 2004, tinha cerca de 6 mil habitantes. Arredondando, isso dá um medalhista de ouro para cada 2 mil habitantes – o estado de São Paulo tem um deles para cada 500 mil habitantes.

Supondo não haver uma variável desconhecida, a razão do sucesso está no professor Antônio Cardoso do Amaral. Formado em matemática pela Universidade Estadual do Piauí, ele trabalha há nove anos em Cocal dos Alves. À TV, declarou que a receita era “esforço honesto e trabalho com persistência”. A cidade já teve 120 alunos premiados na Obmep. Vemos aqui a diferença que um professor bem motivado e comprometido pode fazer. E tão ou mais importante: que crianças de extratos sociais menos favorecidos podem ter desempenho escolar excelente.

Matemática e física são vistas como complicadas pela maioria dos estudantes do ensino médio. Associa-se uma série de estereótipos a quem gosta dessas disciplinas. Muitas vezes, ensina-se que contas são para meninos e palavras para meninas. E a imagem do cientista na mídia, na literatura e no cinema não ajuda: de Fausto, que vendeu a alma ao diabo no clássico do escritor alemão Johann W. Goethe (1749-1832), aos divertidos ratinhos de desenho animado Pink e Cérebro, raras vezes os cientistas têm sido apresentados de forma positiva.

Imagino a escola ideal num prédio moderno, funcional, limpo e colorido. Mas, acima de tudo, um lugar que apresente a ciência e a matemática como grandes realizações da humanidade, parte de nosso tesouro cultural, ao lado (e com o mesmo peso) das artes e da literatura. Seu corpo docente, entusiasmado e bem preparado, seria bem pago e socialmente valorizado. Os alunos, esquecidos os estereótipos, usufruiriam da aventura de conhecer.

Cocal dos Alves nos dá a pista. **CH**

CRONOLOGIA: USO E DESUSO

A cronologia é um instrumento importante do conhecimento histórico. Na definição de um dicionário, trata-se da “ciência das divisões do tempo e da determinação da ordem e sucessão dos acontecimentos”. A cronologia classifica, arranja, estabelece listas conforme critérios variados. No Egito Antigo, os anos eram contados a cada dinastia que se iniciava. Em Roma, por muito tempo deu-se aos anos os nomes dos cônsules, passando-se depois a considerar como marco primeiro o ano de reforma do calendário encetada pelo imperador Júlio César. Os judeus seguiram modos variados de ordenação: a era inicial foi marcada pelo retorno da Babilônia (585 a.C.), ou pelo ano da construção do segundo Templo de Jerusalém (538 a.C.), ou pela era dos Macabeus (143 a.C.). Entre os muçulmanos, tudo começava com a Hégira, em 622 a.C. Na China e no Japão, dividiu-se o tempo, até o início do século 20, em períodos que correspondiam à de uma dinastia ou de um reino.

Desde os fins do século 6, inspirados pelo monge Dionísio, o Menor, os cristãos passaram a adotar uma cronologia que divide o passado em duas eras: uma anterior, outra posterior ao nascimento de Jesus. A datação ‘cristã’ impôs-se, assim, bem depois da morte do Cristo, ganhando aos poucos as diferentes regiões europeias, onde se generalizou de fato apenas no século 10.

Mas, conforme explicitado na definição de outro dicionário, o popular *Aurélio*, a cronologia também pode ser considerada “a ciência da utilização de regras baseadas na astronomia e em convenções próprias para estabelecer as divisões do tempo e a fixação das datas”. Considerando as variações regionais – só na Itália coexistiam calendários diferentes em Florença, Veneza e Pisa – e as necessidades de ajustar a mensuração do tempo à duração efetiva do ano astronômico, o papa Gregório XIII implantou, em 1582, a reforma – conhecida como gregoriana – que vigora até hoje em boa

parte do planeta. Sua aplicação não foi uniforme, ocorrendo na Inglaterra apenas em 1752 e na Rússia em 1923. No último caso, com implicações curiosas: a chamada Revolução de Outubro, que deu início ao regime bolchevique, ocorreu, no resto da Europa, no dia 6 de novembro...

Ao longo do século 20, sobretudo após a chamada “revolução historiográfica dos Annales”, iniciada em 1929 e capitaneada pelos franceses Marc Bloch (1886-1944) e Lucien Febvre (1878-1956), o apreço dos historiadores por datas e nomes arrefeceu e quase caiu em desuso, cedendo lugar à análise das grandes estruturas, dos fenômenos de longa duração – para usar a terminologia de um desses ‘revolucionários’, Fernand Braudel (1902-1985).

A cronologia, no entanto, é um instrumento imprescindível à disciplina histórica, e, se bem explorada, mostra-se repleta de significados. Não por acaso, foi com base na crítica a ela que se delineou, no século 17, uma polêmica central no fortalecimento do espírito cético e na laicização do pensamento europeu. Na época, uma legião de eruditos questionou tradições de origem bíblica e pôs sob investigação datações fantasiosas e mitológicas, defendendo a necessidade de fundamentar empiricamente os acontecimentos históricos.

Por fim, mas digno de interesse, existem coincidências cronológicas que nos fazem pensar nas relações entre acaso e história. Em 1713, quando chegava ao fim a Guerra de Sucessão Espanhola e começavam a ser assinados os tratados de paz de Utrecht, morriam o imperador José I, da Áustria, e o rei da Prússia, Frederico I. Em 1740, morriam seus respectivos sucessores, Carlos VII e Frederico Guilherme I, substituídos por Maria Teresa e Frederico II. A cronologia expressa de modo intrigante o paralelismo dos dois grandes reinos que, por mais de século e meio, disputariam a hegemonia entre as regiões de cultura germânica. ■



FOTO: CICERO RODRIGUES

A cronologia é um instrumento imprescindível à disciplina histórica, e, se bem explorada, mostra-se repleta de significados

LAURA DE MELLO E SOUZA

Departamento de História,
Universidade de São Paulo

A vida humana e os valores absolutos

1911 ERA PUBLICADA, EM ALEMÃO, A OBRA *A ALMA E AS FORMAS*, DE GYÖRG LUKÁCS. Os 10 ensaios que compõem *A alma e as formas*, do filósofo húngaro Györg Lukács (1885-1971), foram publicados na língua materna do autor entre 1908 e 1910. Mas só em 1911 a coletânea ganhou um público maior ao sair, em alemão, pela Egon Fleischel & Co., de Berlim. Bem recebida pelos leitores, inclusive por grandes nomes da cultura alemã, a obra abriu caminho para que o autor conquistasse a posição de um dos pensadores mais importantes do marxismo contemporâneo. O sociólogo alemão Max Weber (1864-1920) logo reconheceu a importância do livro, que o escritor Thomas Mann (1875-1955) considerou “extraordinário”. No início da década de 1960, o sociólogo francês Lucien Goldmann (1913-1970) disse que *A alma e as formas* “marca uma data essencial na história do pensamento contemporâneo”. Isso porque, após anos de filosofia acadêmica, a obra recuperava a grande tradição da filosofia clássica, pondo no centro de suas preocupações o problema das relações entre a vida humana e os valores absolutos. Além disso, afirmou, o livro deu início na Europa ao renascimento filosófico que se seguiu à Primeira Guerra Mundial.



Folha de rosto da edição alemã de 1911

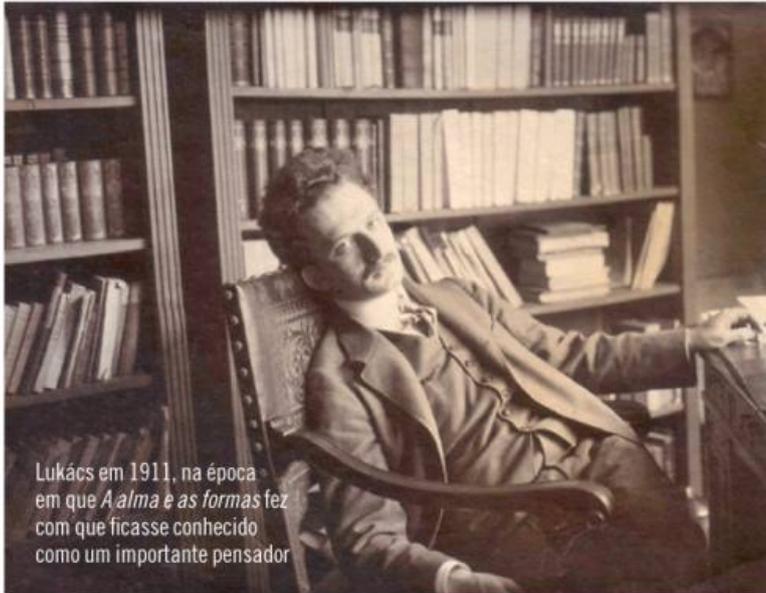
JOÃO ANTONIO DE PAULA

Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional,
Faculdade de Ciências Econômicas,
Universidade Federal de Minas Gerais

A MAIORIA DOS ENSAIOS PUBLICADOS em *A alma e as formas* refere-se a temas literários. O que os une é a ideia – expressa simbolicamente pela arte burguesa dos séculos 18 e 19 – da dimensão trágica como filosofia de vida possível em um mundo sem centro vital, cujo laço social dominante é o dinheiro. Para Lucien Goldmann, o livro registra o embate entre a vida autêntica e a vida cotidiana, alienada, de que resulta a explicitação do trágico e da morte como meios capazes de – mediante a denúncia da vida espúria e a mobilização contra a futilidade e a corrupção – permitir que se vislumbre a felicidade.

Abre a coletânea um artigo sobre a essência e a forma do ‘ensaio’. Nesse texto, uma carta ao amigo Leo Popper (1886-1911), Lukács discute o conceito de ‘ensaio’, que ele considera um modo de reconciliação entre a vida empírica e a essência da vida. Vê-o como um “poema intelectual”, um modo necessário de ligação entre filosofia e arte.

>>>



Lukács em 1911, na época em que *A alma e as formas* fez com que ficasse conhecido como um importante pensador

ARQUIVO DA BIBLIOTECA HISTÓRICA DE BUDAPESTE

veu perspectivas marcadas pelo sindicalismo revolucionário – e pelo poeta Endre Ady (1877-1919), que atualizou a poesia húngara ao assimilar lições de Charles Baudelaire (1821-1867) e Paul Verlaine (1844-1896), entre outros simbolistas franceses.

Lukács começou a estudar filosofia na Universidade de Budapeste em 1902, doutorando-se em 1909. Entre 1902 e 1903 publicou suas primeiras críticas de teatro e participou, em 1904, da fundação do Teatro Thalia, que ajudou a renovar a vida teatral húngara. Em 1908 recebeu prêmio pelo trabalho *Evolução histórica do drama moderno*, também publicado em 1911. Entre 1909 e 1910, seguiu cursos do sociólogo alemão Georg Simmel (1858-1918) na Universida-

de de Berlim, onde conheceu outro expoente do marxismo crítico, Ernst Bloch (1885-1977), de quem se tornou amigo e a quem influenciou ao mostrar que era possível filosofar a partir dos problemas contemporâneos.

De 1912 a 1915, viajou por França, Itália e Alemanha, tendo frequentado, em Heidelberg, a casa de Weber, onde conheceu grandes nomes da literatura e da filosofia alemãs de então. Entre 1916 e 1917 circulou entre Heidelberg e Budapeste, para onde voltou em dezembro de 1917. Ao retornar à sua cidade natal, colaborou com a Escola Livre das Ciências do Espírito, da qual participaram os intelectuais húngaros Karl Mannheim (1893-1947), Béla Fogarasi (1891-1959) e Arnold Hauser (1892-1978).

Em 1918 Lukács filiou-se ao partido comunista húngaro e participou ativamente da revolução ocorrida em seu país em 1919 como comissário encarregado da educação e cultura e como comissário político do exército vermelho. Com a queda do governo, atuou no movimento de resistência às forças contrarrevolucionárias. Derrotada a revolução, exilou-se em Viena, na Áustria.

Lukács viveu intensa e dramaticamente as grandes questões éticas, políticas e culturais de uma época marcada pela interrupção dos 100 anos de paz (1815-1914) e pela emergência do que se chamou desafio socialista, em seus múltiplos e complexos desdobramentos. Testemunha e sujeito dessa época, fez suas esperanças, realizações e frustrações de seu tempo; é um caso raro em que o indivíduo sintetiza em sua experiência pessoal o que o seu tempo viveu como experiência coletiva.

O itinerário intelectual, político e moral de Lukács reproduziu o curso acidentado de certa corrente de pensamento que, tendo rejeitado a civilização burguesa a partir de uma perspectiva romântica e messiânica, transitou (não sem percalços e contradições) para o neokantismo antipositivista, e daí para uma retomada do pensamento

do filósofo alemão Georg Hegel (1770-1831), que foi a ponte para a instauração de um marxismo crítico.

Um marco desse périplo é a obra *A alma e as formas*, em que o autor, influenciado pelo pensamento do filósofo alemão Novalis e de Kierkegaard, mesclou elementos românticos e existencialistas. Para Lukács, o destino do herói trágico é o acesso possível à 'essência', na medida em que esse herói sintetiza as aspirações da realização mais autêntica do ser humano.

Em *A teoria do romance*, escrito em 1914-1915 e publicado em 1920, Lukács passa do neokantismo a Hegel. O livro testemunha essa transição filosófica, que refletiu o impacto da Primeira Guerra em um intelectual que, repudiando a guerra e a sociedade burguesa, estava ainda sob influência das chamadas ciências do espírito.

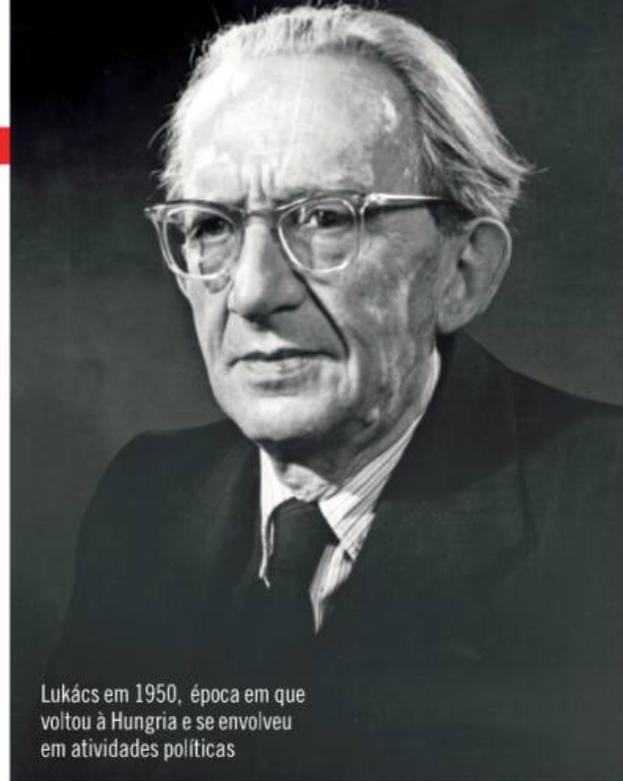
Em 1923 publicou *História e consciência de classe*, que reúne artigos publicados entre 1919 e 1922 (seus primeiros trabalhos no âmbito do marxismo). Assim como *Marxismo e filosofia*, de Karl Korsch (1886-1961), também de 1923, *História e consciência de classe* foi duramente atacado pelo então presidente da 3ª Internacional Comunista, Grigory Zinoviev (1883-1936).

Começava, assim, um longo caminho de condenações, autocríticas e resistência, que marcariam a vida de Lukács. Convencido da importância do Partido Comunista na luta contra o capitalismo e o nazismo, não o abandonou, sujeitando-se às imposições stalinistas. Segundo ele, esse era o preço que se pagava para enfrentar o fascismo e a barbárie.

MARXISMO CRÍTICO A partir da publicação de *História e consciência de classe*, a vida de Lukács oscilou ao ritmo da revolução mundial, acompanhando seus ascensos e refluxos, suas conquistas e derrotas. Seu marxismo na década de 1920 foi fortemente influenciado pelas ideias da revolucionária polonesa Rosa Luxemburgo (1871-1919). Nos anos 30, sobretudo após a ascensão nazista, quando vivia e trabalhava na União Soviética, ligado ao Instituto de Filosofia da Academia de Ciências, assumiu a linha oficial do partido comunista soviético. Abandonou desde então o debate de questões políticas e centrou seu trabalho em temas literários e filosóficos.

Ao valorizar as dimensões progressistas do pensamento burguês no seu apogeu, em seu momento revolucionário, e apropriando-se de conceitos como 'razão dialética', 'historicismo concreto' e 'humanismo', contribuiu para a construção de um marxismo crítico e emancipador. Reconhecer esses méritos do pensamento lukacsiano não deve impedir que se reconheçam também seus limites e debilidades, como sua repulsa às vanguardas literárias e artísticas do século 20.

Com o fim da Segunda Guerra, Lukács voltou à Hungria, retomou sua atuação política como membro do Parla-



Lukács em 1950, época em que voltou à Hungria e se envolveu em atividades políticas

COLLETTA/STAMP/ONY/REDA

mento e deu continuidade a seus estudos literários e filosóficos. Em 1956 participou da tentativa fracassada de renovação do socialismo húngaro, liderada por Imre Nagy (1896-1958). Com a derrota da revolução, foi deportado para a Romênia, onde passou o ano de 1957.

A partir daí buscou sintetizar suas ideias filosóficas nas obras *Estética*, de 1963, e *Ontologia do ser social*, que imaginou ser uma introdução a uma *Ética*, que ele não pôde escrever. Dessa *Ontologia*, só viu publicado o capítulo 3, referente à ontologia de Hegel, que saiu em húngaro em 1971.

Trabalhador infatigável, Lukács deixou obra extensa, que influenciou correntes importantes do marxismo no século 20 (como a Escola de Frankfurt e a Escola de Budapeste) e autores como Lucien Goldmann e o filósofo tcheco Karel Kosik (1926-2003). Os brasileiros Leandro Konder, Carlos Nelson Coutinho, José Paulo Netto, José Chasin (1937-1998) e Ester Vaisman também sofreram influência do filósofo.

Em 1966, a editora espanhola Grijalbo deu início à publicação de suas obras completas, em 26 volumes, que incluem os trabalhos póstumos *Prolegômenos à ontologia*, *Ontologia do ser social* e *Estética de Heidelberg (1910-1917)*. No Brasil, *A alma e as formas* nunca foi publicado.

Longe de ter tido uma vida medíocre, Lukács tangenciou o destino de certos heróis trágicos de grandes romances do século 19, como os de Balzac (1799-1850) e Dostoiévski (1821-1881): heróis dilacerados, imersos em um mundo alienado e obliterante, incapaz de permitir uma vida autêntica. Não por acaso serviu de inspiração para o personagem Naphta, do romance *A montanha mágica*, de Thomas Mann. No ano da publicação de *A alma e as formas* em alemão, Lukács sofreu uma perda traumática com o suicídio da pintora húngara Irma Seidler (1883-1911), seu grande amor de juventude, a quem o livro é dedicado. **U**



Quântica para iniciantes: investigações e projetos

Helder F. Paula,
Esdras Garcia Alves e
Alfredo Luis Mateus

Belo Horizonte, editora
UFMG, 204 p., R\$ 49

MAIS PERTO DO ENSINO MÉDIO

“CERCA DE 30% do Produto Interno Bruto norte-americano provêm de produtos e inovações de aplicações da física quântica.” A estimativa foi feita em 2001 por M. Tegmark e J.A. Wheeler, e a citação aparece no livro de Alberto P. Guimarães, *A pedra com alma: a fascinante história do magnetismo* (Record, 2011). A extraordinária miniaturização dos circuitos eletrônicos, baseados em cristais semicondutores, e o consequente aumento da capacidade dos computadores são apenas um exemplo entre as tecnologias que se desenvolvem como decorrência da com-

preensão das propriedades quânticas dos materiais, em suas múltiplas aplicações.

Fenômenos quânticos estão por toda parte no nosso cotidiano, mas apesar da importância dessa disciplina para o desenvolvimento da ciência e tecnologia, no Brasil a presença da física quântica no ensino médio é ainda insignificante. Nossos jovens terminam sua formação média simplesmente ignorando 100 anos do que provavelmente foi a maior revolução do pensamento científico, que começou a ser delineada ainda no final do século 19 (e já estamos no 21!).

Panorama arqueológico de Santa Catarina

Deisi Scunderlick Eloy de Farias & Andreas Kneip

Palhoça (SC), editora Unisul, 306 p., R\$ 40



Durante quatro anos, os autores fizeram um levantamento sistemático de todos os trabalhos relacionados com a ocupação humana do território de Santa Catarina ao longo de sua história pré-colonial. O esforço resultou na catalogação de 2.073 sítios arqueológicos identificados no estado. O volume traz também fotos de diferentes sítios, de artefatos aí encontrados e de atividades de pesquisa em laboratório, além de um mapa com indicação de todos os municípios catarinenses que têm sítios arqueológicos. O livro propõe uma padronização de registros de sítios arqueológicos, o que não havia sido feito até então no Brasil. Essa proposta foi criada visando principalmente sua adoção pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, órgão fiscalizador que regulamenta os estudos arqueológicos no país. A publicação serve de referência para pesquisadores, professores e estudantes que queiram conhecer um sistema de registro de dados de interesse arqueológico e busquem informações sobre o passado de uma importante área do Sul brasileiro.

Com o advento das chamadas *nanociência e nanotecnologia*, termos obrigatoriamente presentes em qualquer agenda de desenvolvimento nacional, ensinar física quântica para estudantes do ensino médio se tornou uma questão de sobrevivência científica e tecnológica. Boa parte dessa lacuna tem-se justificado pela quase completa ausência de livros didáticos sobre o tema, no nível adequado. Agora, não há mais justificativas para isso.

Quântica para iniciantes: investigações e projetos vem preencher de forma magistral essa deficiência. Com projeto gráfico e diagramação de altíssima qualidade, o livro segue uma sequência didática, explorando as propriedades dos materiais condutores e semicondutores em dezenas de montagens experimentais, explicadas passo a passo, sempre acompanhadas de uma conexão com as observações das propriedades quânticas da matéria. Assim, o estudante entende como os

diodos emissores de luz (LEDs), comuns em quase todos os equipamentos eletrônicos, emitem luz em cores diferentes, ou o que a excitação de elétrons entre diferentes níveis de energia de átomos de mercúrio tem a ver com o funcionamento de uma lâmpada fluorescente.

Os autores foram muito felizes em optar por uma “abordagem experimental” para o livro, na qual o aluno é guiado em montagens de laboratórios, na realização dos experimentos, e finalmente na interpretação dos resultados, à luz da física quântica, percorrendo todo o caminho do cientista profissional.

A física é uma ciência experimental. É nos laboratórios que as grandes teorias são refutadas, confirmadas ou descartadas. E é dos laboratórios de física que saem os grandes produtos tecnológicos, como os monitores de cristal líquido, ou a internet. Em um momento em que o Brasil se depara

com seu maior gargalo para o crescimento – a mão de obra bem educada – e se engaja na melhoria da formação dos seus profissionais nos níveis técnico e superior, em busca de um lugar ao sol no grupo dos países desenvolvidos, o livro de Helder, Esdras e Alfredo não poderia ter chegado em melhor hora. Cabe agora usá-lo nas escolas. Professores, mãos à obra!

Ivan S. Oliveira

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (RJ)

A colher que desaparece

Sam Kean

Rio de Janeiro, Zahar, 376 p., R\$ 44

Uma colher que desaparece quando colocada no chá quente; uma bizarra corrida pelo ouro causada por um elemento, o telúrio, que tem cheiro de alho; um poeta que enlouqueceu ao ingerir lítio para se tratar de uma doença. Esses são alguns dos casos relatados pelo autor nos 19 capítulos dessa obra, que relata a história dos 118 elementos químicos e sua participação na história da humanidade. O livro conta como essas substâncias e suas propriedades influíram na política e na economia, bem como na vida de figuras célebres, como os físicos Pierre e Marie Curie.

O professor do jovem Imperador – Alexandre Antônio Vandelli – Um naturalista luso-brasileiro

Adílio Jorge Marques

Rio de Janeiro, Vieira & Lent, 208 p., R\$ 38

Em sua tese que se transformou em livro, o físico e doutor em história e epistemologia das ciências Adílio Jorge Marques resgata um personagem até agora esquecido no Brasil. Alexandre Antônio Vandelli (1784-1862) foi uma das poucas figuras, no mundo luso-brasileiro, comprometidas a cultivar um ambiente mais propício ao desenvolvimento da ciência. Influenciado por diversos intelectuais, ele logo se tornou um difusor da cultura científica: Vandelli, segundo o autor, foi um dos mestres que ajudaram a despertar no imperador D. Pedro II o interesse pelo naturalismo. Com base em vasta pesquisa em manuscritos originais, Marques empreende um passeio histórico que descreve desde as influências, atividades e interesses de Vandelli em Portugal até suas contribuições científicas para o Brasil.



ONG SE DEFENDE

Em nome da organização Ecoassociados, solicito a publicação da nota a seguir como manifestação de direito de resposta (...): "A Ecoassociados é uma organização associativa, pública de direito privado, sem fins lucrativos, que vem desenvolvendo suas ações desde 2000, mas só em 2003 foi legalmente fundada, atuando no município do Ipojuca (PE). A metodologia utilizada é toda baseada no trabalho do projeto Tamar, que atua há mais de 30 anos em todo o Brasil. Nosso monitoramento é autorizado pelo Ibama (autorização n° 22.741-1). A pesquisa realizada com fungos por meio de coletas possibilitadas pelo nosso monitoramento ainda não foi concluída. Sendo assim, não é possível afirmar que a atividade de monitoramento em si seja uma possível razão para o aumento do fungo; nem que o quantitativo de ovos coletados é suficiente para afirmar esse aumento. Também não registramos nenhum índice de infestação de fungos nas praias, de Muro Alto ao Pontal de Maracaípe, pois as coletas foram realizadas em apenas duas praias: Muro Alto e Merepe, não sendo possível,

assim, afirmar que o fungo se propagou. A única possível afirmação é que o fungo *Fusarium solani* foi encontrado em ovos. Para finalizar, tanto no Brasil quanto em outros países em que ocorrem desovas de tartarugas marinhas, a metodologia utilizada após a abertura dos ninhos é deixar as cascas no mesmo local da desova, o que ocorre naturalmente com os ninhos que não foram monitorados."

Arthur Barbosa
Ipojuca, PE

CH A nota da Ecoassociados responde à afirmação, feita pela bióloga Marilene S. Cavalcanti, da UFPE, em nota publicada na CH 273 (p. 62), de que essa organização estaria disseminando o fungo, prejudicial às tartarugas, com suas práticas

UNIVERSIDADE INDÍGENA

Li a matéria intitulada 'Diploma de tradição' (CH 279). (...) O que estranhei foi a jornalista ter publicado apenas uma parte da história, ignorando atividades e ações da Universidade Federal do Amazonas, que começou a discutir a universidade indígena, em São Gabriel (AM), desde 2004. Já estamos no processo de cons-

trução da proposta, iniciada com a licenciatura indígena, que segue uma proposta metodológica diferente de todas as licenciaturas promovidas pelas instituições de ensino superior, e de construção do centro universitário indígena, que será a base física dessa universidade. Além disso, a proposta envolve todos os povos indígenas da região, e não apenas um grupo escolhido. Seria bom (...) que uma revista conceituada como a CH não passasse informações unilaterais, que apresentam a visão de apenas alguns atores e não de todos.

Ivani Faria
Coordenadora da
Licenciatura Indígena
Universidade Federal
do Amazonas
São Gabriel da Cachoeira, AM

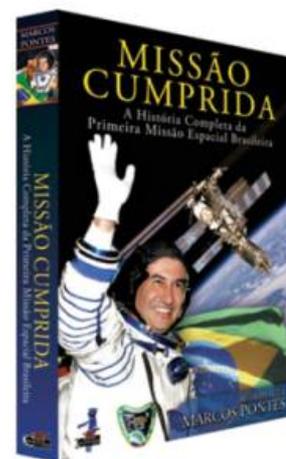
CH O foco da matéria era apenas uma das iniciativas de ensino superior sob a ótica indígena, e não era o objetivo da revista esgotar o assunto em apenas um texto.

CIÊNCIA PRAZEROSA

Gostaria de dizer à equipe da CH que vocês (...) produzem uma revista de alta qualidade e com assuntos muito interessantes, com uma capacidade imensa de fazer dos seus leitores verdadeiros amantes da ciência. Estudo ciências biológicas e sempre procuro ter como referência (...) a CH, pois ela traz assuntos supercuriosos e inovadores, que nos prendem e nos deixam cada vez mais interessados em descobrir algo mais (...). Vocês fazem da ciência a coisa mais fácil e prazerosa de se entender e praticar. (...) Que a equipe da CH possa continuar a nos fornecer informações de grande importância e alta qualidade, sem contar que

também sou apaixonada pela CH das Crianças. Ela é fantástica! Continuarei uma leitora praticante da CH, pois com ela cresço muito. Vocês estão de parabéns!

Francine Manrique Canhizares
dos Santos
Por correio eletrônico



MARCOS PONTES

O livro autobiográfico do astronauta Marcos Pontes, *Missão cumprida*, é uma preciosidade. É a história do Brasil contada por quem viveu os fatos. Revela, de forma primorosa, os erros e acertos da participação do Brasil no projeto da Estação Espacial Internacional e na Missão Centenário, em 2006. Infelizmente, mostra também como são amadores, inconsequentes e até infantis os pseudogestores do Programa Espacial Brasileiro... Uma lástima! Vidas foram perdidas e bilhões de reais já foram investidos nessas cinco décadas do programa. Já passou do tempo para o Brasil decidir se vai fazer um programa espacial sério, com recursos humanos e financeiros compatíveis, ou vai continuar brincando...

Amaury Caruzzo
Por correio eletrônico

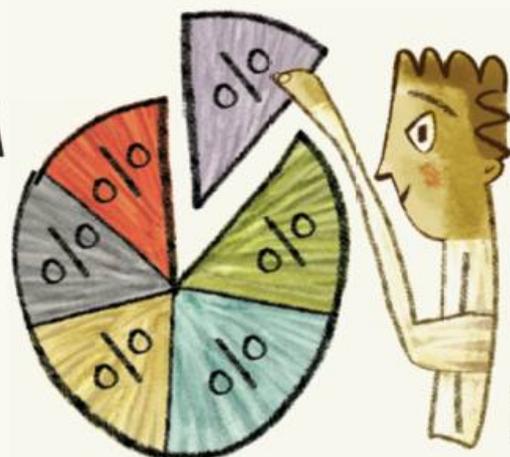
CORREÇÕES

- Na matéria sobre o projeto de um parque nacional na serra do Gandarela, em Minas Gerais (CH 283), a "classificação por relevância" mostrada no mapa (p. 54) refere-se à relevância das áreas para preservação.
- A matéria 'Mistérios do campo magnético' (CH 283) cita bactérias "magnetostáticas" (p. 66), mas o correto é "magnetotáticas", ou seja, que apresentam movimentos em reação a campos magnéticos.
- A expressão "modolo de potência", na figura (p. 68) da matéria 'Para não balançar o barco' (CH 283), está incorreta. O certo é "módulo de potência".



FOTO: CICERO RODRIGUES

PARADOXOS DA ESTATÍSTICA



JITTY MARSH

DESAFIO

Em certa universidade, o Departamento de História aceitou 20% dos homens que se candidataram e 25% das mulheres.

No Departamento de Geografia, foram aceitos 75% dos homens que se candidataram e 80% das mulheres. Será que a taxa de sucesso de candidaturas de mulheres é, necessariamente, melhor que a dos homens quando combinamos os dois departamentos?

Esse exemplo se baseia em um caso real que aconteceu na Universidade da Califórnia, em Berkeley (EUA), na década de 1970.

Quando eu era pequeno, um amigo de minha família me disse algo assim: “Com estatística, pode-se provar qualquer coisa”. Tempos depois, perguntei ao meu pai o que aquilo significava. A resposta veio na forma de um exemplo: “Uma pessoa come um frango, e a outra não come nada. Na média, cada uma comeu meio frango... Mas será que os dois estão alimentados?”

Quem acompanha o noticiário (principalmente, o do mundo da política e dos negócios) sabe que a estatística pode ser usada para o bem e para o mal – devemos estar preparados para identificar estes últimos casos, principalmente quando essas distorções são motivadas por questões ideológicas e econômicas. Coisas do tipo: “A escola aumentou em 50% seu número de professores”. Bem, eram dois e agora são três.

Uma das ‘armadilhas’ da estatística é o chamado paradoxo de Simpson – homenagem ao estatístico britânico Edward H. Simpson, que o descreveu em artigo de 1951. E o melhor modo de explicá-lo é também por meio de um exemplo.

Suponha que haja certa doença (vamos denominá-la xisite) que ataca homens e mulheres. Para ela, há dois tratamentos: A e B. Segundo estudo, a eficiência desses tratamentos é a seguinte: para homens, o tratamento A funciona em 92% dos casos; e o tratamento B em 73%; para as mulheres, o tratamento A funciona em 87% dos casos; e o tratamento B em 69%.

O tratamento A parece ser o mais indicado para a xisite, certo?

Bem...

Imaginemos uma população de 100 homens e 100 mulheres. O tratamento A foi aplicado em 25 homens, curando 23 deles (23/25 = 92% de sucesso). O mesmo tratamento foi aplicado em 75 mulheres, com êxito em 55 (55/75 igual a aproximadamente 73%).

O tratamento B foi aplicado em 77 homens, com sucesso em 67 (67/77 igual a aproxima-

damente 87%). Nas mulheres, foi aplicado em 23 casos, com sucesso em 16 (16/23 igual a aproximadamente 69%).

Até aqui, os números obedeceram à eficiência dos tratamentos mostrada nos estudos. Portanto, descrevem situação compatível com o estudo.

Mas veja o que acontece quando consideramos os dois tratamentos sem distinção de sexo. O tratamento A foi aplicado em 25 homens e 75 mulheres (total de 100 pessoas) com êxito em 23 + 55 = 78 casos. Portanto, sucesso em 78% das aplicações.

O tratamento B foi aplicado em 77 homens e 23 mulheres (também 100 pessoas), com sucesso em 67 + 16 = 83 casos. Sucesso em 83% dos casos.

Conclusão: o tratamento B é o mais indicado quando não sabemos qual o sexo do paciente. O paradoxo de Simpson mostra que é importante saber escolher os dados estatísticos, dependendo da ação que queremos tomar.

Moral da história: estatística é uma arma poderosa. Mas devemos estar sempre atentos contra suas armadilhas e, principalmente, seus usos inadequados – caso contrário, podemos provar qualquer coisa com ela. **CI**

MARCO MORICONI

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

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO A área de uma esfera de raio r é $4\pi r^2$. Aumentando essa área em 1 m^2 , teremos uma nova esfera de raio r' , que satisfaz a $4\pi r'^2 = 4\pi r^2 + 1$, ou seja, $r' = (r^2 + 1/4\pi)^{1/2}$. Aplicando esse raciocínio à Terra, o novo raio (r') de nosso planeta será aproximadamente $r + 0,000000006 \text{ m}$, o que é aproximadamente 6 nanômetros (bilionésimos de metro), dimensão típica de um vírus.

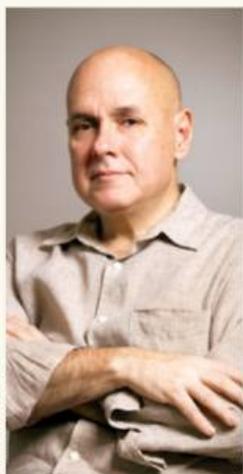


FOTO: CIÊNCIA HOJE

DO ÚTERO DO PAI

Começo com um aparente paradoxo: Susan S. nasceu mulher, o que não a impediu de, há poucos anos, ser pai de uma criança, de quem cuida na companhia de sua esposa, Michelle B. Os primeiros instantes de vida de Susan, na sala de parto, confirmaram o que já se sabia pelos exames realizados pela mãe durante a gravidez: em seu pequeno corpo estavam inscritas as inequívocas marcas biológicas e anatômicas da feminilidade. No correr de sua vida, contudo, o que se supunha serem as consequências 'naturais' e 'normais' de sua feminilidade biológica, indicadas nesses marcadores, tomaram outro rumo. A atribuição natural e originária colidia de tal forma com suas expectativas de expressão do desejo e de realização sexual e existencial que a passagem para a masculinidade lhe apareceu como salto imperativo.

Mais do que uma inclinação para o universo homossexual, tudo indicava que se tratava de movimento com implicações transexuais. Susan S. não se imaginava como mulher que desejava mulheres. Seu desejo pelo complemento feminino inscrevia-se em uma sexualidade que a constituía como 'homem', como componente masculino de uma relação heterossexual.

Os recursos da medicina da transexualidade proporcionaram a Susan passagem para o 'outro lado'. Sua sensibilidade masculina, a partir de intervenções cirúrgicas e químicas em seu corpo originário, ganhou credibilidade anatômica. Tornou-se, para os que não conheciam sua história pessoal, um exemplar humano masculino. Corolário dessa masculinidade adquirida foi o início de uma relação, digamos, heterossexual, com quem viria a ser sua esposa, um exemplar feminino da espécie, segundo padrões ainda vigentes.

Vida normal e feliz, passagem para o desejo de procriação. Michelle, por problemas próprios, não pode ter filhos. A adoção não foi cogitada, pela decisão do casal de ter descendentes biológicos. A alternativa foi a reversão temporária de Susan à condição feminina, em seu sentido fundamental e nada

metafísico: um ser portador de um aparelho reprodutivo que exige, entre outros componentes, a presença de um útero. A família resultante dependeu da existência de um pai dotado de útero.

Há quem diga que os tempos que correm são confusos em matéria de moralidade. Mas não há como não reconhecer que são variadas, indeterminadas e, mesmo, erráticas as relações entre marcas biológicas originais e a expressão de inclinações sexuais. Se as primeiras têm origem em determinações naturais, a expressão ativa e reflexiva de identidades sexuais nasce da cultura e da experiência social e pessoal. Parte expressiva dos preconceitos na matéria deriva de crença ainda renitente de que determinações naturais estabelecem padrões de conduta culturais, como se as escolhas sociais fossem dependentes de fatalidades biológicas.

O pensador franco-italiano Vilfredo Pareto (1848-1923), conservador em muitas matérias, foi, ao lado do austríaco Sigmund Freud (1856-1939), premonitório da moralidade sexual que viria a se afirmar durante o século 20: se a natureza fixa em nós o desejo sexual, cabe a um amálgama entre histórias pessoais e imposições culturais e sociais a fixação de padrões de expressão erótica. Nenhuma manifestação cultural de identidades sexuais realiza de forma verdadeira o programa humano básico e constitutivo da sexualidade. Da mesma forma, as interdições e estímulos em matéria de moralidade, no âmbito da sexualidade, virão, sempre, de critérios sustentados em orientações culturais e nunca de imperativos de ordem natural.

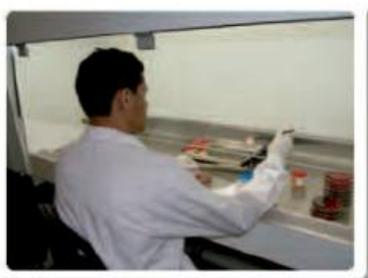
A tal dissociação entre natureza e conduta a modernidade justapôs, ainda, um modo de conceber a subjetividade dos humanos segundo o qual é próprio do humano o desejo de autonomia e ilimitação. A questão toda consiste em saber se há – e quais são e quem os estabelece – limites à capacidade humana de invenção de sua identidade, em tempos de oferta expansiva de recursos biológicos e tecnológicos. 

Se a natureza fixa em nós o desejo sexual, cabe a um amálgama entre histórias pessoais e imposições culturais e sociais a fixação de padrões de expressão erótica

RENATO LESSA

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

Universidade Federal de Uberlândia
Crescimento e diversidade comprometidos
com a excelência no ensino.



Atuando nas áreas de Ciências Agrárias, Ciências Biológicas, Ciências da Saúde, Ciências Exatas e da Terra e Engenharias, Ciências Humanas, Ciências Sociais Aplicadas, Linguística, Letras e Artes, a Universidade Federal de Uberlândia - UFU - tem mais de 40 anos de tradição, 1.600 docentes, 3.000 técnicos administrativos e 20.000 alunos matriculados. A universidade oferece 70 cursos de graduação, 30 cursos de mestrado, 14 cursos de doutorado, além de mais de 100 cursos de especialização. As Unidades Acadêmicas da UFU (Escolas, Faculdades e Institutos) estão distribuídas em 7 campi universitários: em Uberlândia estão os campi Santa Mônica, Umarama, Educação Física e Glória, na cidade de Ituiutaba está o campus do Pontal e nas cidades de Monte Carmelo e Patos de Minas estão os campi que iniciaram suas atividades em 2011 e que levam o nome das respectivas cidades.



www.ufu.br



O robô que ajuda o meio ambiente

Heitor Domingues (8 anos), filho de Rosilene Domingues, analista da FINEP

INOVAR é investir no FUTURO

Prêmio FINEP de Inovação 2011. Inscrições até 14 de outubro.
Acesse: www.finep.gov.br/premio

 Prêmio FINEP de Inovação  @premiofinep

Prêmio FINEP
de Inovação
2011



 **FINEP**
AGÊNCIA BRASILEIRA DA INOVAÇÃO

Ministério da
Ciência e Tecnologia

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA