

REVISTA DE
DIVULGAÇÃO
CIENTÍFICA
DA SBPC

242



VOL. 41
OUTUBRO
2007
R\$ 8,90

CÂNCER E GRAVIDEZ
Congelamento de ovário
permite ter filhos após o
controle da doença

MAGNETISMO SOLAR
Energia gerada pelo Sol
pode afetar rede elétrica e
sistema de comunicações

PETER INDEFREY
Cientista explica o que
ocorre no cérebro quando
aprendemos novas línguas

Bioterrorismo

Uma ameaça real?

Quem tem medo do bioterrorismo?

O uso deliberado de agentes biológicos (bactérias, vírus ou toxinas produzidas por microrganismos) para causar medo, doença ou morte é um ato terrorista que passou a preocupar a população mundial, principalmente com o envio de cartas contendo o bacilo do antraz, nos Estados Unidos em 2001. Isso ocorreu logo após os atentados de 11 de setembro do mesmo ano às torres gêmeas, em Nova York, e ao edifício do Pentágono, em Washington. Terroristas buscam dominar esse arsenal biológico por ser bem mais letal do que as armas de fogo. Entretanto, o saldo do bioterrorismo até agora é um enorme fracasso: nas últimas seis décadas e em todo o mundo, atentados desse tipo só causaram a morte de cinco pessoas e 33 cabeças de gado.

A mesma estrela que mantém as condições climáticas de nosso planeta pode causar graves prejuízos ao sistema de comunicações e à rede elétrica. Ele mesmo, o Sol, lança ao espaço, com seus arcos de plasma e tubos magnéticos, quantidades astronômicas de matéria e energia em condições extremas de temperatura. Assim, nosso astro-rei – um reator de enormes proporções – constitui um importante laboratório natural para estudar, entre outras possibilidades, como obter energia, de forma economicamente viável, pela fusão nuclear.

Encontradas em abundância no corpo humano e na natureza, as enzimas são proteínas capazes de promover e acelerar reações químicas, que regulam grande número de processos biológicos. Empregadas pela humanidade há milhares de anos, elas começaram a ser usadas em larga escala, sobretudo no século 20, quando aumentou o conhecimento sobre suas estruturas e seus mecanismos de ação. As enzimas são hoje úteis em diferentes processos industriais, que vão da área médica e alimentícia até a têxtil, química e de papel, entre várias outras. Além de serem naturais, não tóxicas e agirem de modo específico, elas são capazes de alterar as características de variados tipos de resíduos, contribuindo para reduzir a poluição ambiental.

A redação

INSTITUTO CIÊNCIA HOJE • Organização Social 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, 5o A, 1193, Buenos Aires, Argentina, tels.: 005411. 4961-1824/4962-1330) e conta com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF/CNPq), do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC/CNPq) e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). **ISSN:** 0101-8515

DIRETORIA

Diretor Presidente • Renato Lessa (IUPERJ)
Diretores Adjuntos • Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ) • Roberto Lent (Instituto de Ciências Biomédicas/UFRJ)
Superintendente Executiva • Elisabete Pinto Guedes
Superintendente Financeira • Lindalva Gurfel
Superintendente de Projetos Estratégicos • Fernando Szklo

CIÊNCIA HOJE • SBPC

Editores Científicos • Ciências Sociais – Maria Alice Rezende de Carvalho (IUPERJ) • Ciências Ambientais – Jean Remy Guimarães (Instituto de Biofísica/UFRJ) • Ciências Exatas – Ivan S. Oliveira (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) • Ciências Biológicas – Débora Foguel (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Humanidades – Ricardo Benzaquen de Araújo (IUPERJ)

REDAÇÃO

Editora Executiva • Alicia Ivanishevich; **Editora Assistente** • Sheila Kaplan; **Editor de Texto** • Ricardo Menandro; **Sector Internacional** • Cássio Leite Vieira; **Repórteres** • Andressa Spata, Fred Furtado e Mariana Ferraz; **Colaboraram neste número** • Fabíola Bezerra e Jaqueline Barten; **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 Viviane e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** • Luiz Baltar; (ampersand@ampersanddesign.com.br)

SUCURSAIS

SUL • Curitiba • Correspondente • Roberto Barros de Carvalho (chsul@ufrj.br). 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

REPRESENTAÇÕES

SALVADOR • Coordenador Científico • Caio Mário Castro de Castilho (UFBA) (caio@ufba.br). End.: Instituto de Física/UFBA, Campus da Federação, SSA. CEP 40210-340, Salvador, BA. Tel.: (0xx71) 3263-6660. Fax: (0xx71) 3263-6606

COMERCIAL E PROJETOS EDUCACIONAIS • Superintendente • Ricardo Madeira; • Publicidade • Sandra Soares; **Projetos educacionais** • Clarissa Akemi. End.: Rua Berta, 60 - Vila Mariana, CEP 04120-040, São Paulo, SP. Telefax: (0xx11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura** • Gerente • Andréia Marques. Telefax: (0xx21) 2109-8959 (amarques@cienciahoje.org.br)

REPRESENTANTES COMERCIAIS

BRASÍLIA • Joaquim Barroncas – Tels.: (0xx61) 226-1824/9972-0741. Fax: (0xx61) 226-1824

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

RECURSOS HUMANOS • Luiz Tito de Santana

EXPEDIÇÃO • Gerente • Adalgisa Bahri

IMPRESSÃO • Ediouro Gráfica e Editora Ltda.

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



ATENDIMENTO AO ASSINANTE E NÚMEROS AVULSOS
0800 727 8999

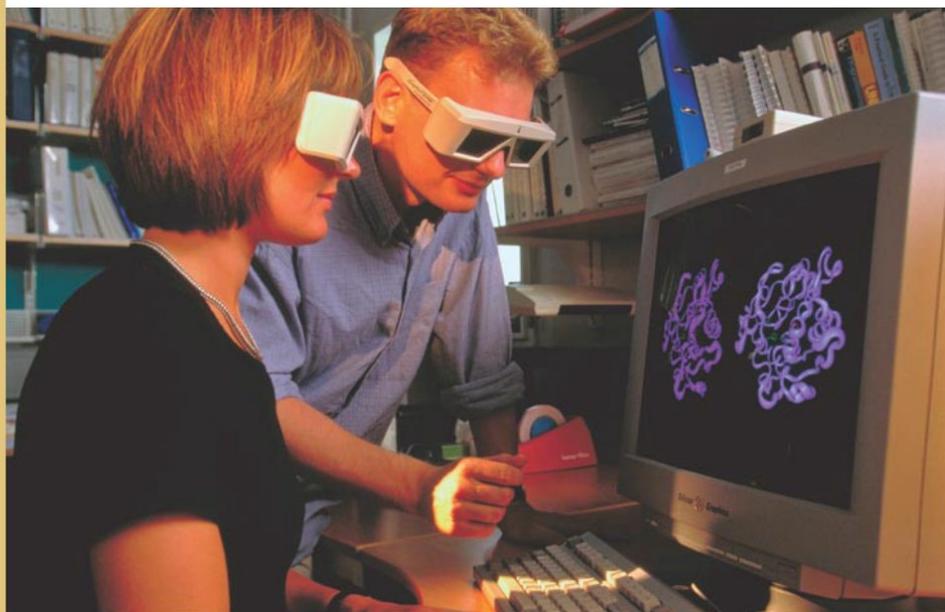
No Rio de Janeiro: (0xx21) 2109-8999
CH On-line: www.ciencia.org.br
 chonline@cienciahoje.org.br

PARA ANUNCIAR
 TELFAX.: (0xx11) 3539-2000
 cienciasp@cienciahoje.org.br

22 O fracasso do bioterrorismo

A ameaça ou o uso de agentes biológicos para causar medo, doença ou morte é um tema tratado às vezes de modo sensacionalista nos meios de comunicação. Apesar da preocupação, porém, até hoje apenas um atentado desse tipo – as cartas com a bactéria do antraz, nos Estados Unidos – foi capaz de causar a morte de humanos.

Por Jack Woodall



28 Enzimas: poderosa ferramenta na indústria

Capazes de promover e acelerar reações químicas, as enzimas são usadas pela humanidade desde tempos antigos. A produção de queijos ou vinho, por exemplo, depende dessas proteínas especiais. Atualmente, elas são cada vez mais úteis em vários processos industriais.

Por Solange Inês Mussatto, Marcela Fernandes e Adriane Maria Ferreira Milagres

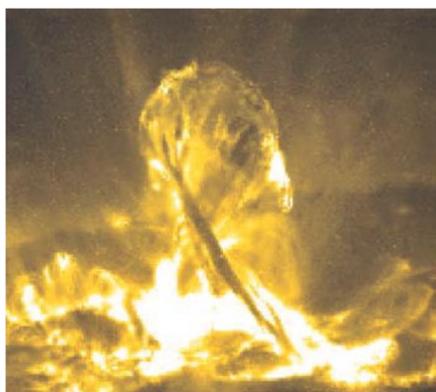
Capa: © Phototake/LatinStock



34 A geometria do magnetismo solar

Arcos de plasma e tubos magnéticos que ocorrem na superfície solar estão entre os fenômenos naturais mais bonitos, mas a energia liberada por eles pode danificar gravemente os sistemas de eletricidade e de comunicações da Terra.

Por **Luiz Carlos Garcia de Andrade**



O LEITOR PERGUNTA

- 4 Os produtos à base de quitosana realmente reduzem o colesterol?
- 4 Todas as angiospermas produzem frutos? Em vegetais como hibiscos e roseiras, há formação dessas estruturas?
- 5 Existem moscas brancas? Qual o motivo para essa coloração?
- 5 O que é um transponder? Como funciona?

ENTREVISTA

Peter Indefrey

10 A língua no cérebro

Neurolingüista fala sobre processos envolvidos no aprendizado de idiomas

MUNDO DE CIÊNCIA

14 Entender o todo a partir do nada

Descoberta de 'vazio' cósmico instiga debate sobre formação do universo

A PROPÓSITO

21 Galinhas assassinas

Experiência recente ajuda a compreender melhor a teoria da evolução

EM DIA

39 Gravidez após o câncer

Congelamento de ovário pode permitir maternidade depois do tratamento

40 Leite 'verde'

Uso de biogás em sistema de resfriamento é opção mais ecológica

42 A opção por alimentos mais energéticos

Estudo reavalia papel dos sentidos no processo de escolha da comida

44 O resgate da educação brasileira

Projeto facilita acesso a documentos históricos do Arquivo de Lisboa

46 Amazônia: expressão da diversidade cultural

Identidades de povos e comunidades tradicionais têm registro em mapas

48 Ações para a pesquisa biológica

Sociedades de biologia discutem obstáculos para o trabalho científico

52 Cruzamento de informações

Mapas com dados ambientais e de saúde ajudam controle de doenças

54 Condensado nacional

Estado da matéria que permite ver efeitos quânticos é obtido no Brasil

OPINIÃO

57 Prevenção em saúde e cotas na universidade

Princípios da epidemiologia podem subsidiar debate sobre reserva de vagas

ENSAIO

60 Um pioneiro no estudo da Terra pré-biótica

Experimento de Stanley Miller foi um marco no estudo da origem da vida

62 A infertilidade masculina

Diagnósticos e técnicas mais recentes ampliam as chances de solução

PRIMEIRA LINHA

66 Banana com sementes

Espécie silvestre da fruta torna-se importante objeto de pesquisas

68 Os jovens e a conservação de primatas

Estudo indica o que estudantes sabem sobre espécies ameaçadas

71 Biodiversidade oculta

Pequenos animais com carapaças podem revelar saúde de ambientes

RESENHA

74 Rumo à guerra nas estrelas?

Resenha do livro *Direito e política na era espacial*, de José Monserrat Filho

MEMÓRIA

76 Nascimento da eletrônica

Válvula que aperfeiçoava transmissão de voz foi inventada há 100 anos

79

CARTAS

QUAL O PROBLEMA?

80 Missão camelo

Até para vender bananas às vezes é preciso exercitar a matemática



Os produtos à base de quitosana realmente reduzem o colesterol?

ALICE TERRA, RIO DE JANEIRO/RJ

A quitosana é um copolímero constituído por unidades *N*-acetil-*D*-glicosamina e *D*-glicosamina em proporções variáveis, sendo que as unidades de *D*-glicosamina são predominantes. Ela é obtida a partir da quitina, um polissacarídeo presente no exoesqueleto de crustáceos e insetos, podendo também estar naturalmente presente em alguns fungos, como aqueles pertencentes aos gêneros *Mucor* e *Zygomycetes*.

Alguns estudos têm demonstrado que a ingestão de quitosana promove a redução dos níveis de colesterol e triglicérides plasmáticos devido à sua capacidade de se ligar aos lipídios da dieta, interferindo na absorção intestinal dessas gorduras.

O uso da quitosana para redução do colesterol em humanos foi primeiramente documentado em um estudo realizado pelo japonês Yuji Maezaki e colaboradores, em que adultos do sexo masculino foram alimentados com biscoitos à base de quitosana

durante duas semanas. Aqueles que utilizaram a dose de 3 g diárias durante uma semana e 1,6 g por dia durante duas semanas apresentaram diminuição de 6% do colesterol total. Acredita-se que esse efeito hipocolesterolêmico (de redução do colesterol) da quitosana dependa da dose administrada, pois em outro estudo, realizado por Pittler e colaboradores, com 28 dias de duração, sendo a dose diária de quitosana em torno de 0,6 g por dia, não foi observada redução significativa do nível de colesterol.

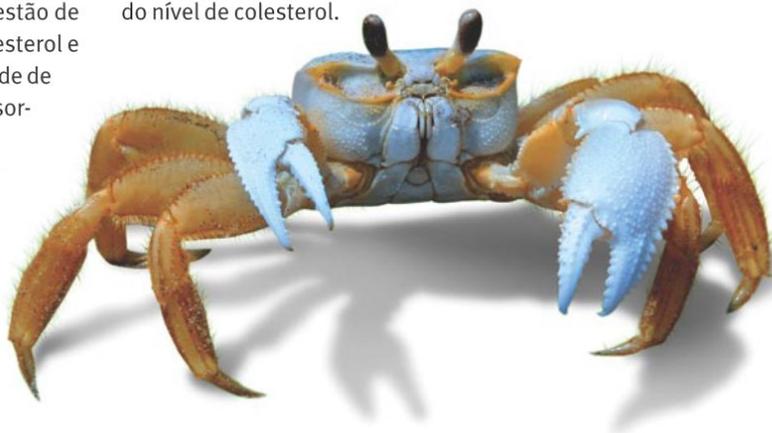


FOTO MARK MILLER/ISXC



Todas as angiospermas produzem frutos?

Em vegetais como hibiscos e roseiras, há formação dessas estruturas?

CLAYTON HASHIMOTO, POR CORREIO ELETRÔNICO

Sim, todas as angiospermas (plantas que têm flores) produzem frutos. A formação dos frutos, assim como a das flores, que contêm o(s) ovário(s), é exclusiva das angiospermas. O fruto é formado por um ou mais ovários desenvolvidos, ou ainda por estruturas acessórias (outras partes da flor). Os frutos são responsáveis pela proteção das sementes durante o seu desenvolvimento e pela sua disseminação após o amadurecimento. Eles são um importante fator para o sucesso evolutivo das angiospermas.

Alguns frutos podem ser bastante diferentes da idéia preconcebida de frutos carnosos e/ou comestíveis, passando despercebidos aos olhos leigos em botânica. É o que ocorre nos gêneros *Hibiscus*, em que o fruto formado é do tipo cápsula loculicida (em que cada compartimento do ovário se abre separadamente), e *Rosa*, que apresenta fruto múltiplo em forma de cúpula.

Outro motivo para a não observação de frutos é a demora do florescimento, que em espécies de bambu, por exemplo, pode levar até 60 anos, o que dificulta a visualização dos mesmos.

Luciana Chedier

Faculdade de Ciências da Saúde,
Universidade Presidente Antônio Carlos (Juiz de Fora, MG)

FOTO MARA TORREIA/ISXC

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), a quitosana auxilia na redução da absorção de gordura e colesterol, mas é preciso enfatizar que “seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”. A Anvisa determina que, para que essa alegação possa ser feita, é necessário que a porção diária do produto pronto para consumo forneça no mínimo 3 g de quitosana se o alimento for sólido e 1,5 g se for líquido.

A quitosana isolada na forma de cápsula, tablete ou comprimido deve ser consumida acompanhada da ingestão de líquidos. É necessária uma alimentação equilibrada, com ingestão adequada de colesterol, para que o efeito hipocolesterolêmico da quitosana possa ser observado. Vale lembrar que pessoas alérgicas a peixes e crustáceos devem evitar o consumo desse produto.

Ana Paula Gines Geraldo

*Faculdade de Saúde Pública,
Universidade de São Paulo*

? Existem moscas brancas? Qual o motivo para essa coloração?

MARCELO SANTOS, POR CORREIO ELETRÔNICO

Insetos adultos apresentam uma grande variedade de cores, desde castanho ou negro até verde brilhante ou amarelo e vermelho. A cor branca, porém, é mais comum em larvas (formas jovens) de alguns insetos, sendo raramente encontrada em adultos. Uma possível razão para essa coloração branca em moscas (dípteros) é o albinismo, que pode afetar todos os seres vivos, incluindo os insetos. Como estes ficam muito mais sensíveis aos raios solares, não sobrevivem durante muito tempo e por isso não é comum encontrá-los.

A chamada ‘mosca branca’, da qual algumas pessoas já ouviram falar, é na verdade outro tipo de inseto (hemípteros). Ela é bastante conhecida, pois se trata de uma praga muito disseminada, já registrada em mais de 500 espécies vegetais, como tomate, feijão, hortaliças, batata e soja, podendo causar grandes perdas de produtividade e resultar em baixa qualidade dos produtos.

Márcia Souto Couri

*Departamento de Entomologia,
Museu Nacional,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro*



FOTO: USDA

? O que é um transponder? Como funciona?

SELMA MOREIRA, POR CORREIO ELETRÔNICO

Na aviação, o transponder é um equipamento instalado a bordo de aeronaves que consta de um transmissor e de um receptor de radiofrequência, e permite que os controladores de voo identifiquem o prefixo do avião, o número do voo, detalhes que o radar convencional não fornece, e outras características, como velocidade e altitude.

A partir da decolagem, o avião deve ser continuamente monitorado. Ao receber um sinal de rádio dos controladores de terra, o transmissor do transponder automaticamente envia em código esses dados à torre de controle, os quais aparecem na tela (semelhante à de uma televisão) do controlador de voo, identificando o aparelho. Dependendo do modelo, o transponder envia apenas um código de identificação (modelo A), que possui quatro dígitos de 0 a 7, ou então esse código mais a altitude da aeronave (modelo C). Outro modelo, obrigatório em muitos países, pode enviar ainda o prefixo do avião (S) e receber informações de tráfego aéreo (S TIS), auxiliando o sistema de anticolidão das aeronaves.

Mauros Campello

*Escola Politécnica,
Universidade Federal do Rio de Janeiro*



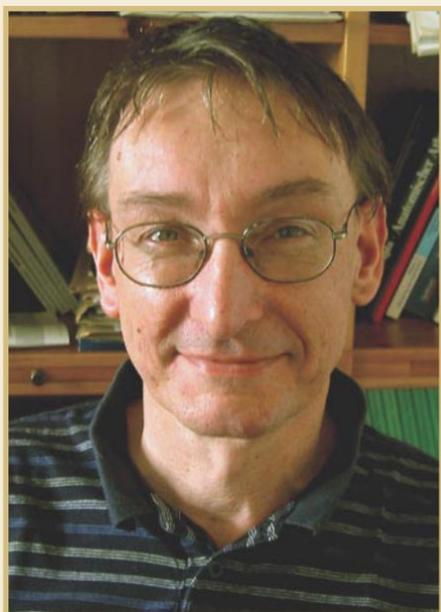
CARTAS À REDAÇÃO

**Av. Venceslau Brás, 71
fundos • casa 27
CEP 22290-140 •
Rio de Janeiro • RJ**

CORREIO ELETRÔNICO:
cienciahoje@cienciahoje.org.br

© INDEX STOCK IMAGERY/LATINSTOCK

A LÍNGUA NO CÉREBRO



Peter Indefrey

Sobre o alemão Peter Indefrey, bastaria dizer que ele é um dos mais respeitados neurolingüistas da atualidade e autor de vários livros e artigos sobre os processos cerebrais envolvidos na aquisição de uma segunda língua. Porém, a linha mais peculiar em seu vasto currículo – para o público brasileiro, pelo menos – é o fato de ele ter trabalhado como médico em uma pequena cidade do Espírito Santo e ter aprendido português para entender as músicas cantadas por Gal Costa. “As pessoas de lá foram muito simpáticas, e eu vivi alguns dos melhores momentos da minha vida naquela época”, revela. Sua única decepção foi descobrir que, por aqui, bandas estrangeiras faziam mais sucesso que sua então intérprete favorita.

Doutor pela Universidade Heinrich Heine (Alemanha), Indefrey é pesquisador do Instituto Max Planck para a Psicolingüística e do Centro F. C. Donders para Neuroimagens da Cognição, ambos na Holanda.

A questão da proficiência é, no momento, um dos temas mais quentes da neurociência de aquisição da segunda língua. Um ponto de interesse desse tópico pode ser resumido na seguinte pergunta: É possível falar uma língua estrangeira com a mesma desenvoltura com que se fala a primeira? Para esse neurolingüista alemão, sim. Mas a resposta está longe do consenso entre especialistas.

E ter ‘ouvido’ para a música facilita falar uma segunda língua? Quantas línguas nosso cérebro é capaz de aprender? Há uma idade-limite para se falar outra língua sem sotaque? Confira nesta entrevista exclusiva à *CH* as respostas para essas e outras perguntas.

Konrad Szczesniak

*Faculdade de Língua Inglesa,
Universidade da Silésia (Polônia)*

e **Cássio Leite Vieira**

Ciência Hoje/RJ

Como o senhor se tornou neurolingüista?

Fiz essa escolha relativamente tarde, e isso se deu devido a uma combinação de circunstâncias. Meu primeiro curso na universidade foi medicina, e, depois, trabalhei com cirurgia por algum tempo, até que me interessei pela lingüística, em função do tema da minha dissertação, que foi sobre a teoria psicanalítica dos sentidos das palavras. Então, me dei conta de que queria saber mais sobre linguagem. Assim, abandonei a cirurgia e passei a estudar lingüística e filosofia. Naquela altura, já era possível empregar neuroimagens, obtidas por PET [tomografia por emissão de pósitrons], para a análise das áreas cerebrais ativadas pela linguagem. Colin Brown e Peter Hagoort, que iniciaram um projeto de neurocognição de linguagem no Instituto Max Planck de Psicolingüística, em Nijmegen [Holanda], onde eu fazia minha tese de doutorado, pediram que eu fizesse pesquisa, empregando PET, sobre temas relativos ao projeto deles. Desistir da medicina e ir para a lingüística foi uma decisão dura, mas, nesse novo campo de pesquisa, a formação em medicina passou a ser muito útil para estudar o processamento cerebral da linguagem.

Em relação à aprendizagem de línguas estrangeiras, sabe-se que algumas pessoas têm mais dom que outras. Como isso se dá em nível neural?

Os estudantes mais capacitados ativam mais áreas cerebrais relativas à linguagem ou será que é uma questão de ativar apenas as áreas corretas?

Não sabemos. Há um estudo de um colega meu, Michael Chee, de Singapura, que mostrou que alunos que apresentaram mais facilidade no estudo de chinês tinham uma ativação mais forte da ínsula, a parte do córtex envolvida na articulação e, talvez, em outros aspetos do processamento da linguagem. Mas não temos certeza se essa diferença neural é a causa ou a conseqüência da aprendizagem bem-sucedida de línguas estrangeiras. Certamente, precisaríamos de um estudo prospectivo em que os estudantes fossem submetidos a exames de neuroimagem antes de começarem o aprendizado, para compararmos esses dados mais tarde. Esse tipo de estudo ainda não foi feito por razões óbvias: quem tem tempo de ficar 10 anos esperando pelos resultados?

As línguas estrangeiras são processadas de forma diferente pelo cérebro em comparação com línguas maternas?

Se falarmos em termos de regiões cerebrais, a resposta é não. Recentemente, realizei uma metanálise [*Language Learning*, v. 56, supl. 1, 279-304, 2006] de todos os estudos de neuroimagem cujos autores comparavam o processamento da primeira e da segunda línguas em falantes bilíngües – ‘bilíngüe’, no caso,

significa qualquer pessoa que fala duas línguas e não apenas aqueles que aprenderam dois idiomas desde a infância. Não há uma região do cérebro que seja só usada para línguas estrangeiras. Na maioria dos casos – e, com certeza, em falantes que aprenderam uma segunda língua cedo, digamos antes dos cinco anos de idade –, não há sequer diferença entre os níveis observados de ativação neural. E isso vale tanto para o processamento de tarefas que envolvem apenas palavras individuais, como dar nomes a imagens, por exemplo, quanto no que diz respeito a escutar ou dizer frases completas. Em nosso projeto, fizemos medições regulares de RMNf [ressonância magnética nuclear funcional] em alunos chineses que aprendiam holandês, uma língua bem diferente da primeira do ponto de vista lexical e sintático. Depois de seis meses, suas ativações cerebrais se mostravam bem

Não há uma região do cérebro que seja só usada para línguas estrangeiras

parecidas, quer eles ouvissem chinês, quer holandês. Em ambos os casos, vemos ativadas as duas regiões cerebrais clássicas relacionadas à língua, a área de Broca, no córtex frontal, e a área de Wernicke, no córtex temporal. No entanto, há algumas evidências de que nessas áreas possam ocorrer pequenas diferenças na localização exata de populações de células nervosas que processam as línguas maternas e as outras. Claro que, em um sentido mais geral, deve haver diferenças no modo como o cérebro processa línguas estrangeiras e a língua materna. Sabemos que existem diferenças psicolingüísticas. Por exemplo, somos mais lentos em uma segunda língua, e, como é o cérebro que faz essas computações, essas diferenças têm que se manifestar em nível cerebral também.

Quanta precisão na capacidade de ‘ler a mente’ os neurolingüistas conseguirão no futuro?

Eles chegarão a decifrar a atividade cerebral e dizer “Veja só, parece que o nosso sujeito está tentando se lembrar da letra de ‘Stairway to heaven’”?

É preciso lembrar aqui que a atividade cerebral especificamente relacionada com a letra de ‘Stairway to heaven’ é mais fraca, em uma ordem de magnitude [cerca de 10 vezes], do que qualquer outra atividade cerebral que está ocorrendo naquele mesmo instante. Os métodos que utilizamos contornam esse problema medindo a reação do cérebro ao mesmo estímulo repetidas vezes e depois calculando a média, de modo que a resposta cerebral específica possa ser amplificada e comparada com uma atividade ▶

inespecífica. Assim, se medirmos a resposta cerebral de uma pessoa tentando se lembrar da letra de 'Stairway to heaven' uma centena de vezes, em princípio seríamos capazes de notar naquela pessoa a diferença entre essa canção e uma receita culinária. Mas nunca poderíamos revelar o que a pessoa está pensando com base apenas na análise de sua atividade cerebral.

A conexão entre língua e pensamento é um tema extremamente popular, mesmo entre não especialistas. A pesquisa neurolingüística tem alguma novidade sobre a hipótese de Sapir-Whorf [segundo a qual a língua influencia ou até determina a forma de pensar]?

Diria que há evidências neurocognitivas contra uma versão 'dura' da hipótese de Sapir-Whorf, ou seja,

É verdade que o modo como a língua materna codifica números afeta o pensamento matemático de uma pessoa

aquela que defende que "não há pensamento sem influência da língua". O melhor contra-exemplo é uma região do cérebro no lobo parietal descoberta pelo [neurocientista francês] Stanislas Dehaene. Essa área é responsável por estimativas grosseiras relacionadas à ordem de grandeza numérica – por exemplo, a diferença entre dois e três ou entre 200 e 300. A ativação dessa região independe do formato do estímulo numérico, ou seja, ela é ativada tanto pela palavra 'três' quanto pela imagem de três maçãs. Portanto, não há influência alguma da língua sobre essa espécie de processamento mental numérico. Por outro lado, números exatos como 257 e operações numéricas como a multiplicação utilizam regiões cerebrais de processamento da linguagem. E não é preciso apelar para as neuroimagens para reconhecer esse fato. Basta observar bilíngües somando uma coluna de números ou pedir a eles que multipliquem, por exemplo, 3×9 : eles vão buscar a informação matemática armazenada na língua materna. Então, é também verdade que o modo como a língua materna codifica números afeta o pensamento matemático

Sempre se achará alguém que fala uma segunda língua perfeitamente, mesmo que tenha começado a aprendê-la tardiamente

de uma pessoa. Um exemplo interessante de relatividade neural lingüística foi observado recentemente [*Neuroimage*, 26, S29, 2005] por minhas colegas Alette Lochy e Miranda van Turenout [ambas do Centro F. C. Donders de Neuroimagem Cognitiva, em Nijmegen]. Elas descobriram que números que fazem parte de um nome, como em Boeing 747, têm uma representação cerebral adicional no lobo temporal. Sem dúvida, 747 é um nome conhecido em todas as línguas. Mas, se em qualquer uma delas, 587, por exemplo, for [à semelhança de 747] uma palavra para designar algo, ele será diferente de outros numerais para os falantes daquela língua e vai levar a uma resposta cerebral igualmente diferenciada.

O que dizem estudos neurolingüísticos sobre a chamada hipótese do período crítico [ou seja, a de que haveria uma janela temporal para se aprender uma língua]? É verdade que todas as crianças têm o prazo de 12 anos para adquirir uma língua? O que acontece realmente no cérebro depois disso?

O período crítico, assim descrito, é um mito. Nada se 'encerra'. Em vez disso, o que pesquisadores como meu colega David Birdsong [da Universidade do Texas, em Austin (Estados Unidos) e, desde 2002, professor visitante do Instituto Max Planck de Psicolingüística, em Nijmegen] observam é um declínio gradual na proporção de pessoas que aprendem uma segunda língua e passam a falá-la com a mesma proficiência que têm na língua materna. Mas sempre se achará alguém que fala uma segunda língua perfeitamente, mesmo que tenha começado a aprendê-la tardiamente. Esse declínio gradual começa em idades diferentes para aspectos diferentes da língua. Para falar sem sotaque, é mais importante começar cedo. Já para ganhar vocabulário, mais importante do que a idade de início é a quantidade de tempo dedicada à aprendizagem. Não há, portanto, nenhuma mudança súbita no cérebro por volta dos 12 anos de idade. O que pode acontecer é que, no decurso da aquisição da primeira língua, algumas regiões do cérebro se otimizam para as propriedades dela. Mais tarde, quando se aprende uma segunda língua, usam-se as mesmas estruturas, mas elas, então, já não são tão eficazes para outras línguas. É por isso que essas estruturas cerebrais tendem a ser mais fortemente ativadas quando a pessoa tem mais dificuldade em aprender outra língua, pois elas devem se esforçar mais.

É comum dizer que pessoas com habilidade para a música têm mais facilidade para aprender outra língua. Isso é verdade? O que diz a neurolingüística?

Sabe-se que as pessoas com treinamento musical têm um desem-

penho melhor em muitos domínios cognitivos. Não acho que essa correlação seja mais forte para a aprendizagem de línguas do que, por exemplo, para habilidades matemáticas. No entanto, é verdade que o processamento da estrutura musical – alguns pesquisadores dizem ‘síntaxe’ musical – ativa a mesma região do cérebro implicada no processamento gramatical da linguagem.

Qual foi o caso mais esquisito com que o senhor se deparou em sua pesquisa?

Bem, trabalho com voluntários selecionados para serem o mais ‘normais’ possível. Portanto, não esperamos encontrar nada muito fora do comum. No entanto, em um departamento neurocirúrgico na Holanda com o qual colaboro, houve um caso interessante de recuperação lingüística seletiva. Para descobrir qual hemisfério cerebral é dominante para a linguagem, neurocirurgiões injetam uma substância hipnótica pela principal artéria – esquerda ou direita – cerebral, o que leva ao adormecimento de um dos hemisférios. O procedimento é chamado teste de

Não há nenhuma mudança súbita no cérebro por volta dos 12 anos de idade. O que pode acontecer é que, no decurso da aquisição da primeira língua, algumas regiões do cérebro se otimizem para as propriedades dela

sileiras de que eu gostava muito. Depois, fui fazer um estágio de três meses em um hospital em Baixo Guandu, uma pequena cidade no Espírito Santo. As pessoas de lá foram muito simpáticas, e eu vivi alguns dos melhores momentos da minha vida naquela época. Quanto à música, aliás, descobri, para minha decepção, que lá as pessoas da minha idade preferiam o Boney M. a Gal Costa, que era minha [intérprete] favorita na época.

O senhor acha que é possível atingir uma proficiência verdadeiramente nativa em uma língua estrangeira?

A meu ver, essa pergunta está mal formulada, porque um falante bilíngüe não é como se fossem dois falantes nativos em uma só pessoa. Quando se aprende uma segunda língua, a primeira também muda para sempre. Nesse sentido, alguém que fala uma segunda língua não será mais um monoglota. Mesmo assim, sabe-se que, para cada propriedade de uma língua, há pessoas que falam uma segunda língua de modo que se tornam indistinguíveis dos falantes nativos dela.

Ser proficiente em muitas línguas significa usá-las regularmente, e há um limite para o quanto se pode ouvir ou falar por dia

Wada. Se o hemisfério dominante para a linguagem for adormecido, o paciente não é capaz de falar por alguns minutos. Em um dos pacientes, quando esse hemisfério ‘acordou’, ele, por algum tempo, só conseguia falar inglês, a segunda língua dele, mas não o holandês, sua língua materna. Isso é muito incomum. Sem dúvida, as segundas línguas podem se tornar ‘mais fortes’ que as maternas, mas não se espera que isso aconteça em um ambiente dominado pela língua materna.

Além de sua língua materna, o alemão, o senhor também fala inglês e português. Quantas línguas o senhor emprega em seu dia-a-dia? Como aprendeu o português, um idioma que está longe de ser popular no mundo acadêmico?

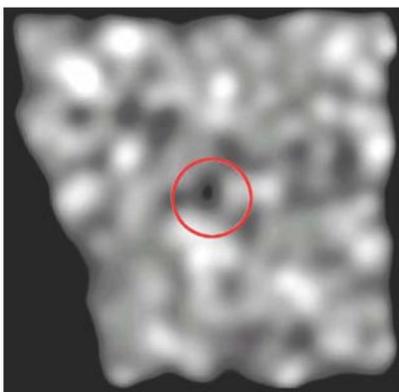
Em meu cotidiano, uso inglês, alemão e holandês. Por isso, infelizmente, perdi muito do meu português, que aprendi em meus primeiros anos da universidade, porque queria entender as letras de músicas bra-

Dada nossa predisposição biológica para a linguagem, uma criança exposta a um grande número de línguas deveria teoricamente dominar muitas delas, mas a maioria das pessoas não vai além de uma ou duas. Somos limitados por vínculos temporais ou por nossa capacidade cerebral?

Por vínculos temporais. Provavelmente, o fator de maior influência no processamento de uma língua é a frequência com que ouvimos e falamos uma dada palavra ou construção gramatical. O tempo que se gasta ouvindo ou falando palavras de uma língua é subtraído daquele que passamos ouvindo e falando palavras de outra. Como ocorre com qualquer outro conteúdo de nossa memória, isso significa que, quanto menos se utilizam palavras de uma língua, mais difícil será na próxima vez que se tentar buscá-las. Então, ser proficiente em muitas línguas significa usá-las regularmente, e há um limite para o quanto se pode ouvir ou falar por dia. ■

Entender o todo a partir do nada

Os astrofísicos já se defrontaram várias vezes com regiões do universo que são grandes vazios, sem a presença de galáxias. Mas agora uma equipe de norte-americanos constatou a existência de um desses 'pontos frios' de proporções gigantescas: cerca de 500 milhões de anos-luz. A descoberta desse 'rombo' cósmico põe em xeque as atuais teorias sobre a formação do universo e acende um debate sobre esse resultado observacional. O artigo será publicado em breve no *The Astrophysical Journal*.



Uma das fortes evidências em favor do *Big Bang*, o modelo mais popular que explica a formação e a evolução do universo, é a chamada radiação cósmica de fundo (RCF), observada principalmente na faixa de radiação de microondas. Essa radiação foi emitida em uma época em que o universo era muito pequeno e quente, quando ele tinha aproximadamente a idade de 400 mil anos. À medida que ele se expandiu, foi esfriando, e hoje percebemos a RCF como o 'calorzinho' residual dos primórdios do cosmo.

O mapeamento de como a RCF está distribuída pela esfera celeste ajuda a colocar vínculos importantes nas diversas variantes de modelos de formação do universo. Embora a distribuição espacial dessa radiação seja muito homogênea, pequeníssimas flutuações da RCF, detectadas somente com instrumentos muito sensíveis, nos permitem examinar propriedades características de um universo muito jovem.

Há alguns anos, resultados de observações realizadas com o satélite WMAP (do inglês, Sonda

Figura 2. Distribuição do fluxo associado a fontes emissoras de ondas de rádio nas vizinhanças do 'ponto frio' (círculo). Regiões com maior concentração de fontes de rádio são indicadas em branco; as de menor, em preto. Vê-se que, na região do 'ponto frio' identificada pelo WMAP, há uma baixa emissão de ondas de rádio (região escura dentro do círculo), indicando uma falta de galáxias

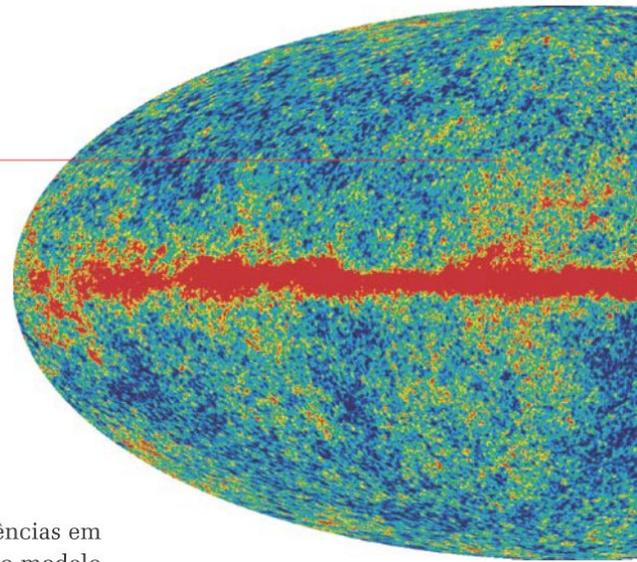
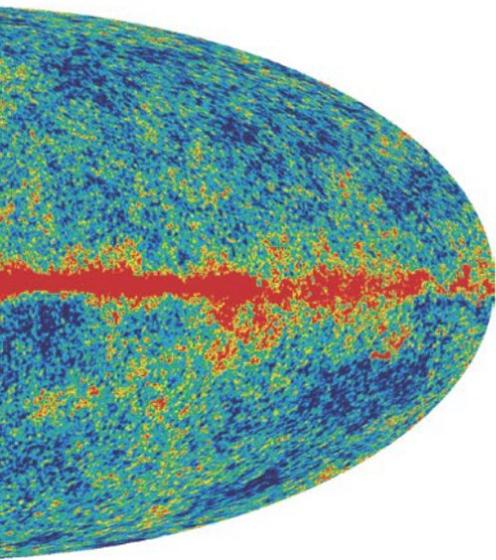


Figura 1. Distribuição de temperaturas medidas pelo satélite WMAP. As regiões azuis são mais frias que a média (de 2,725 kelvin), e as vermelhas são mais quentes. A faixa horizontal (vermelha) é o resultado da 'contaminação' por gás e poeira emissores de ondas de rádio e situados no plano de nossa galáxia

Wilkinson de Anisotropia em Microondas) produziram mapas de flutuações de temperatura, que é uma das formas de se quantificar a RCF (figura 1). Essas flutuações estão relacionadas com perturbações na distribuição de matéria que, por sua vez, deram origem à distribuição de galáxias em grande escala, como observada hoje.

Em uma análise mais detalhada da distribuição dessas flutuações de temperatura da RCF (e fazendo-se a remoção cuidadosa de 'contaminantes', como fontes de rádio de nossa galáxia e externas a ela), encontram-se regiões que estão um pouco acima (regiões vermelhas) e abaixo (em azul) da temperatura média dessa radiação para o céu todo (2,725 kelvin). Até aqui, tudo bem, pois esse é um comportamento previsto e entendido.

Entretanto, algumas dessas flutuações de temperatura no mapa da RCF estão muito abaixo de uma determinada quantia esperada, segundo os modelos vigentes. Essas regiões são denominadas 'pontos frios' e suscitam um ardoroso debate entre os astrofísicos para



arrumar alguma explicação para a existência delas.

Um desses casos extremos de 'pontos frios' foi recentemente examinado por um grupo de pesquisadores liderado por Lawrence Rudnick, do Departamento de Astronomia da Universidade de Minnesota (Estados Unidos). Eles confrontaram a região do WMAP onde se encontra esse 'ponto frio' com a distribuição de fontes emisoras de ondas de rádio obtida por meio de um mapeamento usando outro equipamento, o interferômetro VLA, nos Estados Unidos.

Utilizando ferramentas matemáticas e estatísticas robustas, os autores encontraram um significativo decréscimo no número de fontes emisoras de rádio na mesma região do céu em que se encontra aquele 'ponto frio' identificado pelo WMAP (figura 2). Esse acontecimento ocorreria ao acaso com uma probabilidade bastante baixa (0,6%).

Através de análise independente, outro grupo de astrofísicos, liderado por Jason McEwen, da Universidade de Cambridge (Reino Unido), encontrou essa correlação entre a distribuição de fontes de rádio e o mapa das flutuações da RCF feito pelo WMAP.

A existência de 'pontos frios' com temperaturas muito abaixo de um intervalo permitido tem como implicação o fato de que as perturbações primordiais (ou seja, aquelas sofridas pelo universo

em seus primeiros momentos de 'vida') não teriam uma distribuição conforme aquela esperada pela teoria (tecnicamente, essa distribuição é denominada gaussiana e, posta em um gráfico, a figura lembra um 'sino'). Isso traz como conseqüência uma necessidade de revisão substancial nos modelos vigentes que descrevem a origem do universo.

Em face desse iminente desastre, uma alternativa explorada por Rudnick e colegas é a de que existiria uma região muito grande, desprovida de galáxias, localizada a alguns bilhões de anos-luz da Terra e que teria a dimensão aproximada de 500 milhões de anos-luz de raio, produzindo o efeito observado no mapa do WMAP. Vale lembrar que cada ano-luz equivale a cerca de 9,5 trilhões de km.

Escapando da frigideira para cair na fogueira. É a isso que nos leva a proposta desse gigantesco 'vazio'. Uma região com essas dimensões e desprovida de galáxias é improvável de existir pelos cenários cosmológicos atuais. Talvez, algo menos radical, como um alinhamento ao acaso de vários 'vazios' com dimensões mais modestas possa explicar o fenômeno.

De uma forma ou outra, a explicação para esse resultado observacional ainda é uma questão de debates na literatura. Espera-se que esse mistério possa ser esclarecido com a entrada em funcionamento do satélite Planck, que fará medidas mais precisas da RCF, além de empregar técnicas mais sofisticadas como a medição de propriedades (polarização) dessa radiação. Certamente, o estudo desse grande nada (o vazio detectado) ajudará a entender o todo (nosso universo).

Márcio Antônio Geimba Maia

Grupo de Pesquisa em Astronomia, Observatório Nacional (R)

PSICOLOGIA

MULHERES E COR-DE-ROSA: CULTURAL OU BIOLÓGICO?

A cor rosa é usada para reforçar o clichê 'patricinha'. Bonecas, como a famosa Barbie, também vêm com vestuário no tom. Assim, as meninas crescem e incluem o cor-de-rosa no seu dia-a-dia. Portanto, o fato de as mulheres apreciarem o rosa é explicado por aspectos meramente culturais. Simples, não? Nem tanto. Resultados de pesquisa contradizem essa afirmação, depositando as fichas em uma causa biológica.

Anya Hurlbert, da Universidade Newcastle (Reino Unido), realizou um teste simples, porém de conseqüências surpreendentes, até para ela e colegas. Jovens adultos, homens e mulheres, foram postos na frente de pares de retângulos coloridos. Tinham que escolher a cor predileta, rapidamente. Preferência universal para ambos os sexos: azul. Porém, para as mulheres, os tons próximos ao rosa e lilás ganharam com vantagem. Tanto que os pesquisadores conseguiram indicar o sexo do participante só com base na escolha das cores preferidas.

A hipótese biológica, em detrimento da cultural, se reforçou quando, além dos 171 participantes (britânicos caucasianos), os pesquisadores incluíram na pesquisa um grupo de chineses. Novamente, resultados similares.

Hurlbert afirma que é plausível pensar que a evolução tenha selecionado os tons avermelhados porque eles são os das frutas vermelhas e dos rostos com aparência saudável. Quanto ao azul, a pesquisadora diz também preferir um argumento evolucionário. Para ela, nos tempos em que humanos habitavam as savanas, o azul do céu era a cor do bom tempo e de boas fontes de água. Segundo Hurlbert, é possível que a cultura, ao usar o rosa, esteja explorando uma preferência natural das mulheres.

Os autores agora querem testar a hipótese evolucionária em bebês, adaptando o experimento para esse público.

Current Biology, 21/08/07

FOTO: CINTHIA BERRIDGE/SXC



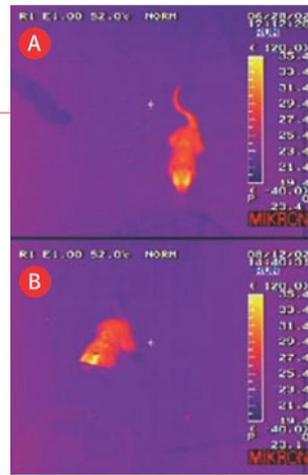
CAUDA QUENTE CONTRA COBRAS

Cascavel à vista? A melhor defesa é esquentar o rabo, para deixar bem claro para o réptil com quem ele está se metendo. Tudo indica ser essa a estratégia desenvolvida pelo esquilo terrestre da Califórnia (*Spermophilus beecheyi*) para enfrentar serpentes que só enxergam o calor emitido pelo corpo das presas. O fato surpreendente é que a cauda do roedor só fica quente se o perigo vem desse tipo de cobra. Para outras víboras, o roedor não bombeia sangue para o rabo. O achado é tido como o primeiro sistema de comunicação entre animais na faixa do infravermelho (calor).

Quando uma cobra se aproxima dos aparentemente inofensivos esquilos californianos, ameaçando a ninhada, as fêmeas costumam reagir com vigor: sacodem a cauda intensamente, além de atirar areia nos olhos do réptil e mesmo morder o intruso ameaçador. Aaron Rundus, da Universidade da Califórnia, em Davies (Estados Unidos), resolveu investigar se os roedores haviam desenvolvido algum sistema mais sofisticado para lidar com as víboras que são dotadas de um órgão sensorial na cabeça para captar o infravermelho.

A equipe de Rundus capturou esquilos

Imagens em infravermelho mostram que o esquilo terrestre californiano (destaque), ao se ver diante de uma cascavel, bombeia sangue para sua cauda, tornando-a aquecida (A), o que não ocorre no enfrentamento com uma cobra não dotada do órgão sensorial para o infravermelho (B)



californianos selvagens e, em laboratório, colocou a gaiola dos roedores em frente à das cobras, filmando o encontro por 10 minutos com uma câmera para infravermelho. Isso foi feito para cascavéis e outras cobras que não têm a capacidade de detectar a irradiação de calor. Para a surpresa dos pesquisadores, o sangue só era bombeado para a cauda no primeiro caso, fazendo essa parte do corpo atingir até 28 graus celsius.

Na segunda parte do experimento, Rundus e equipe empregaram um esquilo-robô capaz de esquentar o rabo e sacudi-lo. Se isso fosse realmente uma estratégia de defesa dos roedores, então as cascavéis deveriam reagir a eles, trocando uma posição de ataque por uma postura defensiva. Foi o que eles notaram: as cobras ficaram cerca de 20% a menos do tempo na posição

agressiva, enrolando-se, quando o rabo do robô estava quente.

Rundus explicou à *CH* que a sacudida da cauda quente pode funcionar em vários modos: i) o esquilo fica parecendo um adversário bem maior; ii) um alerta para a cascavel, sinalizando que ela que foi descoberta e que as chances de a emboscada dar certo diminuiriam bastante; iii) a cauda pode também ser um aviso de que o réptil poderá sair machucado não só desse, mas também de outros confrontos com esquilos da região.

A pergunta que resta é a seguinte: por que os esquilos não usam a estratégia do rabo aquecido para todas as cobras? Segundo Rundus, isso provavelmente deve ter um custo energético alto para os roedores.

Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 104, n. 36, pp. 14.372-14.376, 2007

DIVULGAÇÃO/AARON RUNDUS/UNIVERSITY OF CALIFORNIA, DAVIES

EM FOCO

ORQUÍDEAS E DINOSSAUROS: CONTEMPORÂNEOS • Se fosse loteria, seria um bilhete com o primeiro prêmio. Como é ciência, aquele pedacinho de âmbar, com uma abelha primorosamente bem conservada em seu interior, vale um artigo publicado em uma revista de prestígio, bem como ampla atenção da mídia mundial. O foco, no entanto, não está no inseto, mas sim no que ele carrega nas costas: pólen de uma orquídea.

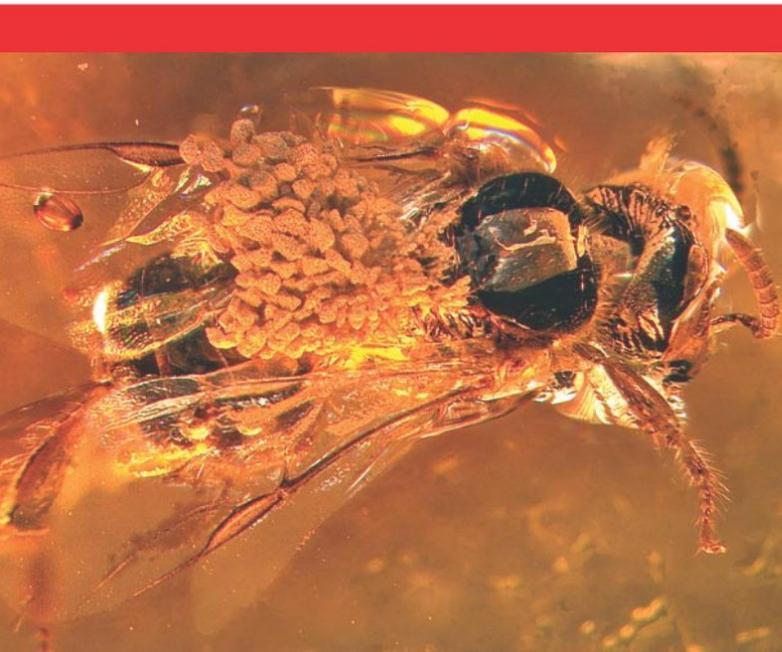
A peça tem entre 15 e 20 milhões de anos (portanto, é do período Mioceno). Mas a análise molecular do pólen permitiu aos autores estimar com precisão o surgimento das orquídeas na Terra: entre 76 e 84 milhões de anos atrás, fazendo-as contemporâneas dos dinossauros. Até agora, há quem dissesse que a maior e mais diversificada família de plantas do planeta só havia surgido cerca de 26 milhões de anos atrás, por conta da falta de registros fósseis e do tempo necessário para a formação de uma ampla rede de polinizadores. Para os adeptos da hipótese de que essas plantas eram mais velhas

(até 112 milhões de anos atrás), pesavam os argumentos: grande diversidade e ubiquidade, bem como o fato de elas serem 'primas' do aspargo, que pertence a uma família (*Asparagaceae*) muito antiga.

Calcula-se entre 20 e 30 mil espécies de orquídeas, sendo que elas representam algo em torno de 8% do total das espécies com flores no mundo. A análise da peça, de inquestionável raridade (uma das poucas conhecidas a preservar planta e polinizador) e encontrada na República Dominicana, ainda permitiu afirmar que as orquídeas, embora mais antigas, só começaram a florescer logo depois da extinção dos dinossauros, há cerca de 65 milhões de anos.

Sim, a coadjuvante: é uma abelha-sem-ferrão da espécie *Problebeia dominicana*, hoje já extinta. Um dos autores é Rodrigo Singer, do Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *Nature*, 30/08/07

CIRURGIA PARA DIABETES 2 • Obesidade (principalmente, a mórbida) pode ser corrigida com uma cirurgia na qual se corta um pedaço do intestino. O incomum nessa história é algo que os médicos notaram por acaso: em quase 100% dos casos, os pacientes com diabetes se curavam da doença. E em poucas semanas. Agora, um grupo de cirurgiões resolveu investigar, na prática, esse ‘efeito colateral’, operando sete diabéticos com peso normal ou um pouco acima dele (levemente obesos). Passados nove meses, dois deles já se livraram dos medicamentos contra o diabetes, como relata agora a equipe. Para um dos médicos, o duodeno (a primeira parte do intestino delgado e aquela cortada na cirurgia) seria responsável por um sinal químico que leva ao diabetes. Portanto, retirando-a, silencia-se a mensagem indesejada. Esclarecimento: os resultados definitivos só serão divulgados em cinco anos. A Associação Norte-americana de Endocrinologia Clínica disse, à revista *New Scientist*, já ter analisado o procedimento, mas ressaltou que ainda espera por mais dados para julgar os benefícios e os riscos da cirurgia. Dos cinco autores, quatro são do Centro para Tratamento Cirúrgico da Obesidade, do Hospital São Camilo, em São Paulo, SP (*Surgery for Obesity and Related Diseases*, v. 3, n. 2, pp. 195-197, 2007). Em tempo: entre outros números favoráveis, estudos de revisão mostraram que a cirurgia de redução de estômago para tratar a obesidade reduz em 92% o risco de morte por diabetes e em 29% aquele por causas generalizadas. (*New England Journal of Medicine*, v. 357, p. 741 e p. 753, 2007)



SANTIAGO RAMIREZ

SINTONIA FINA

Baixa escolaridade e certo descuido com a cultura geral fazem parte do estereótipo dos roqueiros. Brian May, guitarrista da ex-banda de rock britânica Queen, é a exceção ao que parece ser regra. No início da década de 1970, quando o conjunto se formou, May era doutorando em astrofísica pelo Imperial College, de Londres. Largou a pós-graduação para tocar (muito bem, por sinal) guitarra ao lado de seu colega e cantor Fred Mercury, que morreu vítima da Aids há 16 anos. May e a banda fizeram sucesso mundial com seus vocais *a la* ópera e engordaram suas contas bancárias (eles tocaram no Brasil duas vezes na década de 1980). Agora, aos 60 anos de idade, May apresentou, finalmente, sua tese de doutorado, cujo título, em tradução livre, é ‘Velocidades radiais na nuvem de poeira zodiacal’, uma peça com 48 mil palavras, além de símbolos e números, que ocupariam aproximadamente uma edição inteira da *CH*. Para isso, May, que se formou em física, passou nove meses no Imperial College e mais alguns em um observatório em La Palma, em Tenerife (a maior das ilhas do arquipélago das Canárias), fazendo observações e atualizando dados. Caso a tese seja aceita, a defesa será por volta de agosto do ano que vem.

Artigo publicado em 2005 pela pesquisadora Katherine Flegal (*Jama*, v. 293, n. 15, p. 1.861-1.867) parece ter desencadeado uma onda em prol do ‘levemente’ acima do peso, pois essa gordura a mais não colocaria em risco a saúde. O estudo mostrava que pessoas com um pouco de sobrepeso apresentavam menor risco de morte do que aquelas com o chamado peso saudável. Desde então, conta uma boa reportagem da *Scientific American* norte-americana (disponível em www.sciam.com), livros defendendo números um pouco mais altos na balança vieram ao mercado, em um movimento conhecido como ‘gordinho, mas em forma’ (tradução grosseira para *fat-but-fit movement*). Entende-se a reação, dado o padrão de extrema magreza que reina na mídia, principalmente para as mulheres. O problema é que a pesquisa de Flegal, como mostraram os especialistas, está equivocada, pois compara erradamente 1 com 2: 1) pessoas com sobrepeso, ou seja, índice de massa corporal (IMC) entre 25 e 30 (para calcular o IMC, divida seu peso, em quilos, pelo quadrado de sua altura, em metros); 2) um grupo de pessoas com IMC normal (entre 20 e 24,9) mas no qual estavam fumantes e doentes crônicos. Neste último, criticam os especialistas, a taxa de mortalidade é alta. Resumindo: Flegal estava equivocada, e obesidade, mesmo leve, aumenta o risco de morte. Qual o correto, então? Walter Willett, da Faculdade de Saúde Pública de Harvard (Estados Unidos), dá os três ingredientes fundamentais da receita: i) mantenha seu IMC entre 20 e 24,9 (preferencialmente, mais perto de 20); ii) tente voltar ao peso que você tinha aos 20 anos de idade (exceções para quem era ainda mais obeso naquela idade); iii) lembre-se daquela ‘cinturinha’ que você tinha aos 20 anos de idade? Tente também voltar àquela circunferência.

PSICOLOGIA Cérebro ilude a si mesmo nas chamadas 'viagens astrais'

EU SOU ESTE OU AQUELE ALI?

Sabe aquelas 'viagens astrais', em que a pessoa diz ter se desmembrado do corpo? Ou aqueles relatos de que, em um acidente, a vítima, próxima à morte, diz ter se visto de cima? Esses relatos (muito explorados por literaturas esotéricas de veracidade e precisão duvidosas) agora já podem ser parcialmente simulados em laboratório, com equipamentos relativamente simples, daqueles usados em jogos de realidade virtual.

Portadores de enxaqueca, epilepsia e outros distúrbios neurológicos também costumam relatar a sensação de estar fora do corpo. Intrigados com esses depoimentos, duas equipes, uma da Escola Politécnica de Lausanne (EPL), na Suíça, e outra do Instituto Karolinska (Suécia), proporcionaram aos voluntários essa sensação, ou seja,

de parecer estar lá e não aqui. Tudo tem a ver com o modo como o cérebro processa a informação. O órgão acaba iludindo a si mesmo, e o 'eu' acaba 'saindo' dos limites do próprio corpo.

Nos dois experimentos, os voluntários usaram visores para dar a sensação de tridimensionalidade. Na EPL, a pessoa via, graças a uma filmadora, a visão das próprias costas (melhorada por computação gráfica, para dar uma idéia mais vívida da imagem). Bina Lenggenhager e colegas, então, tocavam as costas dos voluntários com uma ponta de uma caneta, sendo que, simultaneamente, os voluntários viam suas costas virtuais recebendo o toque. Para os voluntários, a sensação era a de que o toque havia sido feito nas costas virtuais, fazendo-os sentir que o corpo virtual era, na realidade, o próprio corpo deles.

Depois, os voluntários foram levados alguns passos para trás de onde estavam. Aí, foi pedido a eles que voltassem (dessa vez, com os olhos vendados) para o local onde estavam inicialmente. Todos passaram do ponto certo e se deslocaram em direção

ao local onde achavam estar o corpo virtual.

Martelada no corpo

No experimento feito por Henrik Ehrsson, no Instituto Karolinska, cada voluntário, sempre sentado em uma cadeira, recebia um toque com uma varinha de plástico no peito, mas a única coisa que podia ver era as próprias costas (no caso, virtuais) sendo tocadas pelo mesmo objeto simultaneamente (figura). Todos relataram a impressão de estarem sentados em outro lugar da sala, atrás do corpo físico, exatamente onde parecia estar a imagem das costas.

Em uma variação do experimento, sensores foram ligados aos dedos dos voluntários para medir a condutância (comumente usada nesse tipo de experimento para dar uma medida fisiológica do estado emocional). Os pesquisadores, com um martelo, batiam no corpo virtual. Os sensores registraram uma alteração da condutância, e os voluntários relataram se sentir ameaçados e ansiosos.

Os estudos ajudam a entender como o cérebro gera a sensação do 'eu'. Há indícios de que a sensação de dissociação do corpo esteja localizada na intersecção entre o lobo parietal e o temporal. Não se sabe, porém, qual o papel dessas duas regiões nessa sensação.

Science, 24/08/07, p. 1.048 e 1.096



No experimento do Instituto Karolinska, o voluntário, através dos óculos especiais, podia ver suas costas com a ajuda de uma câmera. Ele está assistindo a um objeto de plástico se mover logo abaixo da câmera, tocando suas costas virtuais, ao mesmo tempo em que seu peito real é também tocado por ela

VITAMINA D E RISCO DE MORTE • Nos últimos tempos, as notícias não têm sido boas para quem consome suplementos vitamínicos: alguns deles deram evidências de que aumentam o risco de morte (ver 'Risco de morte vitamínico', em *CH* 236). Exceção: vitamina D. Quem consome uma média diária semelhante àquela das pílulas comerciais tem até 7% a menos de chance de morrer por qualquer causa em relação aos que não ingerem essa vitamina. Foram analisados 18 estudos, dos quais participaram 57.311 voluntários. Motivos da ação benéfica: desconhecidos. Hipóteses: a vitamina D evitaria a proliferação de células cancerosas ou, de alguma forma, aumentaria a ação de defesa do sistema imune. A vitamina D, que ajuda a regular o cálcio nos ossos e no sangue, é produzida naturalmente pelo organismo quando este é exposto à luz solar. Está presente em, por exemplo, óleos de peixe, fígado, gemas de ovos. (*Archives of Internal Medicine*, 10/09/07)

GEOLOGIA

DIAMANTES DE 4 BILHÕES DE ANOS

Já dizia o título do filme de 1971 do espião britânico James Bond: diamantes são para sempre. Agora, veio a comprovação experimental. Uma equipe de pesquisadores alemães identificou microdiamantes incrustados nos igualmente diminutos cristais de zircônio (ou zirconita). Resistentes a condições físicas e químicas extremas, estes últimos são os únicos ‘fósseis’ conhecidos dos primeiros 500 milhões de anos da crosta terrestre. Os fragmentos da pedra mais preciosa conhecida ajudaram a levantar controvérsias sobre as teorias que explicam os momentos iniciais da Terra.

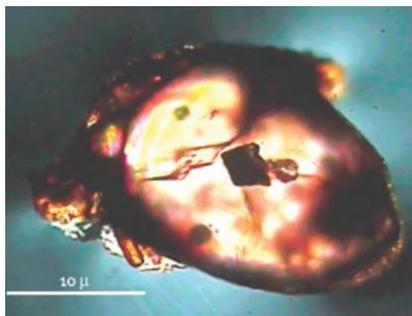
As análises indicaram que os microdiamantes, descobertos na Austrália, têm pouco mais de 4 bilhões de anos. Até aí, apenas uma descoberta interessante, se não fosse o fato de ela vir acompanhada da intrigante pergunta: como esses diamantes se formaram?

Tudo indica que foi sob condições extremas de pressão, pois as diminutas amostras têm estrutura semelhante aos diamantes convencionais, desses que são vendidos em joalherias (por sinal, o mais antigo deles tem cerca de 3 bilhões de anos).

Os diminutos fragmentos de zirconita (cerca de 0,3 mm de diâmetro) e seus ainda menores diamantes estão remoendo a história da Terra, pois as explicações apresentadas pelos autores, liderados por Martina Menneken, da Universidade Wilhelms (Alemanha), para a formação dos diamantes não convenceram Ian Williams, da Universidade Nacional Australiana, que comentou o artigo na mesma edição.

Há duas hipóteses fortes sobre o cenário que prevaleceu no período Hadeano, que vai de 4,5 bilhões de anos atrás até a formação das primeiras rochas, cerca de 500 milhões de anos depois: i) isso aqui era o ‘inferno’, com lava derretida cobrindo praticamente todo o planeta; ii) estudos também com base em cristais de zircônio defendem que a Terra esfriou rapidamente, cerca de 200 milhões de anos depois de formada, permitindo, então, a condensação da água. Nas palavras do comentarista, a descoberta dos diamantes oferece algum alívio para o primeiro cenário, ao mesmo tempo em que revigora o questionamento do segundo.

Em resumo, os diamantes trouxeram apenas uma certeza: a de que é necessário mais estudos para descobrir se a Terra, no período Hadeano, era quente ou não. *Nature*, 23/08/07

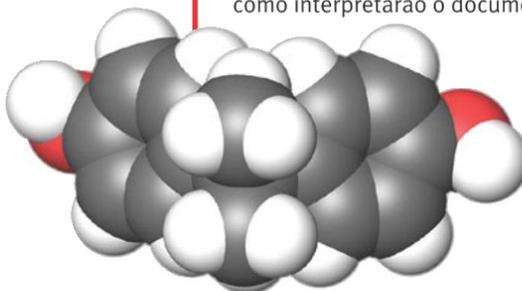


Cristal de zircônio com diamante (ao centro) incrustado

SINTONIA FINA

A seção de cartas da revista *The Lancet* (08/09/07) traz um manifesto com 266 assinaturas de profissionais de quase 20 países sobre um tema melindroso que o Brasil conheceu de perto principalmente nos tempos da ditadura: tortura com supervisão médica. A carta cita o 30º aniversário da morte do líder sul-africano Steve Biko em função de ferimentos na cabeça durante interrogatório (o governo da época alegou morte por... greve de fome). Os esforços de médicos sul-africanos levaram à condenação de dois colegas depois de oito anos. E, nesses casos, vale citar os nomes: Benjamin Tucker, por má conduta, perdeu o registro profissional; Ivor Lang, também declarado culpado, recebeu apenas uma reprimenda. A carta segue mostrando preocupação com o que ocorre no momento em Guantánamo (Cuba), onde os Estados Unidos mantêm os prisioneiros da chamada guerra ao terror. Um dos signatários do manifesto, David Nicholl, do Departamento de Neurologia do Hospital Municipal de Birmingham (Reino Unido), disse ter pedido explicações quanto à participação de médicos para conselhos estaduais de medicina e para a própria Associação Médica Norte-americana. Desta última, não recebeu resposta. Das outras, vieram cartas em que alegam “falta de jurisdição” ou em que, depois de “minuciosas investigações”, não havia evidências de má conduta. O texto termina dizendo que “a atitude do estabelecimento médico norte-americano passa a ser o de ‘não vejo, não ouço, não falo.’”

Resolução de uma comissão federal norte-americana: bisfenol A, uma substância usada em embalagens de comida e artefatos para bebês (mamadeiras, chupetas, mordedores etc.), pode ter efeitos neurológicos sobre crianças e fetos. A substância, que guarda semelhança com hormônios, é também usada como revestimento interno de latas de alimentos. A comissão, ligada ao Programa Nacional de Toxicologia, não pediu o banimento do bisfenol, mas expressou preocupação. Isso irritou os ambientalistas, que acusaram a comissão de ser pró-indústria. Foram analisados cerca de 500 trabalhos sobre o assunto, mas apenas 1% deles obedecia às normas estabelecidas previamente pela comissão. No entanto, entre estes, havia indícios de que a substância poderia causar tanto problemas neurológicos quanto comportamentais em fetos de camundongos expostos ao bisfenol A. O relatório será publicado na revista *Reproductive Toxicology*. As agências reguladoras norte-americanas, até o fechamento desta edição, não haviam se pronunciado sobre como interpretar o documento.



Concepção artística de uma molécula de bisfenol A. Em vermelho, átomos de oxigênio; em branco, hidrogênio; em cinza, carbono

GLAUCOMA E ALZHEIMER?

A ligação só pode ser classificada como surpreendente: glaucoma e Alzheimer podem ter uma causa comum. Drogas usadas para tratar esta última fizeram efeito sobre a primeira.

Sinais que despertaram a suspeita de conexão entre quadros tão díspares: i) a degeneração causada pelo aumento da pressão intra-ocular nas células que transmitem o sinal até o cérebro permanece nos portadores de glaucoma mesmo depois que a pressão é controlada; ii) essas células, segundo estudos recentes, produzem a proteína beta-amiloide, a mesma que forma as placas cerebrais encontradas em portadores de Alzheimer e que supostamente são a causa desse quadro neurodegenerativo; iii) portadores de Alzheimer têm maior probabilidade de sofrer danos no nervo óptico e perder a visão.

Com base nessas evidências, Francesca Cordeiro, do University College London (Inglaterra), resolveu investigar a conexão usando ratos de laboratório. Para isso, induziu neles um quadro seme-

lhante ao glaucoma e percebeu um aumento da produção de beta-amiloide nas células do nervo óptico, principalmente naquelas que morreram em função da doença. Em outro experimento, os pesquisadores injetaram uma variação da proteína nos olhos dos roedores sem glaucoma. Constataram que, quanto maior a dose, maior era o número de células mortas no nervo.

Em um terceiro experimento, a equipe de Cordeiro tratou os ratos portadores de glaucoma com três drogas (uma delas de uso comercial) que bloqueiam a formação das placas de beta-amiloide. O melhor cenário foi aquele em que os três compostos estavam combinados.

Cordeiro acha que a formação das placas nos dois quadros tem um mecanismo comum. No entanto, como apontaram especialistas, é possível que, assim como se suspeita no Alzheimer, as placas sejam consequência de uma causa ainda desconhecida.

Proceedings of the National Academy of Science, 14/08/07



Operária com o parasita Varroa jacobsoni em seu dorso

ARIS/USDA/SCOTT BAUER

O CASO DO SUMIÇO DAS ABELHAS: RESOLVIDO?

• Uma colmeia farta. E, de repente, somem as operárias. Rastros? Nenhum. Onde foram parar as abelhas? Esse mistério, denominado desordem do colapso da colônia (DCC) e que já atingiu entre 50% a 90% dos criadores norte-americanos, tem agora um suspeito: o vírus israelense da paralisia aguda (IAPV, na sigla em inglês), descoberto recentemente por um pesquisador de Israel. Depois de cinco meses de trabalho intenso, os pesquisadores sequenciaram o código genético da microflora das abelhas da espécie *Apis mellifera*, incluindo bactérias, vírus e fungos. Um dos autores asseverou: se o vírus for encontrado em uma colônia, há 96% de chances de ela colapsar. Outro acha que o quadro é multifacetado: além do IAPV, também estariam envolvidos parasitas, estresse e pesticidas, por exemplo. O mais intrigante do DCC é que uma colmeia aparentemente sadia começa a perder as operárias. Elas simplesmente somem, sendo que os corpos não são encontrados nem dentro, nem nas redondezas da colônia. Elas saem para o trabalho diário de coleta de alimento e somem. Sem pistas. Ficam só a rainha e poucas súditas, que acabam morrendo de fome. As colônias de abelhas em Israel também sofreram um problema semelhante (foi aí que o vírus foi identificado), mas, lá, as operárias morriam dentro das colmeias. O mistério, de certa forma, continua: por que os ‘cadáveres’ desaparecem sem pistas? (*Science*, 07/09/07). Ver também ‘Colmeias vazias’, em *CH* 241.

CORANTES, CONSERVANTES E HIPERATIVIDADE • Substâncias usadas para dar cor e preservar alimentos acentuam o comportamento hiperativo de crianças que estão no meio da infância (por volta dos oito ou nove anos de idade). Segundo os autores, essa constatação serve para a população em geral e não só para crianças portadoras do quadro conhecido como hiperatividade extrema. Foram estudadas 153 crianças de três anos de idade e 144 entre oito e nove anos. Elas receberam, aleatoriamente, três tipos de bebidas: i) com o conservante benzoato de sódio; ii) com uma ou duas misturas distintas contendo corantes e conservantes comumente empregados em alimentos infantis; iii) uma bebida inócua (placebo). O comportamento foi julgado por pais e professores, com base em um questionário padrão. No cômputo geral, quando comparadas ao placebo, as misturas foram as que mais aguçaram o comportamento hiperativo. Para os autores, os corantes são supérfluos e, portanto, poderiam ser eliminados dos alimentos infantis. No entanto, o benzoato de sódio desempenha uma função importante, o que torna difícil fazer com que a indústria pare de usá-lo. (*The Lancet*, 06/09/07 online)



Cássio Leite Vieira
Ciência Hoje/RJ

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, EUREKALERT EXPRESS, THE PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY, BBC SCIENCE/NATURE, NEW SCIENTIST, NANOTECHWEB NEWS ALERT, FOLHA DE S. PAULO, AGÊNCIA FAPESP, CELL PRESS, CHANDRA DIGEST, ASTROPHYSICAL JOURNALS, GRAVITY PROBE B UPDATE, INTERACTIONS NEWS WIRE, MEDICAL NEWS TODAY, ALPHAGALILEU, ROYAL SOCIETY LATEST UPDATE, SCIDEV.NET, UNIVERSO FÍSICO, SCIDEV.NET WEEKLY UPDATE, PICKED UP FOR YOU (H. WACHSMUTH / CERN)

Galinhas assassinas

Franklin Rumjanek

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



O modelo de origem das espécies por seleção natural foi, como se sabe, elaborado e escrito ao longo de 20 anos, com grande atenção aos detalhes, e bem ao estilo de Charles Darwin (1809-1882): repleto de exemplos que praticamente cercaram por todos os lados a idéia central. Embora tenha produzido um texto essencialmente generalista, o naturalista inglês não incluiu os humanos em sua análise de propósito, por julgar que essa obra monumental – o livro *A origem das espécies* – já seria suficientemente incendiária, mesmo sem o *Homo sapiens*.

Darwin reservou suas especulações sobre os humanos para outro livro, de igual importância: *A descendência do homem*. Nesse livro, motivado principalmente por sua aversão ao escravagismo, Darwin reuniu um enorme conjunto de argumentos para mostrar que as raças se originaram não de ancestrais diferentes, como se queria acreditar então (o poligenismo), mas de uma mesma população comum que, ao longo das gerações, se diversificou apenas por meio de seleção sexual. Desse modo, ele contribuiu de modo decisivo para derrubar decisões e ações políticas que justificavam a exploração de humanos, como se fazia e ainda se faz em algumas sociedades.

Mesmo a cautela de Darwin não impediu que os supostos ‘amigos’ da hipótese da seleção natural a usassem para seus próprios fins. O filósofo inglês Herbert Spencer (1820-1903), por exemplo, era um profundo admirador de Darwin, mas de certa forma subverteu suas idéias, criando o que é chamado hoje de darwinismo social. Foi ele – e não Darwin – o criador da expressão “sobrevivência do mais apto”, um bordão que viria a ficar intimamente associado com as tentativas de validar a divisão das classes sociais com base na ciência.

Casos extremos da corrupção da seleção natural tomaram formas bem conhecidas, como o nazismo e outras tentativas de implantar a ‘limpeza’ étnica. Por ironia, um primo de Darwin, o antropólogo Francis Galton (1822-1911), também usou a seleção natural para alavancar a eugenia, acreditando que muitas características comportamentais e culturais eram herdadas. A eugenia ainda alimentou e alimenta os movimentos sociais que pretendem aperfeiçoar o ser humano por meio de intervenções como, por exemplo, o acasalamento controlado. O projeto *Le-*

bensborn (‘fonte da vida’, em alemão), coordenado pelo comandante nazista Heinrich Himmler (1900-1945), ilustra muito bem essa forma de pensar. Himmler pretendia aumentar a frequência de arianos, a suposta raça pura germânica, por meio – entre outros métodos – de cruzamentos selecionados, uma tentativa simplista, típica de quem desconhece a biologia.

Felizmente, o darwinismo social não se misturou à teoria original. Como já se afirmou antes, o darwinismo propriamente dito é ciência e o darwinismo social uma ideologia – os dois não devem ser confundidos jamais.

O darwinismo propriamente dito é ciência e o darwinismo social uma ideologia

Curiosamente, experimentos realizados com animais e que teriam o potencial de inspirar novos Himmlers acabaram introduzindo sobriedade no assunto. Esse foi o caso das galinhas de William Muir, geneticista da Universidade Purdue (Estados Unidos) que trabalha com melhoramento animal. Ele queria aumentar a produção de ovos por meio de cruzamentos selecionados. Para isso, usou duas abordagens. Na primeira, selecionou, entre galinhas de várias gaiolas, as nove melhores poedeiras e a partir desse grupo produziu as gerações seguintes. Nesse caso, escolheu apenas os indivíduos produtivos. Na segunda abordagem, usou como matrizes para as próximas gerações todas as galinhas das gaiolas mais produtivas. Portanto, selecionou as gaiolas e não os indivíduos.

Após seis gerações, Muir avaliou os resultados e verificou, para sua surpresa, que do primeiro experimento sobraram só poucas galinhas, sem penas e com péssima produção de ovos. As outras haviam sido assassinadas a bicadas pelas sobreviventes. Conclusão: as aves originalmente mais produtivas só obtiveram sucesso em razão da eliminação das competidoras. Em outras palavras, Muir havia selecionado a subpopulação mais agressiva da comunidade. Já a segunda abordagem resultou em galinhas sadias e com produção de ovos mais alta do que antes. Moral da história: é mais prudente aceitar o darwinismo em seu sentido mais estrito, do qual faz parte o altruísmo, do que arriscar a imprevisibilidade de uma doutrina nebulosa. ■

MICROBIOLOGIA



O FRACASSO DO



O bioterrorismo, ou seja, a ameaça ou o uso deliberado de agentes biológicos para causar medo, doença ou morte, é um tema freqüente nos meios de comunicação, muitas vezes tratado de modo sensacionalista. Esse tipo de ato terrorista passou a preocupar a população após os atentados com o antraz (bactéria extremamente tóxica) nos Estados Unidos, em 2001. No entanto, embora algumas estimativas a respeito dos possíveis impactos de ataques com microrganismos patogênicos sejam apavorantes, até o momento essa modalidade de terrorismo só conseguiu, nas últimas seis décadas e em todo o mundo, causar a morte de cinco pessoas e 33 cabeças de gado.

Jack Woodall

Departamento de Bioquímica Médica,
Universidade Federal do Rio de Janeiro
e Centro de Controle de Armas (Estados Unidos)

BIOTERRORISMO

O líder hebreu Moisés foi o primeiro bioterrorista. De acordo com a *Bíblia*, ele liberou as 10 pragas, entre elas piohos, moscas e um tipo de peste de gado, para convencer o faraó a libertar o povo hebraico da escravidão no Egito e deixá-lo partir para a 'terra prometida'. Essa ação encaixa-se perfeitamente na definição de bioterrorismo: ameaça ou uso de agentes biológicos por indivíduos ou grupos por motivos ideológicos (políticos, religiosos, ecológicos etc.) para causar medo, doença ou morte e, assim, atingir seus objetivos. É, portanto, diferente da guerra biológica. Nesta, exércitos nacionais usam armas biológicas contra outras nações. Isso significa, por exemplo, que as armas biológicas de destruição em massa, que, segundo o governo norte-americano, o ditador iraquiano Saddam Hussein produzia, seriam em princípio destinadas à guerra biológica, e não ao bioterrorismo.

Lançamento de pragas sobre o Egito por Moisés – diante do faraó, em um quadro de Gustave Doré – representa o primeiro ato bioterrorista conhecido

Muitos vírus, bactérias, protozoários e outros organismos que causam doenças ou produzem fortes toxinas podem ser empregados em atentados bioterroristas, mas alguns são considerados as ameaças principais. Segundo uma

lista elaborada pelos Centros de Controle e Prevenção de Doenças (CDCs), dos Estados Unidos (com base na virulência do agente biológico, na capacidade de infectar pessoas pelas vias respiratórias e na estabilidade no meio ambiente), as mais perigosas armas, em caso de guerra biológica ou bioterrorismo, seriam o bacilo do antraz (*Bacillus anthracis*), o bacilo do botulismo (*Clostridium botulinum*), a enterobactéria da peste bubônica (*Yersinia pestis*) e a bactéria da tularémia ou febre dos coelhos (*Francisella tularensis*), além dos vírus da varíola e de febres hemorrágicas (como o Ebola, o Marburg, certos hantavírus e outros).

É preciso salientar que o bioterrorismo inclui não apenas ataques contra populações humanas, mas também contra animais de criação e safras. Em 1952, durante o conflito no Quênia (África), de tribos locais contra o governo colonial britânico, conhecido como Revolta Mau Mau, os rebeldes – em um ato de bioterrorismo – usaram a seiva de uma planta africana, provavelmente da família das euforbiáceas, para envenenar o gado de fazendeiros ingleses (a seiva, branca, se pare-

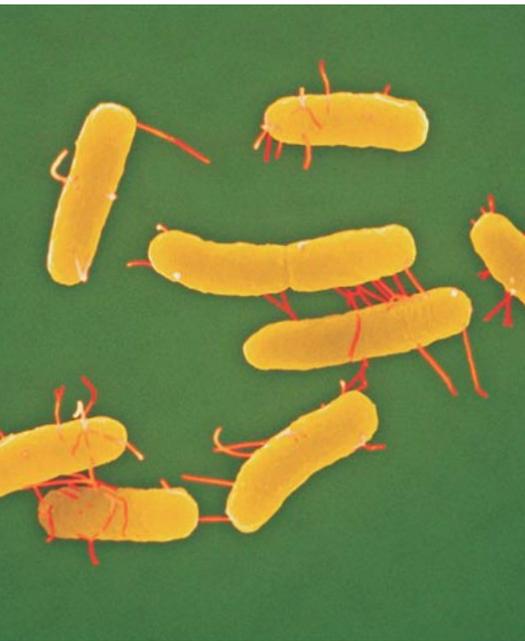


FOTO DENNIS KUNKEL/LAINSTOCK

A bactéria *Salmonella typhimurium* (à esquerda), que causa infecção intestinal, foi disseminada em restaurantes, em 1984, por seguidores do guru Bhagwan Rajneesh

ce com leite, mas é altamente tóxica). Morreram 33 animais, um resultado pouco significativo.

Do ponto de vista de um terrorista, as armas biológicas apresentam três vantagens principais.

Em primeiro lugar, essas armas, assim como as químicas, oferecem uma excelente relação entre seu custo e as mortes que podem provocar. Calcula-se, por exemplo, que a morte de apenas um soldado, em uma guerra, exige o disparo de várias toneladas de balas com armas automáticas. Os caminhões-bombas empregados por terroristas suicidas no Iraque, em outro exemplo, podem matar ou ferir até 200 pessoas. Armas biológicas podem ser bem mais letais. Isso foi comprovado na China, na década de 1940, durante a Segunda Guerra, quando os japoneses usaram aviões pequenos para dispersar bactérias (como *Salmonella*, que causa disenteria aguda, *Rickettsia*, que causa tifo, *Y. pestis* e outras) que teriam matado, segundo investigações realizadas após a guerra, dezenas de milhares de chineses (alguns relatos falam em 200 mil mortes). Infelizmente para as tropas japonesas, mudanças nos ventos levaram algumas das bactérias até elas e 10 mil soldados teriam morrido de doenças causadas por esses microrganismos.

Em segundo lugar, armas biológicas são muito difíceis de detectar pelos sistemas de segurança atuais. Podem, por exemplo, ser levadas de um lado a outro com relativa facilidade por pessoas devidamente treinadas e vacinadas, e não são identificadas por equipamentos de detecção de armas, explosivos e substâncias químicas. Finalmente, elas têm o potencial de causar pânico em massa, o que também ajuda os terroristas a alcançar seus objetivos.

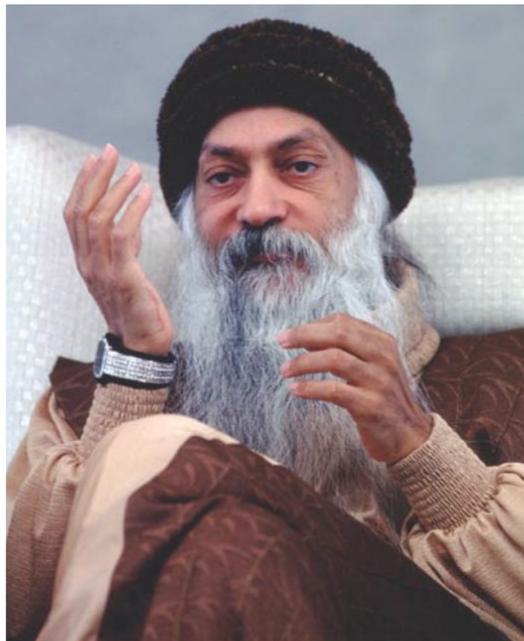


FOTO MATTHEW NATHANS/GETTY IMAGES

Existem várias estimativas – muito diferentes – do número de doentes e mortos que resultaria de um ataque com armas biológicas. Se tomarmos por base a dose letal da toxina de botulismo tipo A (1 ng/kg), podemos calcular que 400 g desse composto, puro, seriam suficientes para matar toda a população mundial. Evidentemente, esse cálculo é absurdo, pois se baseia na hipótese de que a dose letal exata alcançaria cada pessoa e teria 100% de eficácia, e sabemos que a maior parte do material (microrganismo ou toxina) lançado sobre uma região se dispersaria sem entrar nas vias respiratórias dos seres vivos. No caso do uso de microrganismos, muitos seriam elimi-

nados por fatores como clima seco, radiação ultravioleta vinda do Sol e substâncias químicas nocivas presentes no ambiente. O material lançado só entraria no corpo de uma parcela da população, e mesmo assim em doses variáveis. O resultado seria que nem todas as pessoas adoeceriam, e menos ainda morreriam.

AS TENTATIVAS MAIS RECENTES

Nas últimas duas décadas, várias ameaças ou atentados bioterroristas ocorreram no mundo, mas em quase todos os casos os grupos ou indivíduos responsáveis não atingiram o objetivo de matar pessoas. Em 1984, uma comunidade religiosa liderada pelo guru Bhagwan Shree Rajneesh, no estado de Oregon (Estados Unidos), entrou em uma disputa com as autoridades sobre o domínio político de um condado (The Dalles). Para evitar que muitos habitantes dessa vila votassem, em uma eleição, contra o candidato favorável à seita, integrantes do grupo religioso espalharam, em bufês de salada de vários restaurantes em The Dalles, a bactéria *Salmonella typhimurium*, que provoca uma aguda infecção gastrointestinal, com dores, diarreia, náusea e vômitos.

A seita, que já dominava uma vasta área na região, com correios, aeroporto, polícia e escolas próprios, cultivou a bactéria em um laboratório de um posto de saúde também seu. A intenção era a de envenenar, mas não matar, um número suficiente de elei-

tores do condado para deixar o campo livre para que os seguidores do guru elessem o candidato preferido. O atentado fez com que 751 pessoas adoecessem, sem nenhuma morte, mas não conseguiu mudar a situação a favor da comunidade religiosa. Na época, curiosamente, o surto infeccioso foi tratado pelas autoridades como tendo origem natural, mas anos depois uma laboratorista que trabalhava para a seita confirmou, em confissão voluntária, a produção da bactéria e seu uso deliberado em The Dalles.

No final da década de 1980, outro guru, dessa vez um japonês quase cego, Shoko Asahara, fundou uma seita religiosa que denominou Aum Shinrikyo ('verdade suprema', em seu idioma), previu o fim do mundo para 1999, durante uma guerra nuclear, e pensou em derrubar o governo do Japão e substituí-lo por um governo religioso chefiado por ele. A seita, que tinha entre seus seguidores profissionais formados em engenharia, ciência e medicina, começou a pesquisar armas químicas, biológicas e nucleares, com a intenção de utilizá-las em uma campanha de âmbito mundial.

Vale destacar que, além das próprias bactérias e vírus, podem ser empregadas como armas biológicas algumas toxinas de origem natural, como a botulínica, sintetizada pela bactéria *C. botulinum*, que prolifera em ambientes sem oxigênio (latas fechadas de alimentos mal esterilizados, por exemplo) e a ricina, extraída das sementes da mamona (*Ricinus communis*), planta da qual é obtido o óleo de ricino. Em fevereiro de 1990, Asahara e outros 24 integrantes da seita candidataram-se nas eleições para o Parlamento japonês, mas nenhum foi eleito. Talvez por vingança, eles fabricaram a toxina botulínica, adaptaram um carro para dispersá-la através do cano de descarga e deram muitas voltas em torno do edifício do Parlamento, mas não houve vítimas (não se sabe o que ocorreu com o motorista do carro). Entre 1990 e 1995, seguidores da Asahara fizeram o mesmo em torno de algumas bases militares norte-americanas no Japão. Embora autoridades dos Estados Unidos estimem que a dispersão dessa toxina (sem definir a quantidade) a partir de determinado ponto seria capaz de incapacitar ou matar 10% das pessoas em um raio de 500 m, os atentados da seita japonesa às bases não tiveram qualquer efeito – e só foram descobertos anos mais tarde.

Em 1991, uma nova ameaça bioterrorista ocorreu nos Estados Unidos. Um grupo de extrema direita denominado Conselho de Patriotas de Minnesota comprou equipamentos laboratoriais para fabricar a ricina, com a intenção de matar delegados e fiscais locais, em protesto contra os impostos. No entanto, um dos integrantes brigou com a esposa, que o denunciou à polícia, e o grupo foi preso antes que pudesse prosseguir com o plano.

Shoko Asahara, continuando sua busca por armas biológicas, enviou integrantes da seita ao Zaire (hoje República Democrática do Congo, na África), em outubro de 1992, para obter uma amostra do vírus Ebola, agente de uma febre hemorrágica com alto índice de mortalidade. Felizmente, eles não conseguiram o vírus. Em junho de 1993, a seita tentou abalar a festa de casamento do príncipe Naruhito, herdeiro do trono imperial, dispersando de novo a toxina botulínica de um carro no centro de Tóquio, mas de novo não teve êxito.

Em julho de 1993, a mesma seita dispersou uma nuvem da bactéria de antraz (*B. anthracis*) do teto de um edifício de oito andares na capital japonesa, Tóquio. Ninguém da vizinhança caiu doente, e os investigadores, anos depois, descobriram que a cepa de antraz dispersada foi uma usada na produção de vacinas e, portanto, inócua. Não se sabe, porém, se o ataque falhou por erro dos cientistas da seita ou se era apenas um teste do método. Ao serem presos, os integrantes da seita confessaram que a intenção desta era provocar uma epidemia de antraz, por acreditar que isso resultaria em uma guerra mundial e que, após o conflito, Asahara seria coroado imperador do mundo.

Empregada nas cartas que mataram cinco pessoas nos Estados Unidos, em 2001, a bactéria causadora do antraz (à esquerda) já tinha sido usada, no Japão, pela seita comandada pelo guru Shoko Asahara

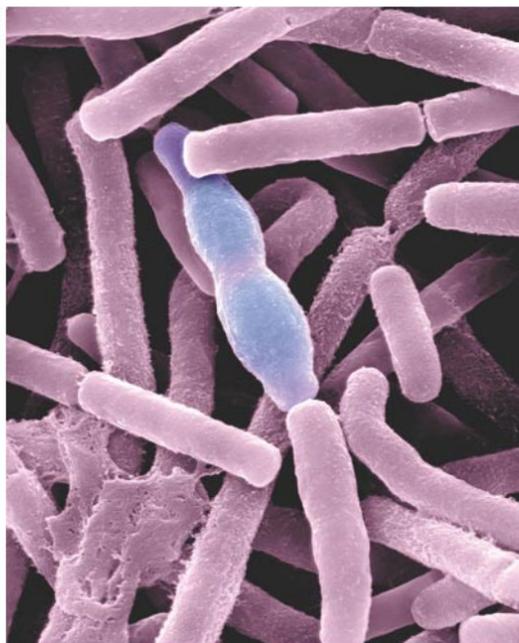


FOTO © PHOTODISC/LATINSTOCK



FOTO GEORGES DE KEERLE/EPH/CORBIS SYGMA/LATINSTOCK

PESQUISA E ENGAJAMENTO

Virólogo de formação, o autor tem especialização em febre amarela, dengue e outras febres hemorrágicas virais, como as da Bolívia e de Criméia-Congo, que causam uma infecção aguda semelhante à do vírus Ebola. Além das atividades acadêmicas, no Brasil, integra o Centro de Controle de Armas (ACC, na sigla em inglês), um grupo de trabalho de cientistas criado em 1989 e dedicado à prevenção do desenvolvimento de agentes biológicos e químicos como armas, à promoção de medidas internacionais para monitorar atividades de bioterrorismo e de cooperação global para combater doenças infecciosas, à educação ética de biocientistas e ao acompanhamento das atividades de biodefesa e antibioterrorismo nos Estados Unidos (<http://armscontrolcenter.org>). Também é co-fundador e editor-associado da lista do Programa de Monitoramento de Doenças Emergentes (ProMED), na internet, uma conferência eletrônica sobre doenças infecciosas e toxinas emergentes, criada em 1994 e que avalia, com a ajuda de especialistas, a origem (natural ou provocada por bioterroristas) de surtos considerados suspeitos (www.promedmail.org).



A seita de Asahara é mais conhecida pelo ataque com o gás neurotóxico sarin no metrô de Tóquio, em 1995, que matou 12 pessoas, causou problemas de saúde em cerca de mil outras, espalhou pânico na cidade e fez com que esse líder e alguns seguidores fossem condenados à forca. Entretanto, esse ataque não é considerado bioterrorismo, já que foi utilizada uma toxina química (o gás sarin) e não uma biológica.

A lista de ocorrências continua em 1999, quando o norte-americano James Gluck enviou uma carta a juízes do condado de Jefferson, no estado do Colorado (onde já havia residido), ameaçando usar uma arma biológica. A polícia o prendeu em novembro, em Tampa, no estado da Flórida, e achou em sua

casa a receita e materiais adequados para fabricar a toxina ricina. Embora Gluck não tenha conseguido fabricar a toxina, a carta ameaçadora incluiu esse caso na definição de bioterrorismo.

Em janeiro de 2003, a polícia inglesa prendeu em Londres seis argelinos que estavam em um apartamento onde foram encontrados traços da toxina ricina. Segundo a confissão de um dos presos, eles teriam sido treinados na Chechênia, república da Federação Russa, e na República da Geórgia, integrante da União Soviética. O lote da toxina aparentemente foi retirado do apartamento antes da chegada dos policiais.

Todas essas ameaças ou atentados com armas biológicas fracassaram no objetivo de matar pessoas e provocar pânico. O único ato de bioterrorismo bem-sucedido nas últimas décadas ocorreu em 2001, nos Estados Unidos, logo após o violento atentado de 11 de setembro daquele ano, quando dois aviões comerciais foram lançados contra as ‘torres gêmeas’ do World Trade Center, em Nova York (provocando o seu desabamento e a morte de milhares de pessoas), e outro contra o edifício do Pentágono, em Washington. Ainda em setembro e no início de outubro algumas cartas contendo a bactéria do antraz em pó foram enviadas pelos correios a personalidades da imprensa norte-americana e a dois senadores. As cartas infectaram cerca de 20 pessoas e mataram cinco – curiosamente, nenhum dos destinatários morreu, principalmente porque as cartas foram abertas por secretárias.

O ato terrorista provocou pânico em grande número de pessoas e fez com que as autoridades fechassem o edifício do Senado e muitas agências dos correios, com perdas de milhões de dólares, sem contar os custos de descontaminação dos prédios. Até hoje, o responsável não foi preso. O motivo do atentado permanece desconhecido, mas se foi para chamar a atenção para a vulnerabilidade dos Estados Unidos a um ataque biológico (como parecem indicar as mensagens enviadas junto com o antraz), sem dúvida teve grande sucesso, inclusive conseguindo aumentar as verbas federais para pesquisas ligadas à biodefesa.

Durante esse evento, pude seguir de perto os acontecimentos por meio de relatórios encaminhados à página na internet do Programa de Monitoramento de Doenças Emergentes (ProMed), que acompanha e divulga notícias de surtos de doenças infecciosas e toxinas emergentes. Na época, o responsável na Casa Branca pelo acompanhamento dos atentados, o médico Donald A. Henderson, disse que muitas informações foram obtidas por meio da emissora de televisão CNN e da página do Programa de Monitoramento de Doenças Emergentes, o que aumentou o prestígio dessa iniciativa.

GETTY IMAGES

Após os ataques reais nos Estados Unidos, pessoas irresponsáveis em muitos países, inclusive no Brasil, aproveitaram o ocorrido para fazer brincadeiras de extremo mau gosto, enviando envelopes com pó branco e a mensagem falsa de que se tratava de antraz. Esses atos causaram medo aos destinatários dessas cartas e muito trabalho caro e desnecessário a sistemas nacionais de segurança e a laboratórios.

Diante da possibilidade de novos atentados bioterroristas, os Centros de Controle e Prevenção de Doenças dos Estados Unidos têm desenvolvido planos de resposta no caso de futuros ataques. Esses Centros buscam formas de controlar as infecções provocadas por todos os agentes incluídos na lista das ameaças maiores. Hoje, só estão disponíveis vacinas para antraz e varíola, mas mesmo essas vacinas não são recomendadas para aplicação rotineira no público em geral, porque foram desenvolvidas para uso militar e não estão devidamente testadas em crianças e idosos. A Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Organização Pan-americana da Saúde (Opas) também têm planos para eventuais atentados biológicos. Esses planos incluem, além da vacinação em massa, a montagem de infra-estrutura (hospitais e laboratórios) e a organização estratégica de todas as operações, incluindo descontaminação de áreas, mobilização de pessoal médico e técnico, transportes e outras.

UM FRACASSO RETUMBANTE

Até agora, as ações dos bioterroristas produziram baixas em apenas dois atentados: os promovidos pelos seguidores de Rajneesh em 1984 (apenas adoecimentos, sem mortes) e os do criminoso desconhecido que enviou as cartas com antraz em 2001. Os vários atentados da seita Aum Shinrikyo com armas biológicas, no Japão, falharam, embora contassem com uma equipe de microbiólogos pós-graduados e com todo o equipamento de laboratório necessário. O fato de que mesmo um grupo com tantos recursos não conseguiu produzir nenhuma arma biológica que funcionasse direito parece indicar que o bioterrorismo, apesar da preocupação e do sensacionalismo que desperta, não representa uma ameaça tão drástica.

Entretanto, a incerteza sobre o real perigo das armas biológicas continua, por causa do êxito na produção de uma quantidade suficiente de antraz para enviar várias cartas aos alvos, como aconteceu em 2001. As investigações e análises sobre esse



Cartaz divulgado pelo serviço de correios dos Estados Unidos, após os atentados com antraz, listava os cuidados a serem tomados com correspondências suspeitas

SUGESTÕES PARA LEITURA

- ERCOLE, F. F. & COSTA, R. S. 'Protocolos de cuidados frente a doenças decorrentes de bioterrorismo', in *Revista latino-americana de enfermagem*, v. 11, n. 4, p. 516, 2003.
- LEVI, G. C. & KALLÁS, E. G. 'Varíola, sua prevenção vacinal e ameaça como agente de bioterrorismo', in *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 48, n. 4, p. 357, 2002.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. 'Respuesta de la salud pública a las armas biológicas y químicas: guía de la OMS'. Washington, Organización Pan-americana da Saúde, 2004.
- RABINOVITCH, L. & LOURENÇO, M. C. 'Bacillus anthracis, pós e bioterrorismo', in *Jornal brasileiro de patologia e medicina laboratorial*, v. 39, n. 1, p. 49, 2003.
- SILVA, L. J. 'Guerra biológica, bioterrorismo e saúde pública', in *Cadernos de saúde pública*, v. 17(6), p. 1519, 2001.

atentado deixaram uma dúvida que ainda é tema de muita polêmica: o antraz foi produzido por um grupo, apenas por um bioterrorista ou o material foi roubado de um laboratório militar, nos Estados Unidos ou em outro país? De uma forma ou de outra, a quantidade disponível de antraz foi, ao que tudo indica, bastante limitada – só foram encontradas sete cartas contaminadas. Se houvesse material suficiente para enviar uma carta para cada um dos 50 estados norte-americanos, o atentado poderia ter paralisado o serviço de correios do país, com grande repercussão econômica.

Um aspecto curioso das medidas adotadas após os atentados com antraz foi a retenção por dois meses, para possível descontaminação, de toda a correspondência enviada aos senadores, em Washington. Ao que parece, porém, nenhum senador reclamou. Será que, em tempos normais, os parlamentares dão tão pouca importância às cartas encaminhadas a eles pelos cidadãos de seus estados?

A ameaça de bioterrorismo – essa é a conclusão mais importante de toda essa história triste – vem sendo superdimensionada pela mídia, que parece desconsiderar o fato de que os atentados com armas biológicas foram, em sua maioria, um fracasso absoluto. Isso pode ser consequência de erros operacionais dos terroristas, mas o grande número de falhas também pode ser um indício de que produzir uma arma biológica letal em grande quantidade e disseminá-la de modo eficaz não é tão fácil quanto se imagina. Podemos dizer, portanto, que desde o tempo de Moisés, os atentados bioterroristas só mataram comprovadamente cinco pessoas e 33 cabeças de gado! É o maior fracasso de todos os tempos. ■

As enzimas, importantes componentes do metabolismo de todos os seres vivos, têm a capacidade de promover e acelerar reações químicas. Microrganismos ou substâncias com essa propriedade já eram usados por populações humanas muito antigas para modificar alimentos – fermentar uvas e fabricar o vinho, ou alterar o leite e produzir queijo, por exemplo. Depois que os cientistas desvendaram a atuação das enzimas, estas passaram a ser cada vez mais empregadas, com variadas finalidades. Hoje, essas proteínas especiais são úteis inclusive na indústria, não apenas na área de alimentos, mas em muitos outros setores.

**Solange Inês Mussatto,
Marcela Fernandes
e Adriane Maria Ferreira Milagres**
Departamento de Biotecnologia,
Escola de Engenharia de Lorena,
Universidade de São Paulo

EN PODEROSA

Produtos naturais encontrados em abundância no corpo humano e na natureza, as enzimas são proteínas capazes de promover e acelerar reações químicas, que regulam grande número de processos biológicos. Presentes em microrganismos, animais e vegetais, elas são usadas direta ou indiretamente pela humanidade há milhares de anos, mas sua importância só foi reconhecida em meados do século 19, quando cientistas descobriram como atuam. A partir de então, e sobretudo no século 20, aumentou rapidamente o conhecimento sobre tais substâncias, e foram determinados os mecanismos de ação e as estruturas de milhares delas.

Essa maior compreensão possibilitou o emprego dessas proteínas especiais em processos industriais de diferentes áreas: médica, alimentícia, têxtil, química, de papel e celulose e muitas outras. É vantajoso usar enzimas na indústria, porque elas são naturais, não tóxicas e específicas para determinadas ações. Além disso, são capazes de alterar as características de variados tipos de resíduos, contribuindo para reduzir a poluição ambiental. O mercado brasileiro de enzimas, embora pequeno diante do mundial, apresenta grande potencial, em função da enorme disponibilidade de resíduos agroindustriais

e do dinamismo dos setores industriais citados acima.

Nas células, as enzimas estão envolvidas em todos os processos bioquímicos. Para atuar corretamente, porém, precisam de condições específicas, pois são ativas apenas em uma faixa estreita de acidez-alcalinidade (pH) e são sensíveis a mudanças nesse fator e na temperatura do meio.

Os microrganismos são a principal fonte de enzimas de aplicação industrial, mas diversas podem ser obtidas de animais (pancreatina, tripsina, quimotripsina, pepsina, renina e outras) ou vegetais (papaína, bromelina, ficina e outras). Hoje, porém, como é possível modificar geneticamente os microrganismos para que forneçam qualquer enzima, a tendência é substituir as produzidas por vegetais e animais pelas de origem microbiana.

O uso de enzimas em processos industriais é de grande interesse, em especial devido à facilidade de obtenção (por biotecnologia) e às vantagens em relação aos catalisadores (aceleradores de reações) químicos, como maior especificidade, menor consumo energético e maior velocidade de reação. Além disso, a catálise enzimática tem outros benefícios, como o aumento da qualidade dos produtos, em relação à

ZIMAS

FERRAMENTA NA INDÚSTRIA

© MORTON BEEBE/CORBIS/LATINSTOCK

catálise química; a redução dos custos de laboratório e de maquinário, graças à melhoria do processo; ou a fabricação controlada de pequenas quantidades.

Atuação na produção de alimentos • As enzimas têm destacado papel no setor alimentício, pois podem influir na composição, no processamento e na deterioração dos alimentos. Elas às vezes são indesejáveis: provocam, por exemplo, o escurecimento de frutas e vegetais (é o caso das polifenoloxidasas), o ranço de farinhas (lipases e lipoxigenases) e o amolecimento de tecidos vegetais (enzimas pécticas).

Em certas situações, porém, a detecção da atividade prejudicial de uma enzima em um produto pode servir como indicador da eficiência de uma operação. No leite pasteurizado, por exemplo, a constatação da atividade de fosfatase indica que o processo térmico não foi bem executado. Da mesma forma, se a peroxidase está ativa em vegetais que passaram pelo método de secagem conhecido como branqueamento, o processo foi ineficaz. Por outro lado, existem vários exemplos do uso de enzimas com o objetivo de modificar matérias-primas e/ou obter produtos específicos (ver 'Aplicações em variados processos').

Medicamentos e análises clínicas • Várias enzimas têm propriedades que permitem seu uso como medicamentos. São exemplos as que têm ação antibiótica ou antiinflamatória (lisozima, bromelina, hialuronidase e outras), as que auxiliam a terapia da leucemia (L-asparaginase) ou facilitam a digestão (papaína, bromelina, tripsina e outras). Em geral, enzimas utilizadas com essa finalidade devem ter pureza e especificidade altas, antigenicidade baixa (para evitar reações imunológicas) e estabilidade em condições fisiológicas.

Além das aplicações terapêuticas, diversas enzimas são empregadas na síntese de fármacos (penicilina, por exemplo). As lipases, que degradam gorduras, são úteis em reações químicas necessárias à produção de remédios.

Na área médica, aplicações de grande interesse são o diagnóstico e prognóstico de doenças e o acompanhamento do tratamento, por meio da detecção de enzimas em análises laboratoriais. Alguns desses diagnósticos são feitos, por exemplo, com dosagens de enzimas como amilase (pancreatite aguda), aspartato-aminotransferase e transaminase glutâmico-oxalacética (infarto, doenças hepáticas e musculares), aldolase (doenças musculares), creati-

A fermentação de malte (à esquerda) e de uva, para a fabricação de bebidas, é realizada por enzimas de microrganismos

APLICAÇÕES EM VARIADOS PROCESSOS

Na panificação, a enzima alfa-amilase promove a decomposição do amido, que leva à produção de maltose, aumentando a maciez e a textura da massa e do miolo e mantendo o pão fresco por mais tempo. Já a **amilase maltogênica** e a **xilanase** dão estabilidade à massa, enquanto a **protease** altera a elasticidade e a textura do glúten e melhora a cor e o sabor do pão. No processamento de amidos, enzimas como **glicose isomerase**, **alfa-amilase**, **beta-amilase**, **pululanase** e **isoamilase** convertem o amido em dextrose ou xaropes ricos em açúcares simples.

Na indústria de laticínios, a **quimosina** promove a coagulação do leite (para a produção de queijos), a **lactase** decompõe a lactose em açúcares mais simples, a **protease** quebra proteínas de soro. Neste e em outros setores, as **lipases** decompõem gorduras.



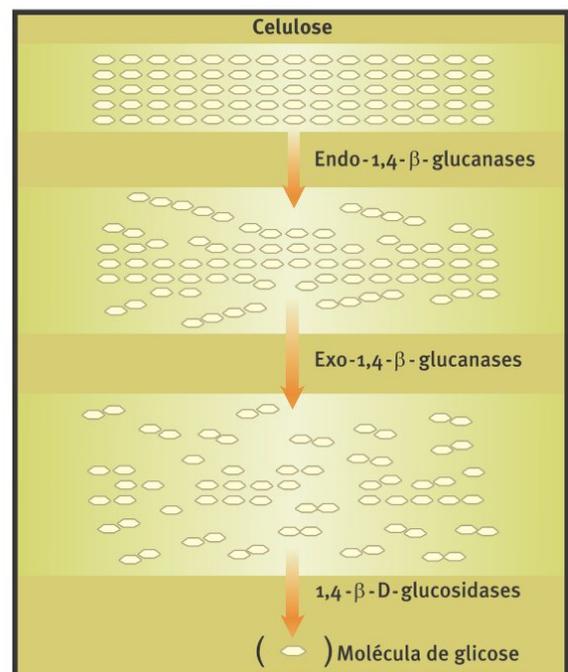
nacinase e creatina-fosfotransferase (infarto e doenças musculares), fosfatase ácida (câncer da próstata e metástase) e fosfatase alcalina (doenças hepáticas e ósseas), entre muitas outras. A análise enzimática é muito importante, em alguns casos, para o estabelecimento da causa, da localização e da extensão da lesão, para o controle do tratamento e para a constatação da cura.

enzimas mais complexo (as hemicelulases) para sua degradação. Tais enzimas incluem xilanases, que rompem ligações entre moléculas de xilose; mananases, que quebram ligações entre moléculas de manose; glucuronidasas, que rompem ligações entre ácidos urônicos e moléculas de açúcares (como xilose e manose), e outras.

Enzimas, celulose e papel • Muitas enzimas interessam à indústria de papel e celulose. Para produzir papel, composto basicamente de fibras de celulose, é preciso picar a madeira, transformá-la em polpa, por processos químicos, e retirar dessa polpa a hemicelulose, a lignina, certas resinas e outros componentes. Enzimas capazes de realizar algumas dessas tarefas permitem, nessa indústria, substituir produtos químicos responsáveis por sérios problemas ambientais.

A quebra das longas moléculas da celulose, um dos componentes da madeira, em fragmentos cada vez menores pode ser feita em etapas, por meio da utilização de diferentes enzimas

Fungos e outros organismos que obtêm alimento (glicose) da madeira degradam a celulose por meio da ação conjunta de três grupos de enzimas denominadas celulases: (1) as endo-1,4-beta-glucanases, que quebram a longa molécula de celulose, ao acaso, em variados fragmentos; (2) as exo-1,4-beta-glucanases, que dividem os fragmentos em pedaços ainda menores; e (3) as 1,4-beta-D-glucosidasas, que degradam tais pedaços, liberando moléculas simples de glicose (ver figura). Já a hemicelulose, por ter estrutura química diferente, requer um conjunto de





Enzimas como **papaína**, **bromelina** e **ficina** ajudam a **amaciocar carnes**, e outras são empregadas nos processos de produção de bebidas alcoólicas. No caso das **bebidas destiladas**, a **alfa-amilase** e a **glicoamilase** decompõem o amido. No caso dos **vinhos**, a **pectinase** facilita a prensagem, a filtração e a clarificação e reduz o tempo de processamento. Nos dois tipos de bebidas, as **proteases** quebram proteínas. As **cervejarias** usam diferentes enzimas para liquefazer e fermentar a matéria-prima (**alfa-amilase**), aumentar o teor de certos açúcares (**glicoamilase**), aumentar a velocidade de filtração (**glucanase**), remover compostos indesejáveis (**pentosanas**) e evitar a turbidez do produto final (**papaína**, **bromelina** ou **ficina**).

Na área de **sucos de frutas**, a **pectinase** facilita a extração, clarificação e filtração do suco, a **celulase** liquefaz o tecido vegetal e permite extrair pigmentos do fruto e a **glicoamilase** decompõe o amido, evitando turvação e gelatinização durante o processamento.

FOTOS: SXC/HU

A lignina, por sua vez, é degradada por duas classes de enzimas: algumas que produzem peróxido de hidrogênio e outras (as fenoloxidasas, divididas em peroxidases e lacases) que precisam dessa substância para atuar. Essa degradação contribui para o branqueamento da polpa de celulose (ver 'Operários microscópicos em ação'). Diversas outras enzimas têm aplicação na indústria de papel e celulose, em especial as lipases, que ajudam a remover impurezas (resinas e outras), aumentando a produtividade do processo e elevando a qualidade do produto final.

Tecidos com maior requinte • Na indústria têxtil, a presença das enzimas tem crescido nas últimas décadas. Elas podem atuar nas fases de fiação, tingimento e acabamento dos tecidos. Nesse último caso, ajudam a limpar a superfície do material, a reduzir as pilosidades e a melhorar a aparência, o brilho, o caimento, a resistência e a estabilidade. Em outra aplicação relevante, certas enzimas (proteases) conferem resistência ao encolhimento às fibras da lã. Em muitos processos têxteis, substâncias químicas sintéticas podem ser substituídas por enzimas, que têm ação mais específica e geram benefícios ambientais, pois são biodegradáveis e dependem de menor consumo de energia.

A celulase, por exemplo, torna os tecidos mais lisos e macios. Pode ainda produzir a aparência 'lavada' dos *jeans*, destruindo menos as fibras do que a pedra-pomes, também empregada com esse fim. Lipases, proteases e nitrilases melhoram a capacidade

de absorção de tintas por fibras sintéticas, e amilases eliminam gomas usadas para aumentar a resistência dos fios no processo de tear. Outras enzimas (peroxidases e catalases) reduzem os resíduos de substâncias usadas no alvejamento de tecidos.

Aumento do poder de limpeza • É cada vez maior o número de produtos de limpeza que contêm enzimas, em especial amilases, proteases, lipases e celulases. Cada uma delas 'ataca' um tipo de substância, tornando-a solúvel em água e facilitando sua remoção: as amilases atuam sobre o amido (presente em manchas de molhos, frutas, chocolate e outras), as proteases quebram proteínas, as lipases degradam gorduras e as celulases ajudam a remover fibrilas de celulose que aparecem com o tempo nos tecidos (essa remoção melhora o brilho e a maciez das roupas).

A atuação conjunta dessas enzimas amplia muito a ação dos detergentes. A combinação, por exemplo, de lipases com proteases e celulases facilita a remoção de manchas como as de batom, frituras, manteiga, azeite, molhos, e mesmo os difíceis pontos encardidos de colarinhos e punhos. Quando adicionadas a detergentes de uso hospitalar, doméstico e industrial, tais enzimas agem digerindo e dissolvendo resíduos orgânicos (sangue, fezes, urina, vômitos e outros), higienizando instrumentos cirúrgicos e partes (tubos e outras) de aparelhos (endoscópios e outros), e removendo contaminantes das roupas hospitalares. Esses resíduos podem ser re-

movidos com lavagem a altas temperaturas, sem enzimas, mas o emprego destas permite reduzir a temperatura, o consumo de água e a energia mecânica na limpeza e aumenta sua eficácia. Detergentes com enzimas podem ainda substituir produtos cáusticos, ácidos e solventes tóxicos (que agredem o ambiente e desgastam materiais e instrumentos).

Novos cosméticos no mercado • Outra área em que as enzimas vêm ganhando espaço é a de cosméticos. Já há enzimas incorporadas à formulação de vários produtos presentes no mercado, como tinturas, depilatórios, alisantes de cabelo, sais de banho, dentifrícios, desodorantes, produtos anticapa, curativos e outros, ou aplicadas em limpezas de pele (descamação) e produtos aromáticos. Enzimas

que quebram proteínas têm recebido atenção especial da cosmetologia, com destaque para a papaína, capaz de promover a penetração de compostos na pele e atuar como agente de raspagem e depilação em produtos de uso local. É importante, no desenvolvimento do cosmético, conhecer as características da enzima usada, dos demais componentes da fórmula e do recipiente onde é acondicionado, além das condições de armazenamento, para evitar reações entre essas substâncias, que prejudicariam a eficácia e a segurança do produto.

Uso no tratamento de efluentes • O desenvolvimento das chamadas tecnologias limpas, ou seja, que reduzem o impacto ambiental de uma atividade industrial, também conta com a participação de enzimas. Um exemplo é o uso na produção de polpa de celulose e no branqueamento desta. Combinadas com técnicas de processamento, as enzimas permitem reduzir ou até eliminar o uso de cloro nessas atividades industriais, evitando a emissão de substâncias organocloradas – altamente tóxicas e mesmo cancerígenas – para o ambiente.

Enzimas são aplicadas ainda no tratamento de efluentes e resíduos industriais. As águas residuais das indústrias alimentícias, por exemplo, contêm gorduras sólidas ou líquidas (graxas e óleos), que causam sérios problemas de poluição, ao formar filmes na superfície dos corpos receptores (impedindo o fluxo do oxigênio necessário à vida aquática) e ao causar entupimentos. A adição de lipases a esses efluentes gera substâncias mais simples, facilmente degradadas, evitando tais problemas.

A indústria têxtil é uma das maiores geradoras de efluentes líquidos, em geral tóxicos e contendo corantes. Tais resíduos são normalmente tratados por processos físico-químicos que precipitam e/ou coagulam parcialmente os resíduos, seguidos de tratamento biológico com lodos ativados, que contêm bactérias capazes de degradar as substâncias orgânicas ainda não removidas. Embora esse sistema retire até cerca de 80% dos compostos poluentes, o lodo acumulado, com elevada concentração de corantes, não pode ser reaproveitado. Por isso, têm sido estudados vários microrganismos capazes de degradar poluentes têxteis com eficiência e baixo custo. Entre eles estão *Bacillus subtilis* (que oxida certos corantes), *Phanerochaete chrysosporium*, *Pleurotus ostreatus*, *Trametes (versicolor e hirsuta)*, *Coriolus versicolor*, *Pycnoporus (sanguineus e cinnabarinus)*, *Phlebia tremellosa*, *Neurospora crassa* e *Geotrichum candidum* (todos degradam variados corantes e mineralizam poluentes resistentes à degradação), *Agaricus bispora* (produz a enzima tirosinase, que altera a estrutura dos corantes, levando à sua precipitação, o que facilita a remoção).

OPERÁRIOS MICROSCÓPICOS EM AÇÃO

A busca por microrganismos que produzem enzimas capazes de decompor a celulose (celulases), a hemicelulose (hemicelulases) e a lignina (ligninases) e que, por ter características variadas, possam ser usadas em processos industriais, vem sendo feita pelo grupo de pesquisas em microbiologia e bioquímica do Departamento de Biotecnologia da Escola de Engenharia de Lorena (EEL/USP). Esses estudos visam determinar com precisão como as enzimas encontradas atuam sobre os materiais lignocelulósicos, contribuindo para o desenvolvimento de tecnologias biológicas de polpação da madeira e branqueamento de polpas celulósicas no Brasil.

Em 1998, um dos trabalhos revelou que a capacidade degradadora da cepa brasileira do fungo *Thermoascus aurantiacus*, isolada de pilhas de cavacos de eucalipto em uma empresa de polpa e papel, tem características diferentes das observadas na maioria das cepas desse fungo conhecidas anteriormente. Em 1999, outros trabalhos revelaram que essa cepa apresenta alta produção da enzima xilanase (2.880 micromoles por minuto e por grama de substrato) durante a fermentação em estado sólido de bagaço de cana-de-açúcar. Já no farelo de trigo, esse fungo produziu cerca de 2.700 micromoles/min da enzima por grama de substrato. Em 2004 foi demonstrado que a produção de xilanase por *T. aurantiacus* depende principalmente da natureza e concentração do substrato.

No ano passado, estudo sobre a biodegradação de madeira de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) e pinho (*Pinus taeda*) pelo fungo *Ceriporiopsis subvermispota* revelou níveis diferenciados (para cada tipo de árvore) de secreção de hemicelulases e celulases. Em síntese, alguns trabalhos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa da EEL/USP indicaram que, quanto mais extensa a degradação da biomassa vegetal (ou seja, a infestação pelo fungo), maior é a taxa de produção das enzimas pelo fungo.



As pesquisas feitas em uma grande empresa produtora de enzimas industriais utilizam sofisticados métodos computacionais

SUGESTÕES PARA LEITURA

- AQUARONE, E., BORZANI, W., SCHMIDELL, W., LIMA, U.A. *Biotechnologia industrial*, volume 3 ('Processos fermentativos e enzimáticos') e volume 4 ('Biotechnologia na produção de alimentos'). São Paulo, Editora Edgard Blücher, 2001.
- CASTRO, H. F.; MENDES, A. A.; SANTOS, J. C. e outros. 'Modificação de óleos e gorduras por biotransformação', in *Química Nova*, v. 27-1, p. 146, 2004.
- COSTA, R. B.; SILVA, M. V. A.; FREITAS, S. P. e outros. 'Enzimas industriais: avaliação do mercado nacional' (disponível na internet em http://www.im.ufrj.br/~biazutti/jic/programacoes/SESSAO_PAINEL_IQP-o8.pdf).
- LEMOS, J. L. S. 'Seleção de microrganismo para produção de xilanases em bagaço de cana-de-açúcar', in *Série Tecnologia Ambiental*, v. 35, 2006 (disponível na internet em http://www.cetem.gov.br/publicacao/cetem_sta_35.pdf).

Essenciais nos biocombustíveis • Os exemplos mais comuns de biocombustíveis, que podem ser empregados nos motores de forma isolada ou misturados com combustíveis convencionais, são o biodiesel, o bioetanol e o biogás. A utilização dessas fontes de energia renováveis, biodegradáveis e não tóxicas vem crescendo em todo o mundo, o que aumenta a importância do uso de enzimas em sua produção.

O primeiro pode ser produzido a partir de variadas fontes, como óleos vegetais crus e refinados, resíduos da extração de óleos vegetais, óleos usados em cozinha e gorduras animais, com o uso de enzimas do tipo lipases, com alto rendimento. No caso do bioetanol, usado há décadas no Brasil como combustível para automóveis, a degradação enzimática da biomassa vegetal (principalmente bagaço e palha de cana-de-açúcar) é bastante estudada hoje. Tal processo consiste no uso de celulases para quebrar as longas moléculas de celulose, gerando moléculas menores (açúcares) que em seguida são fermentadas e transformadas em etanol. O bioetanol é considerado mais potente que o álcool comum e até 20% menos poluente. No entanto, o custo das enzimas empregadas no processo precisa ser reduzido para tornar a produção de bioetanol de celulose economicamente viável.

O biogás é uma mistura gasosa combustível que pode ser produzida a partir de diversos resíduos orgânicos (esterco de animais, lodo de esgoto, lixo doméstico, resíduos agrícolas, efluentes industriais e plantas aquáticas) por digestão anaeróbia, ou seja, por degradação de matéria orgânica pela ação de

bactérias na ausência de oxigênio. O biogás é um combustível muito menos poluente que o carvão, a gasolina e o diesel, pois sua combustão não libera fuligem nem monóxido de carbono.

O mercado de enzimas • O mercado mundial de enzimas industriais é estimado hoje em US\$ 2,3 bilhões anuais e tem três segmentos: enzimas técnicas (destinadas a indústrias de tecidos e de produtos de limpeza), enzimas para alimentos e bebidas e enzimas para ração animal. As principais enzimas de aplicação industrial são proteases, amilases, lipases, celulases, xilanases e fitases, e as maiores empresas produtoras são européias: Gist-Brocades (Holanda), Genencor International (Finlândia) e Novo Nordisk (Dinamarca). A última detém, sozinha, cerca de metade do mercado mundial de enzimas industriais.

No Brasil, em 2005, as importações de enzimas chegaram a US\$ 31 milhões e as exportações a US\$ 3 milhões. As mais importadas foram amilases (US\$ 4 milhões), seguidas de proteases (US\$ 2,5 milhões). O mercado brasileiro de enzimas, embora ainda pouco representativo (cerca de 2% do total mundial), revela grande potencial, devido à enorme geração de resíduos agroindustriais e ao dinamismo das indústrias de alimentos, medicamentos, tecidos e celulose/papel. A redução do custo de produção de enzimas é favorecida, no país, pela possibilidade de bioconversão de subprodutos agrícolas como farelo de trigo, farelo de algodão, casca de soja e outros. Acredita-se, por isso, em um aumento rápido do uso de enzimas, de forma geral, e em particular em processos industriais, no país. ■

Não é à toa que o Sol merece o qualificativo de astro-rei. Afinal, ele está diretamente ligado ao surgimento da vida e à manutenção das condições climáticas na Terra. Seus fenômenos magnéticos podem tanto proteger nosso planeta do aquecimento global quanto causar danos graves ao sistema de comunicações e à rede elétrica, levando aos temidos 'apagões'.

Arcos de plasma e tubos magnéticos estão entre alguns dos mais bonitos fenômenos naturais. Neles, a tormentosa superfície solar lança ao espaço, como verdadeiras línguas de fogo, quantidades astronômicas de matéria e energia em condições extremas de temperatura. Entendê-los é fundamental para compreender como funciona nossa estrela, que serve de modelo para projetos grandiosos na Terra.

Luiz Carlos Garcia de Andrade

Departamento de Física Teórica,
Instituto de Física, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

A geo magn

Nas explosões solares, ocorre a liberação de enormes quantidades de energia magnética através dos arcos de plasma, assim chamados por serem constituídos por uma 'sopa' quentíssima de núcleos atômicos dissociados de seus elétrons – o plasma é comumente denominado quarto estado da matéria. Os arcos de plasma conectam duas regiões da superfície do Sol, chamadas manchas solares, e são formados por um tipo de tubo, tecnicamente batizado tubo de fluxo magnético (ou simplesmente tubo solar), cujas paredes são exatamente as linhas do campo magnético. A figura 1 mostra um impressionante exemplo de arco de plasma na superfície solar.

Apesar de o Sol estar a cerca de 150 milhões de km da Terra, suas manchas e seus arcos de plasma interferem no campo magnético de nosso planeta, com conseqüências muitas vezes graves para a área de comunicações (afetam a transmissão de sinais de

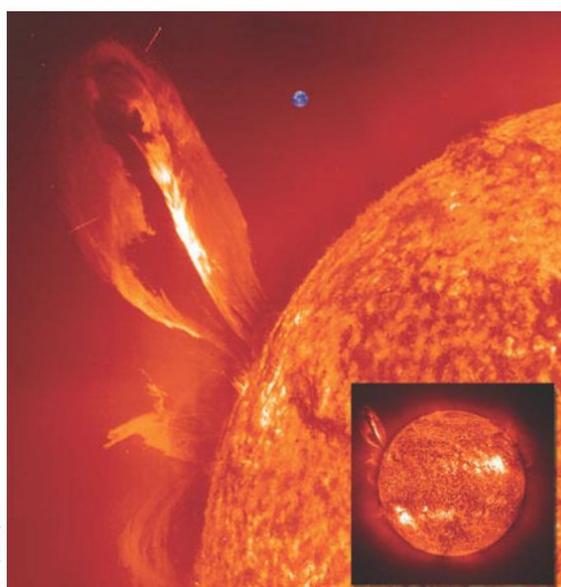
rádio, TVs e sistemas de navegação por satélite) e para o setor de abastecimento de eletricidade. Nesse último caso, vale lembrar que o 'apagão' ocorrido em Quebec (Canadá) em 1996 foi ocasionado por esses fenômenos.

Como veremos, os fenômenos magnéticos solares têm outros efeitos sobre a Terra.

Tirando o colete

Os tubos solares se formam no interior do Sol, próximo à superfície da estrela, em uma região chamada fotosfera. O plasma no interior do tubo tende a escoar para as extremidades deste, o que provoca uma densidade menor na região central do tubo. Isso faz com que a pressão externa, que é menor no

metria do etismo solar



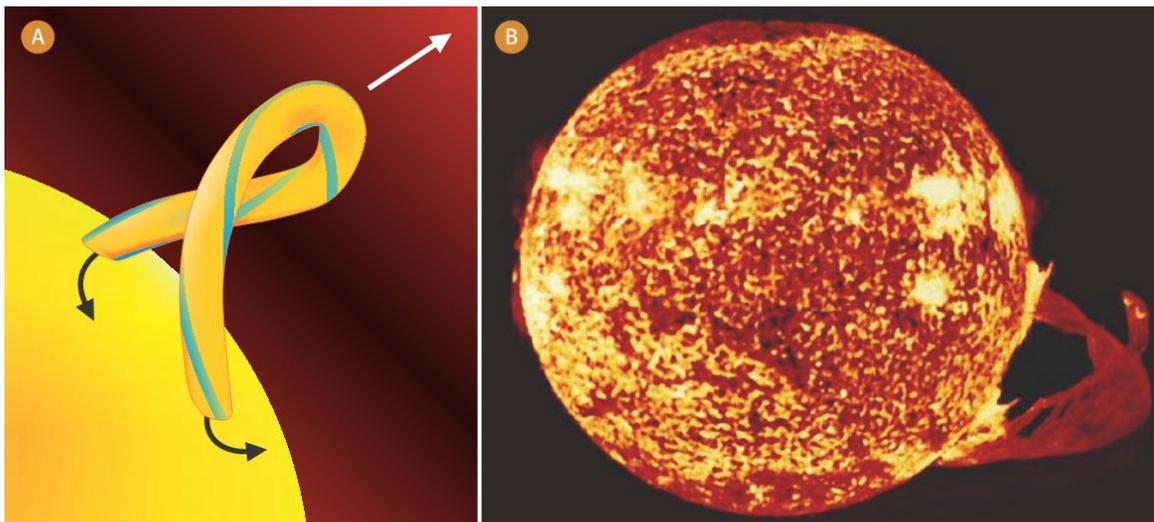
SOHO/NASA/ESA

meio do tubo, force-o a se levantar e atravessar as camadas mais superficiais (figura 2A e 2B). Formam-se, assim, depressões, que, na verdade, são as próprias manchas solares.

Por sinal, vale relatar algo que é facilmente notado em imagens do Sol: as manchas solares parecem mais escuras que as áreas ao seu redor (figura 3), porque são mais frias que estas, cujas temperaturas podem chegar à casa dos 10 mil graus Celsius. As manchas solares e a morfologia delas têm sido também tema de pesquisa de astrofísicos e físicos solares, bem como de matemáticos aplicados. ▶

Figura 1. Arco de plasma em imagem feita em 24 de julho de 1999 pelo satélite SOHO. O fenômeno – que, no caso, alcançou uma altura equivalente a 35 'Terras' (o planeta foi adicionado como – no alto – comparação) – pode interferir com os sistemas de comunicação, de navegação e rede elétrica

Figura 2. Em A, esquema mostrando a torção e ascensão de um tubo solar. Em B, tubo solar em imagem capturada a partir da estação espacial norte-americana Skylab em 1973



Os tubos solares podem ser mais bem observados nos raros eclipses solares. Esses tubos, quando vistos mais de perto, assemelham-se a ‘fios’ e, por isso, são denominados tecnicamente filamentos magnéticos solares. Essa geometria tem sido observada, com mais detalhe, com a ajuda de satélites, como o Yohkoh, do Japão, e o Observatório Helio-gráfico Solar (Soho, na sigla em inglês), da Agência espacial dos Estados Unidos (Nasa) e da Agência Espacial Européia (ESA).

O emaranhado desses filamentos magnéticos pode ser investigado pela topologia, um ramo da matemática do qual a geometria é um caso particular. Para o leitor não especializado, uma idéia simples para entender um pouco do que trata a topologia seria imaginar uma pessoa que consegue tirar o colete sem precisar tirar o paletó e, mais importante, sem danificá-los (sim, isso é possível).

As deformações sofridas pelo colete nessa operação são chamadas, pelos matemáticos, transformações topológicas contínuas (importante: não foi considerada a situação em que a pessoa cruza os braços, pois aí seria necessária uma deformação não contínua para a retirada).

Como um laço retorcido

Quando aplicada à física solar, a topologia pode ser muito útil. Ela nos ensina, por exemplo, como as linhas de um campo magnético podem se unir entre si para criar novas linhas, sem violar as leis da magneto-hidrodinâmica, área que une as leis do eletromagnetismo e da mecânica dos fluidos e na qual o plasma é tratado como um fluido eletricamente carregado.

Outro aspecto interessante da aplicação da topologia na física solar: o Sol não é um corpo rígido, como uma esfera de aço, mas sim elástico e que se move por camadas (ou por rotações diferenciais, como preferem os astrofísicos). Dessa forma, uma das bases do tubo solar pode se mover mais rapidamente que a outra, o que faz com que o arco de plasma ganhe o aspecto retorcido, como o de um laço (figura 4A), lembrando uma fita de Möbius (figura 4A, em destaque). Nesse processo, ocorre, então, uma transformação contínua do arco.

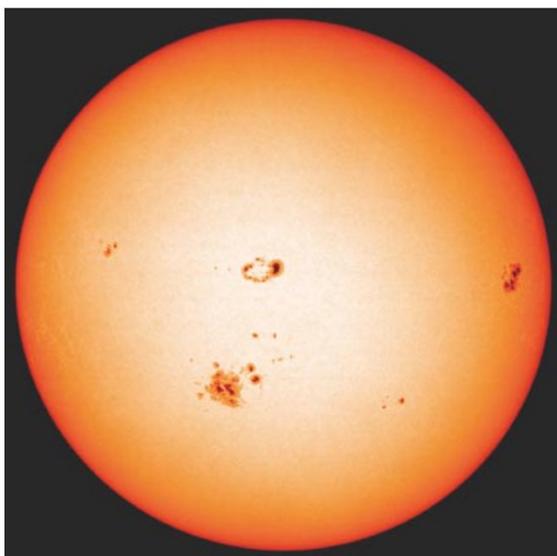


Figura 3. Aspecto de uma das maiores manchas solares observadas até hoje. A mancha mais abaixo na imagem ocupa uma área cerca de 15 vezes superior à do globo terrestre

Uma relação importante entre o Sol e a Terra se dá por meio do aquecimento global. A atividade dessa estrela, principalmente através das manchas e dos tubos, faz com que os campos magnéticos solares desviem mais acentuadamente a trajetória dos raios cósmicos (núcleos atômicos muito energéticos) que são gerados pelo próprio Sol. Essa variação do campo magnético solar evita que muitas dessas partículas – que formam o chamado vento solar – atinjam a atmosfera terrestre e, com isso, contribuam para o aquecimento do planeta. Para mais detalhes sobre esse importante tópico, remetemos o leitor para um artigo (em inglês) publicado recentemente pela revista inglesa de divulgação científica *New Scientist* (ver ‘Sugestões para leitura’).

Um Sol na Terra

Desde a Antiguidade, a linguagem da geometria está presente na descrição da natureza. Obviamente, não é nossa intenção aqui relatar essa longa e rica história, mas vale citar alguns poucos exemplos de cientistas que se utilizaram dela para compor obras magistrais, como o físico alemão Albert Einstein (1879-1955), o matemático francês Elie Cartan (1869-1951), o alemão Bernhard Riemann (1826-1866) e o italiano Tullio Levi-Civita (1873-1941). Este último, por sinal, foi amigo de Einstein e desenvolveu a chamada geometria diferencial de curvas aplicada a problema de vórtices em fluidos. Esse nome pomposo pode ser destrinchado da seguinte maneira: no caso da geometria, ela é dita diferencial por se aplicar a pequenas regiões do espaço; para entender a idéia de vórtice, podemos imaginar um tornado, cuja rotação se dá em torno de um eixo (em geral perpendicular ao solo).

A geometria diferencial aplicada aos tubos solares pode explicar variações da luminosidade do Sol. Vejamos como. Quando esses tubos são retorcidos porque suas bases (que são, na verdade, manchas solares) se movem de modo diferenciado, os filamentos magnéticos que compõem suas paredes também sofrem uma torção. Dessa forma, aproximam-se e afastam-se uns dos outros, criando um

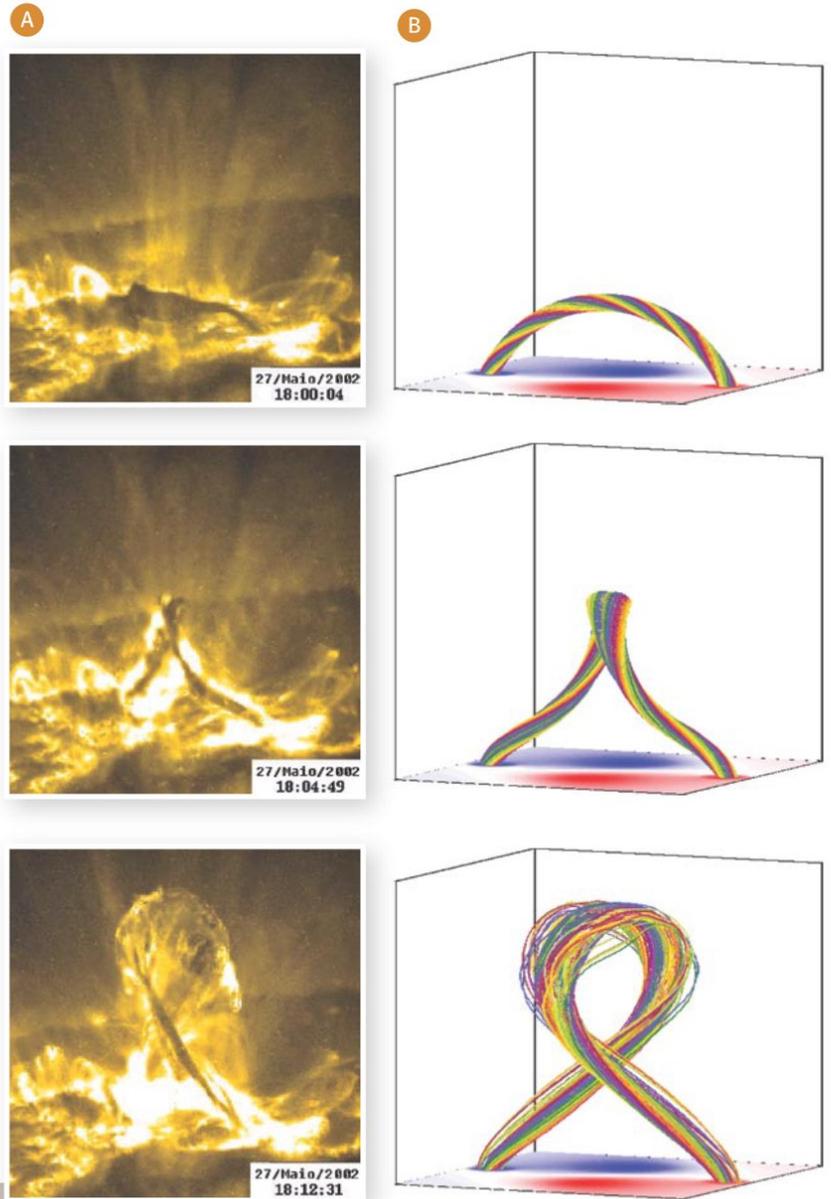


Figura 4. Em A, seqüência de imagens feitas pelo satélite solar Trace, da Nasa, mostrando a erupção das linhas magnéticas dos tubos solares e a formação de arcos solares cuja forma se assemelha a uma fita de Möbius (destaque). Em B, os fios coloridos representam as linhas magnéticas

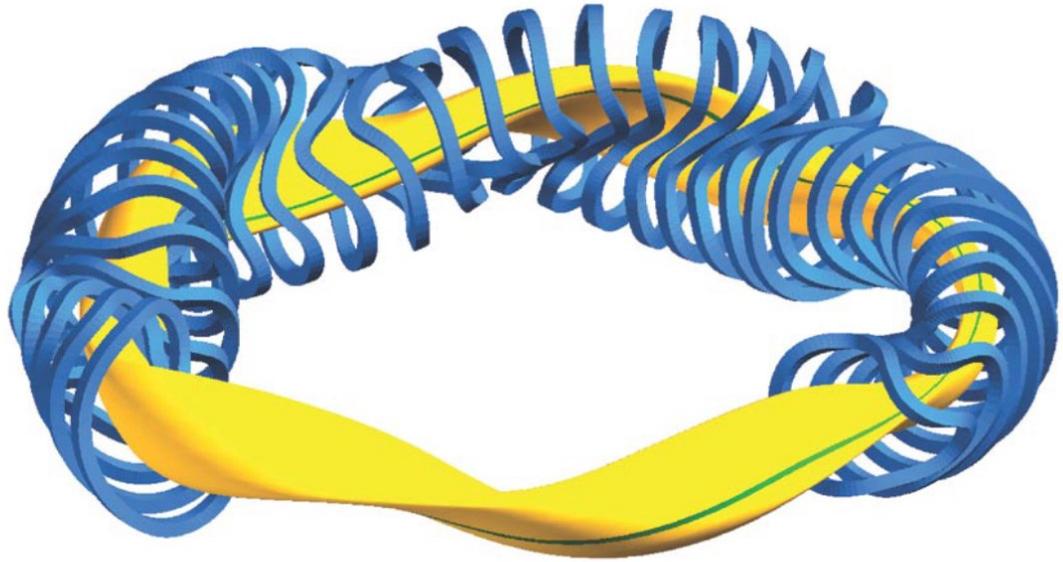


movimento acelerado (com velocidades próximas à da luz, ou seja, 300 mil km/s) das partículas carregadas eletricamente (prótons e elétrons, por exemplo) e dos íons (átomos com carga elétrica) que estão aprisionados pelas linhas dos campos magnéticos. Segundo as leis do eletromagnetismo, cargas elétricas aceleradas emitem luz. Portanto, a torção desses tubos é responsável por aumentar o brilho do Sol.

Vale acrescentar que esse movimento de partículas e íons é, de certa forma, semelhante àquele ob-

TOROK, T.; KLEIM, B.: 'CONTINUED AND EFFECTIVE ERUPTION OF KINK-UNSTABLE FLUX ROPES', ASTROPHYSICAL JOURNAL V. 630, L97-L100, 2007 / IMAGENS DO SOL: TRACE / NASA / FITA DE MÖBIUS: DAVID BENBENICK

Figura 5. Um torsatron é capaz de gerar um plasma (amarelo) de geometria retorcida, o que é uma simulação mais realista do que ocorre com os tubos solares. Isso ocorre graças à geometria especial do campo magnético (azul) gerado nesses equipamentos



tido, na Terra, pelos gigantescos (e caríssimos) aceleradores de partículas. Assim, podemos dizer que o Sol é um importante laboratório natural que está disponível para o estudo da física nuclear e de partículas, sem contar o fato de ele ser um reator de fusão de enormes proporções, transformando, a cada segundo, cerca de 600 milhões de toneladas de hidrogênio em hélio.

Estudar a viabilidade de se obter energia, de forma economicamente viável, pela fusão nuclear (que diferentemente da fissão não tem como subproduto os rejeitos radioativos) é o objetivo de um consórcio internacional que pretende construir, em Cadarache (sul da França), o Iter (sigla, em inglês, para Reator Termonuclear Experimental Internacional), que está sendo classificado como o projeto científico mais caro da história. Seu orçamento inicial foi estimado em cerca de US\$ 12 bilhões. Em poucas palavras, a idéia é construir um 'Sol' na Terra.

Gostaríamos de acrescentar que a geometria e a topologia aqui discutidas no contexto do magnetismo solar podem ser aplicadas, por exemplo, i) ao estudo do DNA (material genético) em biocristais líquidos (semelhantes aos empregados nas telas de relógios digitais, mas formados no caso por moléculas orgânicas); ii) a temas da biologia molecular; iii) ao estudo da instabilidade da estrutura do HIV (vírus da Aids), que, por sinal, foi tema recente de estudo publicado pelo autor deste artigo (<http://arxiv.org/abs/0708.3378v1>).

No Brasil

Tubos magnéticos torcidos são atualmente estudados por físicos e matemáticos no Brasil e no mundo. Aqui, nossos trabalhos recentes consistem em criar modelos de tubos magnéticos com seção reta variá-

vel, que lembram, por exemplo, uma garrafa. Esses tubos são obtidos como solução de equações da magneto-hidrodinâmica.

No Brasil, há dois laboratórios do tipo *tokamak*, cuja função é confinar plasma por meio de campos magnéticos muito intensos, de modo semelhante ao que fará o Iter. Esses equipamentos podem, portanto, simular condições semelhantes às encontradas nos tubos solares. Um dos *tokamaks* (com forma toroidal, ou seja, de 'rosquinha') fica na Universidade de São Paulo (USP); o outro, de tipo esférico, no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), em São José dos Campos (SP) – há uma terceira máquina dessas no país, porém de pequena proporção e que não permite simulações de tubos solares.

O Brasil, porém, não tem os chamados *torsatrons* (ou *stellarators*), que diferem dos *tokamaks* em basicamente um aspecto: o plasma gerado neles tem uma geometria retorcida (figura 5), o que é uma simulação mais realista do que ocorre com os tubos solares. Um *torsatron* muito interessante está instalado em Saclay (França).

A importância dos detalhes

Dotados de beleza extrema, arcos de plasma, bem como manchas e tubos solares, são fenômenos magnéticos que exercem influência sobre as condições de vida e climáticas em nosso planeta. Compreendê-los em mais detalhes é fundamental para entender o próprio Sol, cujo mecanismo de funcionamento tem inspirado vários desenvolvimentos tecnológicos ao longo da história, como o grandioso Iter, que poderá ser a solução ecologicamente correta para o abastecimento energético da humanidade. ■

SUGESTÕES PARA LEITURA

PAPA, A.; PONTE- NETO, C. F. 'Geomagnetismo – surpresas em curto e longo prazos'. *Ciência Hoje* nº 230, 2006.

CLARK, S. 'Global warming: will the Sun come to our rescue?'. *New Scientist* (16 de setembro de 2006). Disponível em: www.newscientist.com/contents/issue/2569.html

GARCIA DE ANDRADE, L.C. 'Curvature and torsion effects in current-carrying twisted nonplanar solar loops'. *Physics of Plasmas*, v. 13, p. 112-903, 2006.

GARCIA DE ANDRADE, L.C. 'Riemannian geometry of twisted magnetic flux tubes in almost helical plasma flows'. *Physics of Plasmas*, v. 13, p. 022-309, 2006.

MEDICINA Técnica propõe congelamento do ovário saudável e implante após o tratamento

Gravidez após o câncer

Cada vez mais comum em nossa época por conta da priorização de metas profissionais, o adiamento da maternidade apresenta o risco de se transformar em incapacidade reprodutiva permanente quando aparece o câncer, como o do colo do útero, o terceiro mais comum entre as mulheres brasileiras. Para que a doença e seu tratamento não impeçam a maternidade, uma das soluções que vêm sendo testadas utiliza o recurso do congelamento do ovário ainda saudável, seguido do implante após a terapia. Os testes com animais têm apresentado bons resultados.

O câncer do colo do útero, cuja maior incidência situa-se na faixa entre 40 e 60 anos, atingiu cerca de 20 mil mulheres no Brasil em 2006, causando cinco mil mortes, segundo dados do Instituto Nacional do Câncer (Inca). No mesmo ano, de acordo com dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), a doença foi responsável pela morte de mais de 230 mil mulheres no mundo.

Como para os outros tipos de câncer, os tratamentos consistem em sessões de quimioterapia, radioterapia e, nos casos mais avançados, na retirada total do órgão afetado. A quimioterapia é uma injeção de medicamento intravenoso que age nas células de crescimento rápido, como as células

com câncer. Assim, também atua nas células reprodutivas, destruindo todos os óvulos em 50% a 60% dos casos. Já a radioterapia, ainda que seja aplicada de forma local (no caso do câncer do colo do útero, é introduzida na mulher, através do canal vaginal, uma sonda irradiadora que atinge o útero), acaba por matar todas as células, tanto as doentes quanto as saudáveis. Isso leva ao comprometimento da reprodução e da produção hormonal. Nos dois procedimentos, a menopausa é adiantada, pois se interrompe a produção hormonal dos ovários e praticamente se acaba com a chance de ter filhos.

Etapa experimental

Em sua tese de doutorado, o ginecologista José Helvécio Kalil de Souza, sob a orientação de Selmo Geber, do Departamento de Ginecologia e Obstetrícia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), desenvolveu uma pesquisa com a finalidade de possibilitar a retomada da produção de hormônios e a manutenção das funções reprodutivas em mulheres que se submeteram ao tratamento do câncer do colo do útero.

O estudo, ainda em fase experimental em animais, consiste em, uma vez comprovada a doença, retirar o ovário saudável, congelá-

lo e, após o tratamento, implantá-lo novamente na paciente. Segundo Geber, a principal contribuição da pesquisa de Kalil é a constatação de que o ovário, mesmo após o congelamento, responde aos estímulos dos medicamentos e retoma suas funções normais. “O próximo passo é o teste em humanos, quando se investigará se esse mesmo ovário seria capaz de produzir óvulos passíveis de fecundação, através da observação da fertilização *in vitro*. Caso seja comprovado o sucesso da técnica, as pacientes poderão engravidar por meio de seus próprios óvulos, além de não precisarem mais se submeter à reposição hormonal”, afirma Geber.

Apesar dos avanços significativos, Geber calcula que serão necessários de cinco a 10 anos para que o implante seja adotado como uma alternativa de tratamento. Outra ressalva feita pelos pesquisadores é que a técnica só poderá ser utilizada em pacientes que não apresentem comprometimento total do órgão. Nesses casos, a retirada total ainda é o procedimento mais adequado, por praticamente anular o risco de a doença se desenvolver de novo.

Andressa Spata
Ciência Hoje/RJ

Leite ‘verde’



SWISSWORLDBLOG

Os pequenos e médios produtores de leite no Brasil poderão contar com um recurso que, além de aumentar sua competitividade no mercado interno, é capaz de reduzir a emissão de gases causadores do efeito estufa, atendendo às exigências do Protocolo de Kyoto. Pesquisa realizada no Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo avaliou a utilização do biogás como insumo energético para o sistema de resfriamento do leite.

O setor leiteiro brasileiro, como observa Flávio Augusto Sanzovo Fiorelli, orientador da pesquisa, tem como característica o grande número de produtores, que, entretanto, apresentam baixos índices de produtividade e qualidade. Para melhorar sua competitividade, tanto em relação

a produtos vindos de outros países do Mercosul, quanto à exportação de excedentes, é necessária a profissionalização de toda a cadeia produtiva, que apresenta grandes diferenças tecnológicas e gerenciais nos seus diversos níveis.

Um dos estrangulamentos desse sistema é a refrigeração, uma vez que encontra entraves como o acesso a formas de financiamento e a disponibilidade de energia elétrica. Foi pensando nesse pequeno produtor (até 50 cabeças de gado leiteiro) que Fiorelli e o engenheiro Giancarlo Obando Diaz, seu orientando do curso de mestrado, desenvolveram um estudo de viabilidade técnico-econômica para o uso do biogás (basicamente uma mistura de metano e gás carbônico) produzido em um biodigestor a partir da digestão anaeróbica do esterco pro-

duzido pelas vacas como insumo energético. “Esse biogás pode ser utilizado para acionamento de um motor de combustão interna do tipo Otto (o mesmo tipo de motor utilizado em automóveis) acoplado a um pequeno gerador elétrico, produzindo dessa forma eletricidade, que seria utilizada por um tanque de resfriamento”, explica Fiorelli. O estudo mostrou que essa seria a melhor configuração do sistema de resfriamento para um pequeno produtor, alcançando um tempo de resfriamento de três horas contadas a partir do início da ordenha.

Insumo renovável

No biodigestor ocorre um processo de digestão anaeróbica que decompõe a matéria orgânica (sólidos voláteis) colocada em seu interior, na ausência de oxigênio,

A utilização do biogás como insumo energético para a refrigeração do leite dará maior competitividade a pequenos e médios produtores, aumentando a produtividade e a qualidade do produto

produzindo o biogás como produto residual. Esse processo de digestão ocorre em dois estágios: no primeiro estágio, os sólidos voláteis são convertidos em ácidos graxos por bactérias anaeróbicas conhecidas como formadoras de ácidos; no segundo, os ácidos são convertidos em biogás por outras bactérias conhecidas como formadoras de metano.

Há duas alternativas para o aproveitamento do biogás produzido. Ele pode ser utilizado como combustível para um motor de combustão interna que, acoplado a um pequeno gerador elétrico, produz eletricidade para um tanque de resfriamento 'convencional' (que usa um ciclo de refrigeração por compressão de vapor) ou pode ser utilizado diretamente por um tanque de resfriamento que adota um ciclo de refrigeração por absorção.

Segundo a pesquisa, a utilização de biodigestores pode reduzir em cerca de 75% as emissões de gases causadores do efeito estufa (principalmente, neste caso, o metano resultante da decomposição do esterco). Fiorelli destaca como vantagens do sistema a geração de um insumo energético renovável e de baixo custo (o biogás resultante da biodigestão) e um potencial substituto de fertilizantes químicos (o efluente que sobra da biodigestão). Ele lembra ainda que a implantação de biodigestores possibilita a geração de recursos econômicos pela comercialização de créditos de carbono, espécie de moeda ambiental prevista pelo Protocolo de Kyoto como forma de incentivar os países emergentes a alcançarem o desenvolvimento sustentável. Esses recursos podem ajudar a viabilizar economicamente a instalação do sistema de resfriamento.

Fabíola Bezerra
Ciência Hoje/RJ

VETERINÁRIA

CAVALOS COM LESÃO VOLTAM A CORRER

Cavalos de corrida com sérios problemas no sistema músculo-esquelético não precisam mais abandonar as pistas ou mesmo ser sacrificados. Isso porque uma técnica que utiliza células-tronco dos próprios animais tem se mostrado eficaz no combate às lesões ósseas, tendíneas e ligamentares, segundo a veterinária Anna Paula Balesdent Barreira, da Universidade Castelo Branco (UCB), no Rio de Janeiro.

A técnica, já em fase clínica de experimentação, consiste em, uma vez detectada uma lesão, retirar células-tronco presentes na medula óssea do animal, selecioná-las em laboratório, para então implantá-las. "Optou-se pelas células-tronco devido ao seu grande potencial de diferenciação, ou seja, à capacidade de dar origem a vários tecidos", explica Balesdent. As principais vantagens são a rapidez de reparo e a possível regeneração das áreas lesadas. A técnica foi aplicada experimentalmente em vários animais. Nos cavalos de corrida, foram verificados benefícios principalmente na redução do tempo de recuperação.

A veterinária também realiza experimentos nos quais a tendinite é induzida artificialmente, de modo a possibilitar mais respostas para o tratamento ideal – por exemplo, qual o melhor número de células a serem implantadas e se devem

ser aplicadas em lesões na fase aguda, subaguda ou crônica. Esses projetos são realizados por uma equipe multidisciplinar, que reúne anestesista, histopatologista e biólogos moleculares de diferentes instituições.

Balesdent lembra que a pesquisa é pautada pelos mais recentes preceitos da bioética. "O mais importante é evitar o sofrimento físico e psicológico dos animais. Para isso, é preciso lançar mão de analgésicos, anestésicos, manter instalações zootécnicas adequadas e com bom manejo alimentar", ressalta. Esse método experimental, porém, não é consensual, porque alguns profissionais no passado e até no presente empregaram técnicas sem os devidos cuidados, sobretudo em relação ao bem-estar do animal.

No momento, as principais pesquisas sobre o uso de células-tronco no tratamento de equinos estão voltadas para as lesões do sistema músculo-esquelético, como tendinites e degenerações articulares. Em seres humanos, existem tratamentos para a recuperação de áreas de infarto do miocárdio ou seqüelas causadas pela doença de Chagas; para doenças degenerativas do sistema nervoso e para diabetes, entre outras.

Futuramente, com o avanço do conhecimento sobre o mecanismo de ação das células precursoras no reparo tecidual, a aplicação da terapia celular em outros animais deverá se ampliar, respondendo às demandas de cada espécie.

FOTO: ILLVA NAYMUSHIN/REUTERS



A opção por alimentos mais energéticos

Atendência à escolha de alimentos mais calóricos ganhou uma nova explicação: a capacidade do cérebro de associar a ingestão de calorias com os resultados metabólicos dessa ingestão. Até hoje, pensava-se que o fator determinante na escolha da comida era a resposta aos estímulos sensoriais, principalmente ao paladar – responsável pela ativação de circuitos cerebrais que resultam na sensação de prazer. Sabe-se, inclusive, que o reconhecimento do gosto de alimentos calóricos foi selecionado, ao longo da evolução, por ter sido, no passado, uma estratégia vantajosa (afinal, nunca se sabia, ao certo, quando seria a próxima refeição). Porém, uma nova pesquisa aponta que, mesmo sem a capacidade de sentir gosto, a escolha recai sobre alimentos mais energéticos.

Ingerir substâncias calóricas, como açúcar e outros carboidratos, provoca duas reações distintas. A primeira delas está associada ao sistema gustativo e se traduz na ativação do sistema de recompensa do cérebro – reconhecida pela elevação dos níveis de dopamina, neurotransmissor que provoca a sensação de prazer. A segunda está relacionada à ativação de circuitos metabólicos que reduzem a fome e provocam sensação de saciedade. Mas como essas reações influenciam na escolha dos alimentos? Elas estão intrinsecamente relacionadas ou funcionam separadamente? Com a intenção de esclarecer essas dúvidas, o neurocientista Ivan de Araújo, da Universidade Duke, nos Es-



tados Unidos, formulou um experimento que permitiu analisar separadamente o efeito do paladar e o da resposta metabólica no processo de decisão sobre que comida ingerir.

Força do hábito

Segundo Araújo, quando apresentados a duas garrafas contendo a mesma solução (por exemplo, água), os camundongos tendem a preferir beber de um lado específico, simplesmente pela formação de um hábito. Com isso em mente, a equipe usou camundongos com uma mutação induzida que os deixou incapazes de sentir qualquer substância doce, em uma experiência na qual, durante seis dias consecutivos, um pote com água e outro com água e açúcar foram oferecidos alternadamente. “Assim, quando trabalhá-

vamos com um animal que tinha preferência inicial pelo lado direito, colocávamos no primeiro dia do teste um pote com água pura no lado direito da gaiola e nada no lado esquerdo. No segundo dia, colocávamos no lado esquerdo da gaiola um pote de água com açúcar (sacarose) e nada no lado direito. O procedimento foi repetido durante seis dias, sendo que sempre oferecíamos a água pura no lado direito e a água com açúcar no lado esquerdo da gaiola”, explica Araújo. Caso o camundongo tivesse preferência pelo lado esquerdo, bastava inverter a ordem da colocação dos potes com a solução (ou seja, apenas água no lado esquerdo e água com açúcar do lado direito).

No sétimo dia do experimento, os pesquisadores recolocaram potes de água pura dos dois lados

da gaiola e viram os animais com preferência inicial pelo lado direito se dirigirem para a esquerda (onde, nos dias anteriores, ficava a água com açúcar). Já os animais com preferência inicial pelo lado esquerdo se dirigiram para o lado direito. “O fato mostra que os animais abandonaram seu hábito ou tendência de beber de um lado específico e passaram a beber do outro lado, devido ao valor calórico associado àquele lado”, afirma Araújo. Em outras palavras, o resultado indica que, mesmo sem paladar, os animais são capazes de associar a comida com a quantidade de calorias ingerida.

Sensação de prazer

Em seguida, os cientistas decidiram medir os níveis de dopamina dos camundongos. “O aumento da quantidade desse neurotransmissor acontece ao simples contato do alimento com a boca e é normalmente associado às respostas do organismo a estímulos sensoriais prazerosos”, diz Araújo. O resultado dessa segunda avaliação foi uma surpresa para os pesquisadores: os níveis de dopamina aumentaram sem que houvesse qualquer estímulo sensorial gustativo. “Passamos a desconfiar que os circuitos do cérebro ativados pelos sentidos gustativos da boca também são sensíveis à carga calórica dos alimentos.” Para testar essa hipótese, eles começaram a monitorar a atividade cerebral dos camundongos e viram que, realmente, os estímulos calóricos ativam os mesmos circuitos cerebrais que os estímulos gustativos. “Isso é totalmente novo, pois, segundo o senso comum, apenas os estímulos gustativos eram capazes de ativar esses circuitos”, diz Araújo.

Os pesquisadores fizeram um último teste para se certificarem de que a ativação dos mecanismos de recompensa (aumento da dopamina) e de saciedade resultam do reconhecimento de alimentos calóricos: repetiram o experimen-

to usando água com adoçante. “Usamos a sucralose, um adoçante que, para o paladar, é similar ao açúcar, mas que não contém nenhuma caloria.” O resultado foi que os camundongos (vale lembrar que eles eram mutantes e não sentiam gosto) simplesmente não aprenderam onde havia a água com adoçante e não apresentaram aumentos nos níveis de dopamina, ao contrário dos animais sem a mutação (com gustação normal), que mostraram alta preferência por sucralose. “Concluímos que as vias gustativas, ativadas por estímulos relacionados ao paladar, e as metabólicas, ativadas por estímulos relacionados à quantidade de calorias, funcionam independentemente, mas disparam os mesmos circuitos cerebrais.”

A intenção de Araújo agora é quantificar a influência do metabolismo na escolha do alimento em obesos. Para isso, a equipe coordenada por ele cruzará os camundongos sem paladar com camundongos que sejam modelos de obesidade, produzindo um animal obeso, mas que não sente o gosto do açúcar. “Distúrbios nas vias de recompensa do cérebro são tidos como os principais responsáveis pelo desenvolvimento da obesidade, mas acredito que o fenômeno seja mais complexo.” O resultado esperado para esse novo experimento é que os camundongos sem paladar sejam menos obesos do que os camundongos obesos capazes de sentir gosto, mas ainda assim apresentem peso excessivo, consequência dos estímulos percebidos pelas vias metabólicas de resposta às calorias. “O estudo abre também a possibilidade de criação de substâncias que simulem a carga metabólica percebida pelo organismo, levando as pessoas a comerem menos”, finaliza.

Mariana Ferraz
Ciência Hoje/RJ

MEDICINA

AEDES AEGYPTI RESISTENTE AO VÍRUS DA DENGUE?

Ao contrário do que muita gente pensa, nem todo mosquito da espécie *Aedes aegypti* é transmissor do vírus da dengue. Existem populações desse inseto não suscetíveis à infecção pelo vírus, e essa característica é herdada geneticamente. Um grupo de pesquisa da Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul), campus Tubarão, está avaliando populações da região Sul do estado para verificar se a ausência de portadores autóctones da doença (contaminados no próprio local) estaria relacionada com a constituição genética dos mosquitos lá estabelecidos.

“Se a hipótese se confirmar, após a identificação dos genes responsáveis pela resistência do inseto ao vírus, é possível pensar em outras formas de combatê-lo”, diz a parasitologista Onilda Santos, coordenadora da pesquisa. Como exemplo, ela cita o cruzamento de populações geneticamente modificadas com outras suscetíveis ao vírus, a fim de controlar os mosquitos transmissores.

A dengue é considerada pelo Ministério da Saúde um dos principais problemas de saúde pública do Brasil. Durante os surtos, que normalmente ocorrem no verão, cerca de meio milhão de doentes necessitam ser hospitalizados. No Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, no entanto, não há registro de casos autóctones, apesar da forte presença da espécie do mosquito na região. “Os registros são de pessoas que viajaram e se infectaram em outras regiões do país”, conta a parasitologista.

A pesquisa é realizada com base na comparação de amostras de populações de *A. aegypti* coletadas na região Sul e no estado do Rio de Janeiro, considerada área endêmica da dengue.

CENTRO PARA ASMA DE DIFÍCIL CONTROLE •

Há, no Brasil, 15 milhões de pessoas que sofrem de asma, segundo dados do Ministério da Saúde. Destas, 750 mil são diagnosticadas como de difícil controle, ou seja, não reagem aos medicamentos tradicionais, como broncodilatores e corticóides inalatórios, mesmo em doses altas. Para tratar esses casos, o Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), inaugurou o primeiro Centro de Tratamento de Asma de Difícil Controle (CTADC) no estado – onde também estão sendo realizadas pesquisas específicas –, coordenado pela pneumologista Marina Lima.

O resgate da educação brasileira

Boa parte da história do Brasil colonial está guardada no Arquivo Histórico Ultramarino de Lisboa (AHU). De 1995 para cá, quando foi implantado o Projeto Resgate Barão do Rio Branco, muitas pesquisas têm sido feitas com base nessa documentação. Na área de educação, porém, ainda há muito a se investigar.

“Há muitos documentos, como cartas, ofícios, requerimentos e alvarás, que se referem especificamente à forma como a educação foi construída no Brasil desde o período colonial”, destaca o psicólogo brasileiro Luiz Gustavo Lima Freire, pesquisador do Projeto Resgate. Uma iniciativa do Ministério

da Cultura do Brasil, com a colaboração do Instituto de Investigação Científica Tropical de Portugal (IICT), o Projeto vem organizando e digitalizando esse rico acervo.

O psicólogo aponta que a documentação refere-se principalmente aos períodos jesuíta e pombalino. O primeiro começa em 1549, quando a Companhia de Jesus chega ao Brasil, e vai até 1759, quando é expulsa de todos os domínios do reino. O ensino, então, era altamente organizado e pautava-se por uma declaração de Inácio de Loyola (1491-1596), que sistematizou um conjunto de regras didáticas, surgidas pela necessidade de unificar procedi-

mentos pedagógicos formadores das elites e missões. O segundo período gira em torno da figura do Marquês de Pombal, Sebastião José de Carvalho e Melo (1699-1782), ‘primeiro-ministro’ do Rei D. José I (1750-1777). Homem do Renascimento, influenciado pela emergência da burguesia e a revolução científica, ele atribuiu um valor econômico, ideológico e político à educação, contribuindo para que a monarquia descobrisse a instrução como um instrumento do Estado-nação.

A transição entre os dois períodos encontrou alguma resistência entre os brasileiros, como mostra um ofício de 1764 do professor Manuel da Silva Coelho, da capitania de Pernambuco, que exprime o fato de o povo estar habituado ao ensino jesuíta e ter resistido aos professores régios.

Distorções educacionais

Segundo Freire, os manuscritos depositados no AHU revelam especificidades que se refletem até os dias de hoje no sistema educativo brasileiro. Ele cita, por exemplo, uma carta de 1781 do secretário de Estado da Marinha e Ultramar, Martinho de Melo e Castro, ao Frei de Monte Carmelo, que se refere à queixa de moradores da Vila de Santo Amaro, Bahia, por pagarem o “subsídio literário” embora não houvesse professores régios no local. “Outros manuscritos mostram o grau de rivalidade que havia no período pombalino entre o ensino religioso e o leigo; o não-pagamento dos salários de professores; e até a pró-

O mapa da América do Sul, obra do cartógrafo holandês Henricus Hondius, do século 17, faz parte do acervo do Arquivo Histórico Ultramarino de Lisboa (AHU)



Carta do século 18 (à direita), em que professores reclamam com a rainha D. Maria I sobre seus ordenados

ACERVO AHU

pria filosofia da educação da época, expressa no estatuto de um colégio para meninos órfãos da Bahia, datado de 1800”, conta o pesquisador.

Freire cita, ainda, uma carta dos professores João Pinto, de grego, e Manoel Alvarenga, de retórica, endereçada à rainha D. Maria I, em 1793, reclamando da insuficiência de seus vencimentos: “(...) os Magistrados que aqui e em todo o Ultramar servem a Vossa Majestade vencem ordenados muito mais avultados do que aqueles que nessa Corte servem os idênticos empregos, e muito menos para comprarmos os livros de que continuamente precisamos para nos instruir cada vez mais (...) visto ter o subsídio literário desta Capitania um rendimento que excede muito a despesa que se faz com os Professores d’ela”.

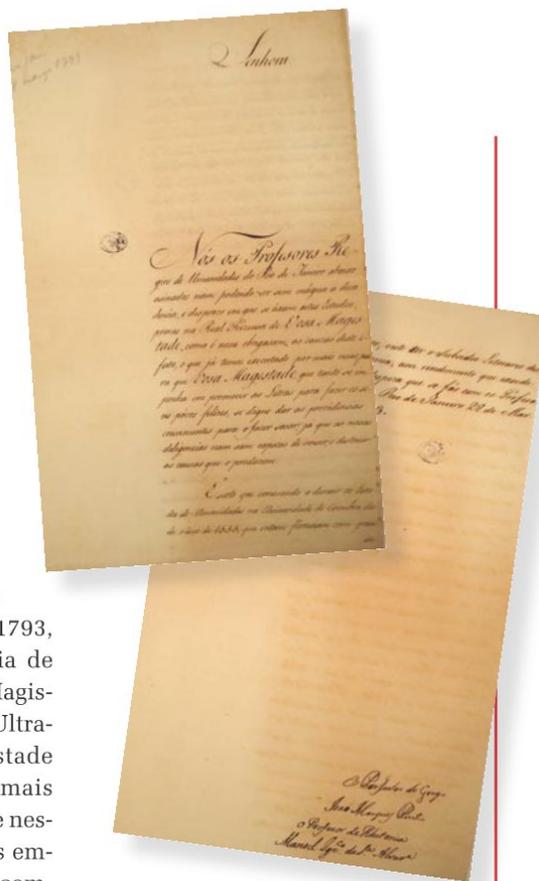
Série Reino

Especializando-se em psicologia da educação, Freire conta que o Departamento de Letras da Universidade de Lisboa criou há nove anos o mestrado em História do Brasil e recentemente o programa de doutorado. “As teses e dissertações lá defendidas foram beneficiadas pelo tratamento e organização, feitos pelas equipes do Projeto Resgate, dos documentos das diversas séries brasileiras. Antes do projeto, algumas das capitânias estavam em maços desordenados, difíceis de se consultar”, diz.

O acervo encontra-se disponível também aos pesquisadores brasileiros, que podem consultá-lo, na forma de CDs e microfimes, doados a arquivos públicos, universidades e bibliotecas brasileiras. Atualmente, a equipe do Projeto Resgate trata a documen-

tação da Série Reino, composta por aproximadamente 500 caixas, compreendendo os séculos 16 a 19, das quais cerca de 60 já foram inventariadas. “Esse tratamento visa preencher importantes lacunas sobre a documentação avulsa, uma vez que há nessa série uma vasta documentação relativa ao Brasil”, afirma Freire. A Série Reino é composta por documentos dos secretários de Estado da Marinha e Ultramar, que eram responsáveis pela legislação das colônias portuguesas; dos diplomatas portugueses nas cortes européias; de questões relacionadas à Marinha, como a armação de navios para o Brasil e o armazenamento do açúcar, madeira e tabaco, provenientes do Brasil e guardados na Casa da Índia. Os manuscritos contemplam ainda outros assuntos, como, por exemplo, registros feitos pelos naturalistas que no século 18 estiveram no Norte e Centro-oeste do Brasil para catalogarem animais e plantas.

Sheila Kaplan
Ciência Hoje/RJ



BIODIESEL EM LOCOMOTIVAS • A Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) vai utilizar em suas locomotivas 20% de biodiesel misturado ao diesel mineral para reduzir os níveis de emissão de CO₂ na atmosfera. A decisão baseia-se nos resultados de uma pesquisa desenvolvida pelo Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais (IVIG), da Coppe/UFRJ, em que se constatou que a substituição de um quinto do combustível, associada ao plantio de cerca de 30 mil hectares de espécies oleaginosas, como o dendê, possibilitará a redução de emissão de até 1 milhão de toneladas de CO₂ na atmosfera. Além dos benefícios ambientais, o estudo concluiu que o biodiesel propiciou bom desempenho ao motor da locomotiva, com perda máxima de 0,87% de potência durante a aceleração em alguns pontos do percurso.

HARPIA MONITORADA • Um filhote de gavião-real, também chamado de harpia (*Harpia harpyja*), será monitorado por satélite durante os três próximos anos. A ave – uma fêmea de quatro meses de idade encontrada em um ninho em Parintins (AM) – recebeu um radiotransmissor que acumula dados diários sobre seus deslocamentos e os envia ao Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais (SBCDA). A harpia é a maior ave de rapina do país e está ameaçada de extinção. O trabalho é uma parceria entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e a Fundação O Boticário de Proteção à Natureza.



Amazônia: expressão da diversidade cultural

Ribeirinhos, quilombolas, indígenas, quebradeiras de coco babaçu, índios moradores das cidades, peconheiros (coletores de açai), piaçabeiros, pescadores artesanais, grupos afro-religiosos. Esses são apenas alguns dos representantes da diversidade sociocultural amazônica que lutam para reafirmar sua existência e hoje usam o reconhecimento do território como instrumento para isso. Eles participam do Projeto Nova Cartografia Social da Amazônia (PNCSA), que publica fascículos com mapas elaborados pelos integrantes das comunidades, refletindo o seu próprio entendimento sobre o espaço que ocupam.

O projeto começou em 2005 com as quebradeiras de coco de babaçu – trabalho que gerou um mapa e um livro intitulado *Guerra ecológica nos babaçuais*. De lá para cá já foram realizadas mais de 60 oficinas de mapeamento e publicados cinco livros, dois mapas e 40 fascículos. Atualmente, há mais 10 em gráfica e 20 em fase de produção do material. Além desses, cerca de 100 solicitações de diferentes associações aguardam execução. “Sempre partimos das demandas das próprias comunidades tradicionais”, explica o antropólogo Alfredo Wagner Berino de Almeida, que coordena o projeto, realizado no âmbito do Programa de Pós-graduação Sociedade e Cultura na Amazônia, da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

O processo de produção dos fascículos é longo e complexo. Co-

meça com o pedido de integrantes das comunidades. Normalmente, são comunidades já organizadas em movimentos sociais, que têm autopercepção de sua identidade, mas pouco reconhecimento da unidade de seu território. Em seguida, um extenso trabalho de campo é realizado, mapeando situações e as pessoas que queiram participar, mesmo nas localidades mais distantes. Com a unidade definida, são montadas oficinas nas quais são debatidas as informações sobre o espaço social em questão e esboçados os primeiros mapas.

É nesse momento que entra o trabalho dos pesquisadores. Eles ensinam os participantes a usar aparelhos que determinem as coordenadas do lugar (Sistema de Posicionamento Global, GPS na sigla em inglês) para que eles mesmos possam delimitar o território por onde circulam e os pontos que consideram relevantes para sua identidade – como castanhais, açazais, seringais, lagos, igarapés, pontos de intervenção de grandes projetos (gasodutos e minerodutos, por exemplo) e núcleos de ocupação, entre outros.

Os dados coletados (croquis, desenhos, descrições) são entregues aos pesquisadores que, com ajuda de diferentes programas de computação, montam os mapas. Após a elaboração, os mapas são novamente discutidos com os participantes das oficinas iniciais. Por fim, há um evento de lançamento, quando o fascículo é apresentado ao público geral. “Fizemos lança-

mentos em Câmaras Municipais no Maranhão e no Tocantins, e em Assembléias Legislativas, caso do Piauí”, conta Almeida. Mas a discussão não se encerra aí. Os resultados também são levados às instâncias internas das comunidades, principalmente às escolas, e o aperfeiçoamento das informações é constante. “Diferentes dos mapas temáticos, estes mapas são dinâmicos, mudam e se renovam sucessivamente”, afirma.

Arma contra conflitos

Os mapas têm servido a fins que vão além da percepção do território pelas comunidades, convertendo-se em armas para enfrentar diversos conflitos. Um exemplo é o embate entre quilombolas e fazendeiros de Salvaterra, na ilha do Marajó (PA). Os fazendeiros começaram um processo de isolamento das terras com cercas elétricas, impedindo a livre circulação em um espaço tradicionalmente usado pelos moradores da ilha e causando ferimentos em adultos e crianças. O mapa produzido na oficina – que conta com muitas fotos das cercas – foi encaminhado para Brasília, juntamente com um dossiê sobre a situação, assinado por mais de 50 pessoas. O resultado é que em breve uma comissão oficial irá ao local para

TESTE PARA LEPTOSPIROSE EM POUCOS MINUTOS

Os pacientes brasileiros poderão saber em apenas 15 minutos se estão infectados com a *Leptospira interrogans*, bactéria causadora da leptospirose, em vez de ter de esperar os 15 dias necessários para a maioria dos exames atuais. O novo teste, que estará disponível em menos de um ano, foi desenvolvido pelo Laboratório de Patologia e Biologia Molecular do Centro de Pesquisa Gonçalo Muniz (CPqGM), na Bahia, em parceria com as universidades Cornell e da Califórnia, ambas nos Estados Unidos.

A idéia para o teste surgiu durante a epidemia de dengue em Salvador (BA), em 1996. Os pesquisadores perceberam que muitos dos casos de leptospirose tiveram diagnóstico inicial de dengue, uma vez que os sintomas iniciais das duas doenças são similares. Isso levou à morte 15% dos infectados por *L. interrogans* naquele ano. “Um teste diagnóstico mais rápido poderia ter salvo a vida de muitos deles, já que, quando detectada precocemente, essa infecção pode ser curada com penicilina”, conta Mitermayer Galvão dos Reis, diretor do CPqGM e co-coordenador do projeto.

No estudo, que vem sendo realizado desde 1997 em dois hospitais de Salvador, os pesquisadores identificaram uma proteína da bactéria que induz a produção de anticorpos e permite o diagnóstico precoce. “Se o paciente estiver infectado, seu sangue possuirá anticorpos para a *L. interrogans* que reagirão com o antígeno, a parte da bactéria que induz a resposta imune no teste”, explica Reis, acrescentando que há outros testes rápidos para leptospirose no mundo. Ele enfatiza, no entanto, que “para resolver o problema da leptospirose, é preciso saneamento e informação”.



A bactéria *Leptospira interrogans*, que causa leptospirose e pode matar as pessoas infectadas se não forem tratadas com rapidez

fiscalizar as cercas e tentar resolver a questão.

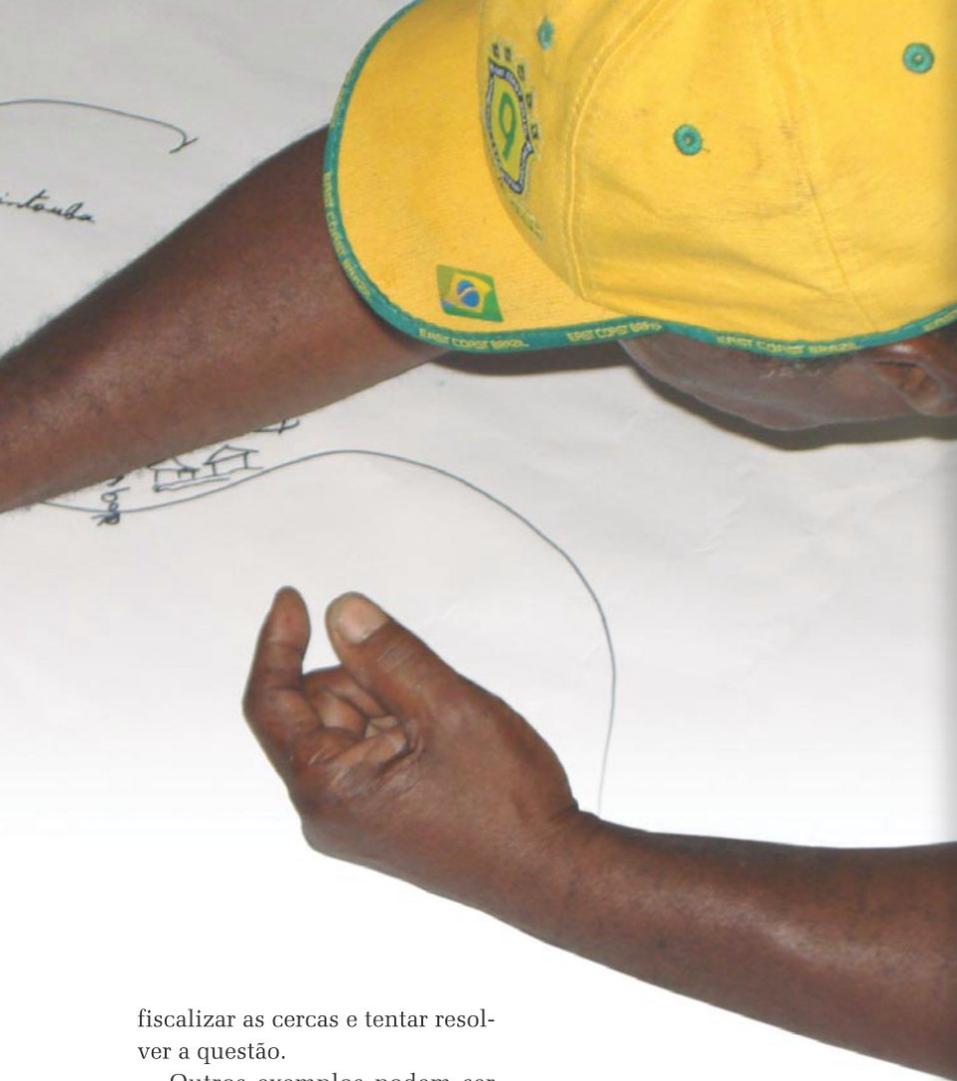
Outros exemplos podem ser citados para ilustrar como o projeto tem servido de base às demandas da comunidade, tirando-as da invisibilidade a que muitas vezes estão submetidas. É o caso dos conflitos com a Companhia Vale do Rio Doce, surgidos depois que o rompimento de um mineroduto da empresa contaminou com caulim uma extensa região de comunidades quilombolas, no Pará. “O projeto mostra a visão dos integrantes das comunidades sobre os problemas que enfrentam. Além disso, é uma forma de conhecer a Amazônia e perceber que aqui não há só floresta, existem também agentes sociais que pertencem a diversos grupos”, afirma Almeida.

Mas o projeto enfrenta também muitas dificuldades. Desistências, longas distâncias a serem percorridas, pressões, resultados lentos e até problemas com a polícia. “Certa vez, no rio Jauaperi, no limite do Amazonas com Roraima,

um oficial militar tentou classificar como ilegal o ensino de noções básicas para uso de GPS, um produto vendido em qualquer loja! Os militares historicamente têm mantido o monopólio da elaboração de mapas e daí surgem as tentativas de interdição”, afirma o pesquisador.

Para Almeida, entretanto, a maior dificuldade está no esforço da sociedade e da imprensa em apagar as diferenças culturais. “Hoje, o processo de autoconsciência cultural está sendo descoberto em todo o mundo. É um processo que não pode ser evitado. É preciso partir das diferenças para se construir justiça”, finaliza.

Mariana Ferraz
Ciência Hoje/RJ



Ações para a pesquisa biológica

Formação da memória, tratamento do câncer, contaminação por mercúrio, importação de insumos para pesquisa, uso de animais em experimentos e relações com a imprensa. O que esses assuntos têm em comum? Todos, e muitos outros, foram discutidos na 22ª Reunião da Federação das Sociedades de Biologia Experimental (Fesbe), realizada entre os dias 22 e 25 de agosto último, em Águas de Lindóia (São Paulo). O evento deste ano, que reuniu 2.472 participantes, marcou o início de uma postura mais ativa da organização em relação aos problemas enfrentados pelos pesquisadores em seu dia-a-dia, resultando na criação das comissões de imprensa e de importação de produtos.

Para o fisiologista Gerhard Malnic, da Universidade de São Paulo (USP), presidente da Fesbe entre 2003 e 2007, a reunião sempre teve um aspecto político, refletido pelas mesas-redondas e simpósios que abordam aspectos de interesse nessa área. “Agora, com a criação das comissões, estamos abordando questões de longo prazo, como as dificuldades de importação de produtos para a pesquisa e

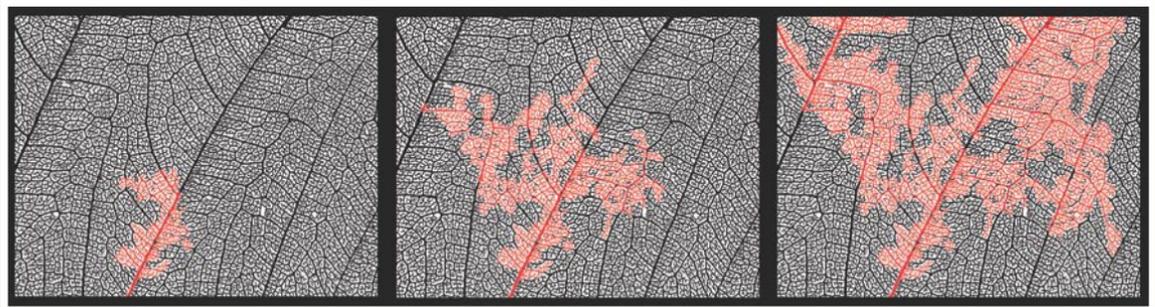
o uso de animais em experimentos”, disse o fisiologista. Malnic destacou o fato de não haver pesquisadores suficientes no Brasil para justificar a existência de uma indústria que atenda ao setor e, portanto, só resta aos cientistas importar os equipamentos e substâncias de que precisam. “Não há sentido em dificultar essa atividade”, criticou o fisiologista. A comissão de importação de insumos criou um questionário que foi respondido por pesquisadores e cujos resultados serviram de base para a redação de um documento a ser apresentado em uma reunião com ministros de Estado.

Já em relação ao uso de animais, a Fesbe defende a aprovação da Lei Arouca (PL 1.153/95), criada pelo médico sanitarista e deputado federal Sérgio Arouca (1941-2003), que já tramita no Congresso Nacional há 12 anos. O projeto de lei regulamenta a criação e o uso de animais em experimentos científicos, definindo responsabilidades administrativas, civis e penais. “A Lei Arouca é resultado da discussão entre a comunidade científica, a sociedade civil e as entidades protetoras de animais, e, por isso, nós a apoia-

mos”, declarou Malnic, que considera o Projeto 1.153 superior à Lei Trípoli (13.131), promulgada em 18 de abril de 2001, em São Paulo (SP). “Esta, além de abordar a questão da experimentação em animais de forma por vezes equivocada, é abrangente demais, incorporando outros aspectos que não os da pesquisa científica.”

A posição da Fesbe foi comunicada ao Congresso Nacional através de um manifesto, enviado em 16 de agosto e assinado em conjunto com a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) e a Academia Brasileira de Ciências (ABC). A iniciativa foi um dos resultados obtidos pela comissão de imprensa da Fesbe, cujo objetivo é divulgar o posicionamento das sociedades de biologia quanto a temas controversos, como as questões éticas envolvidas com o uso de animais de experimentação e de células-tronco embrionárias. “Esse estreitamento de relações com a imprensa também é uma maneira de dar um retorno à população sobre nossas atividades. Afinal, a Fesbe consome anualmente R\$ 400 mil em verbas públicas”, comentou a fisiologista da

Ilustração esquemática mostrando a propagação das memórias (em vermelho) no córtex cerebral ao longo do ciclo sono-vigília



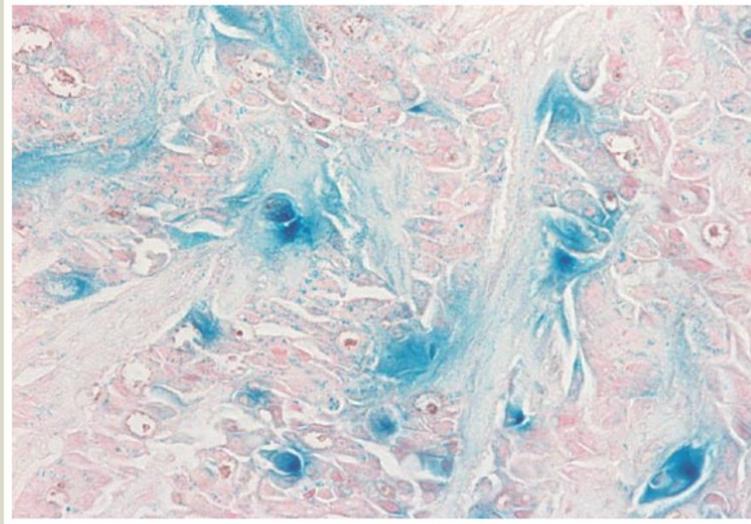
JULIANA GREGÓRIO COLOZZO USP e tesoureira da Fesbe, Nancy Amaral Rebouças.

Lembranças sonolentas

Que o sono faz bem para a mente, todo mundo sabe, mas agora isso ganhou comprovação experimental: dormir tem um papel importante na formação de memórias de longo prazo, fixando-as no cérebro e promovendo conexões com lembranças mais antigas. Assim, quando ficamos mais velhos, lembramos de memórias antigas com mais facilidade do que das recentes e elas estão associadas a muitas outras. “Quando alguém diz ‘rosa’, podemos nos lembrar de uma flor, um nome, um escritor, um compositor e assim por diante. É algo que ocorre em adultos e não em crianças, justamente porque não houve tempo para que elas tenham essa ancoragem da informação no córtex cerebral”, explicou o neurocientista Sidarta Ribeiro, diretor científico do Instituto Internacional de Neurociências de Natal Edmund e Lily Safra (IINN-ELS).

Esse fenômeno de ancoragem já é conhecido da neurociência desde 1957. Uma memória episódica (um nome, um evento, uma face etc.) é registrada em uma região do cérebro chamada hipocampo, e depois migra para o córtex, onde vai sendo reforçada e estabelecendo conexões. “O que mostramos agora, pela primeira vez, é que o sono, tanto o de ondas lentas quanto o do movimento rápido dos olhos (REM, na sigla em inglês), no qual acontecem os sonhos, é importante para o processo”, contou Ribeiro.

Segundo ele, no sono de ondas lentas há uma reverberação da memória, uma espécie de reforço. Já no REM, ocorre uma ativação de vários genes ligados à consolidação dela. “A cada ciclo de sono, a memória vai ficando mais ancorada no córtex”, afirmou o neurocientista. Os resultados foram obtidos a partir de experimentos



Vírus portando um gene marcador (que induz a coloração azul) foram usados para infectar as células tumorais H358 de camundongos e comprovar a viabilidade da técnica de terapia gênica

feitos com ratos. Após colocar e retirar os ratos de um ambiente com objetos para exploração, os pesquisadores monitoraram as ondas cerebrais dos animais nos estados de vigília e sono. Essa é a primeira evidência eletrofisiológica do processo de propagação de memórias durante o sono.

Doces recordações

O neurocientista Paul Gold, da Universidade de Illinois (Estados Unidos), destacou a perda da capacidade de recordar memórias recentes à medida que a idade avança. “É comum idosos se lembrarem de histórias da juventude com perfeição e as contarem todo dia, pois não se lembram de o terem feito antes”, disse. Para ele, o problema pode estar no fígado e não no cérebro.

Quando temos uma experiência nova, o corpo produz o hormônio epinefrina, que faz com que o fígado libere glicose. Esse açúcar é usado pelo cérebro para ativar neurotransmissores, como a norepinefrina e a acetilcolina, que, por sua vez, ligam genes responsáveis pela consolidação das memórias. “Quando ficamos velhos, ainda produzimos o hormônio, mas não há liberação de glicose no sangue. Ainda registramos a memória, mas ela não é fixada; por isso a esquecemos”, revelou Gold.

Experimentos com idosos que beberam limonada com glicose e tiveram que se lembrar de um conto mostraram um aumento da capacidade de lembrança. Pacientes com a doença de Alzheimer dobraram sua habilidade de recordação de 20% para 40% da observada em uma pessoa sadia. Apesar dos resultados, Gold não acredita que o açúcar venha a se tornar um tratamento. “É mais provável que o mecanismo pelo qual a glicose age seja o alvo dessa pesquisa”, comentou o neurocientista.

Novas terapias

Tratamentos que estão sendo desenvolvidos atualmente em laboratórios brasileiros podem, no futuro, ajudar pacientes na luta contra alguns tipos de câncer, como no caso do uso da terapia gênica para combater tumores pulmonares e cervicais. Nessa técnica, usam-se cópias sadias de genes para curar pessoas com doenças de origem genética ou para destruir cânceres. “A vantagem de usar esse método é que já se conhece muito sobre tumores, o que permite escolher os alvos da terapia”, explicou a biomédica Eugenia Costanzi-Strauss, coordenadora do Laboratório de Terapia Gênica da USP.

Costanzi-Strauss, em colaboração com o Grupo de Vetores Virais ▶

do Instituto do Coração (InCor) da USP, coordenado pelo pesquisador Bryan Strauss, escolheram como alvos os genes p16 e p53, conhecidos como supressores de tumor e cujo mau funcionamento leva à formação de cânceres. Cópias sadias desses genes foram introduzidas – tanto separadamente quanto em conjunto – em um vetor, um adenovírus, usado para infectar *in vitro* uma linhagem celular de carcinoma de pulmão, a H358.

De todas as variações usadas pelos pesquisadores, a que obteve maior sucesso foi a chamada bicistrônica, que incluía os dois genes no mesmo vetor. “Essa estratégia conseguiu levar 87% das células tumorais à morte”, relatou Costanzi-Strauss. O sucesso da técnica levou os pesquisadores a iniciarem testes em camundongos. “Os dados iniciais mostram que o vetor bicistrônico consegue chegar às células do câncer”, contou a biomédica. Mas ela ressalta que ainda deve levar no mínimo cinco anos para que o primeiro paciente possa ser tratado.

DNA contra HPV

Em outra linha de ação, pesquisadores do Laboratório de Desenvolvimento de Vacinas da USP buscam novas formas de tratamento para o câncer cervical pro-

vocado pelo papilomavírus humano (HPV). Esse vírus é responsável por 99% dos casos da doença, causando 270 mil mortes por ano, 80% delas em países em desenvolvimento. “Apesar de haver uma vacina contra o HPV no mercado, ela impede apenas a infecção pelo vírus, não tendo efeito sobre os tumores já estabelecidos causados por ele”, observa a bióloga Mariana de Oliveira Diniz, pesquisadora do laboratório.

Para atacar esse problema, o grupo injetou 100 microgramas (μg) de um plasmídeo contendo o DNA codificador de três proteínas virais – E5, E6 e E7 – responsáveis pela manutenção do estado maligno induzido pelo vírus. “O objetivo foi fazer com que o vetor de DNA utilizado entrasse nas células do hospedeiro, inclusive nas dendríticas. Estas produziam então os antígenos tumorais, sendo capazes de apresentá-los para células do sistema imunológico”, afirmou Diniz. Dessa maneira, as defesas do organismo poderiam identificar as células tumorais e destruí-las.

O experimento teve bons resultados e os pesquisadores observaram que, com duas doses da injeção de DNA, 50% dos camundongos ficavam livres de tumores. Com três doses, esse número subia para 70%. “Muito do DNA

injetado se perde; mas a quantidade que entra nas células é suficiente para estimular as células do sistema imune. Mesmo que outras células, como as do músculo, absorvam o DNA e sejam atacadas pelo sistema imune, o dano será mínimo, pois não há como o DNA se replicar e se espalhar para outras células”, observou Diniz.

Povo resistente

A população ribeirinha da bacia dos rios Madeira, em Rondônia, e Tapajós, no Amazonas, não parece ser afetada pela exposição crônica ao mercúrio, metal pesado conhecido por seus efeitos neurotóxicos. A conclusão é de um trabalho de pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e da Fundação Universidade Federal de Rondônia (Unir), que sugeriram que essa resistência, assim como a contaminação pelo metal, seria originária da própria dieta da população.

A colaboração entre as duas universidades já dura 20 anos, ao longo dos quais os pesquisadores analisaram a dinâmica ambiental do mercúrio usado nos garimpos de ouro da região. “A intoxicação nos garimpeiros ocorre com a versão inorgânica do metal, que não costuma causar danos irreversíveis à saúde. Já nos ribeirinhos e nos peixes, ocorre com a orgânica, que entra nas células”, explicou o biólogo João Paulo Torres, pesquisador do Laboratório de Radioisótopos Eduardo Penna Franca da UFRJ.

Segundo Torres, a contaminação humana deve-se à dieta rica em peixes – naquela região, cada pessoa consome em média meio quilo desses animais por dia, entre os quais os carnívoros, cujo nível de mercúrio tende a ser maior. Nessas espécies, o índice de contaminação é igual ao limite brasileiro aceitável de $1 \mu\text{g}$ de mercúrio por grama de peso. “Contudo, esse patamar é o dobro do in-

Os ribeirinhos da Amazônia que comem peixe diariamente, principal fonte da exposição crônica ao mercúrio, não apresentam problemas cognitivos ou motores comumente associados a esse tipo de contaminação



FOTO DE VÍTOR DUARTE

ternacional. Ele foi aumentado pelo governo para ‘diluir’ o problema da contaminação”, revelou o biólogo.

Nos ribeirinhos, as taxas de contaminação no cabelo estão próximas, mas não superam o limite de 50 µg por grama de peso do indivíduo, definido pela Organização Mundial de Saúde como representativo de uma intoxicação aguda. Nesses níveis, a população potencialmente exposta deveria apresentar problemas sérios de cognição, mas não foi isso o que os pesquisadores observaram. Segundo eles, o mau desempenho das crianças locais em testes cognitivos acontece porque essas avaliações não serem adaptadas à realidade da Amazônia. “Pede-se a alguém que nunca teve acesso à eletricidade que diferencie uma vela de uma lâmpada, por exemplo”, comentou Torres.

O biólogo explicou que a resistência aos efeitos danosos do mercúrio pode estar associada ao selênio, também presente na dieta (em peixes, castanhas etc.). Esse elemento se associaria com o metal, formando um cristal biomineiral que se acumularia e, com o passar do tempo, seria excretado do corpo. “Nosso grupo vai procurar agora sinais dessas associações no fígado”, contou. Torres ressaltou que o grande temor dos pesquisadores é que a contaminação seja usada como desculpa para alterar a dieta da população, fazendo com que doenças típicas da cidade, como a obesidade, o diabetes e a hipertensão, passem a afetá-la. “Isso aconteceu com os esquimós, que tiveram sua alimentação alterada por causa da contaminação por mercúrio e hoje sofrem de todos esses males”, concluiu o biólogo.

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ

*O repórter viajou a convite da Fesbe

AGRONOMIA

NOVAS FRUTAS PARA O RIO

Cores, texturas e cheiros de frutas que há cerca de 10 anos eram desconhecidas hoje chamam a atenção dos consumidores cariocas. Lichia, mangustão, kinkan e atemóia são alguns dos estranhos nomes que atualmente frequentam as feiras livres, supermercados e hortifrúteis do Rio de Janeiro. Mas onde é produzida tamanha variedade de alimentos exóticos? Principalmente em estados do Norte e Nordeste, além de São Paulo e Minas Gerais, concluiu um estudo que buscou variedades frutíferas que possam ser introduzidas para cultivo no estado do Rio.

O agrônomo Alcílio Vieira, da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro-Rio), que coordenou a pesquisa, visitou a Central de Abastecimento (Ceasa), feiras, supermercados, hortifrúteis e casas de suco da capital fluminense, onde obteve informações sobre o preço das frutas e de suas polpas, o local onde são produzidas, seus padrões de consumo (se são mais procuradas como polpa ou *in natura*), além de recolher amostras que foram levadas ao laboratório da Estação Experimental de Macaé (RJ).

Os questionários feitos pelo agrônomo revelaram que as frutas passam por vários locais antes de chegar à mesa dos cariocas. Muitas são cultivadas na região Norte, embaladas em São Paulo, transferidas ao Centro de Abastecimento do Estado da Guanabara (Cadeg) ou à Ceasa, chegando aos feirantes e supermercados após esse longo percurso, em uma dinâmica que encarece o produto. “Um quilo de polpa de acerola custa cerca de R\$ 5. Hoje há



condições para que o mercado dessa fruta seja abastecido pela produção interna, diminuindo esse valor. Mas é preciso incentivar os produtores”, afirma Vieira.

Parte das frutas levadas para análise em laboratório foi incorporada, por meio de sementes, ao Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de fruteiras silvestres, nativas e exóticas da instituição, único no gênero no estado do Rio de Janeiro reconhecido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Parâmetros como teor de açúcar, tamanho, peso e durabilidade foram investigados e compõem um banco de dados que pode ser utilizado por instituições e produtores que queiram, por exemplo, iniciar o cultivo das frutas ou realizar pesquisas de melhoramento.

Vieira salienta a importância das parcerias e afirma que a instituição está aberta a propostas. Como potencial que pode ser desenvolvido, o agrônomo cita a uvaia ou uvalha, fruta da Mata Atlântica que já existe no BAG, tem valor comercial, mas ainda não chegou ao mercado. “Fazemos a pesquisa básica, mas também estamos dispostos a colaborar no processamento pós-colheita para obtenção de geleias, vinhos, sorvetes ou outros produtos que tenham maior valor agregado.”

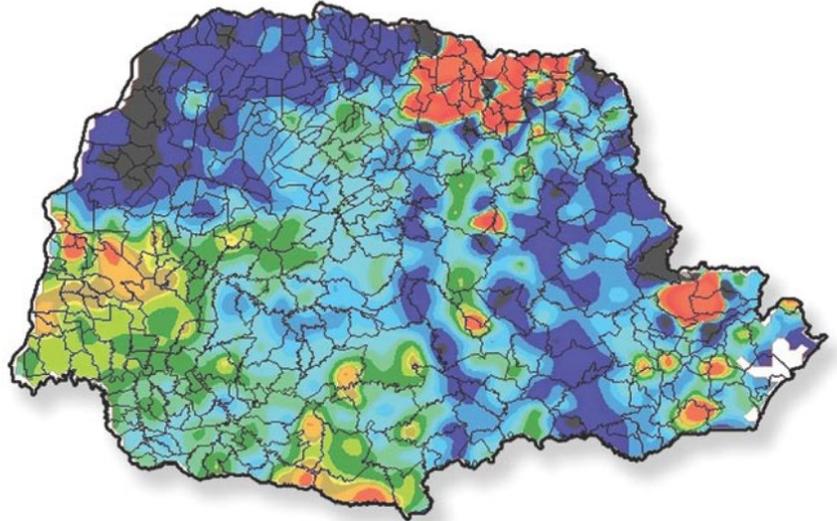
MELHORAMENTO GENÉTICO AQUÍCOLA • Aprimorar geneticamente algumas espécies aquícolas é o objetivo da pesquisa Bases tecnológicas para o desenvolvimento da aquíicultura no Brasil, que começa este mês, coordenada pela Embrapa Pantanal (MS). O tambaqui da Amazônia, o pintado do Pantanal, o camarão-branco cultivado na costa brasileira e a tilápia, originária da África e cultivada em todo o país, são algumas das espécies selecionadas por sua importância econômica nacional e regional. O estudo integra o programa Aquabrazil, que busca maior produtividade a partir de melhoramento genético, nutrição, manejo, gestão ambiental e aproveitamento agroindustrial. Além da Embrapa, universidades, centros de pesquisa e a iniciativa privada participam do projeto, que contará com uma verba de R\$ 2,7 milhões em quatro anos.

Cruzamento de informações

Geografia, química e medicina podem até não parecer áreas muito próximas. Mas deverão convergir em um sistema de informações geográficas que poderá ser acessado por pesquisadores e instituições oficiais. O projeto, que cruza mapas de áreas de ocorrência de elementos químicos com mapas de incidência de doenças, deverá estar na rede até o fim deste ano. O objetivo é fazer com que estudiosos de geologia médica percebam relações entre a concentração de algumas substâncias e a ocorrência de enfermidades em determinada área.

“Os dados do sistema não são suficientes para estabelecer uma relação de causa e efeito, mas servem como ponto de partida para a pesquisa”, explica o médico Bonald Cavalcante Figueiredo, coordenador do projeto, denominado Geomedicina. A idéia é simples: sobrepor mapas e verificar coincidências. Entre os elementos químicos listados estão chumbo, bário, cobalto e mercúrio, e as doenças dizem respeito a diferentes tipos de câncer. Por enquanto, os mapas são apenas de áreas do Paraná, mas o objetivo é que no futuro cubram todo o país e assinalem outras substâncias e outras doenças. “Queremos também que os pesquisadores possam incluir no sistema o resultado de seus trabalhos”, diz o cientista da computação Humberto Ibanez, membro da equipe.

A navegação pelo sistema é semelhante à que se faz nos mapas dos sítios de busca na internet. É possível arrastar as imagens para qualquer lado da tela e aumentar ou diminuir o tamanho. A quantidade de um elemento químico e



Concentração de uma substância X em sedimentos de rios no Paraná, em partes por milhão (as cores indicam sua quantidade, em escala crescente). A esse mapa pode ser sobreposto um outro que indica a ocorrência de determinada doença, permitindo identificar coincidência entre enfermidade e fator ambiental. O elemento não foi mencionado para evitar que altas concentrações sejam automaticamente relacionadas com índices elevados de problemas de saúde e causem, às vezes, preocupação desnecessária na população

a ocorrência de doenças são marcadas por cores. O cinza indica concentração nula, e tem-se uma graduação indicativa do aumento da substância, que vai do azul ao vermelho. O cruzamento de dados acontece quando se coloca um mapa sobre o outro, ajustando-se a transparência do de cima para que seja possível visualizar o de baixo.

O programa foi idealizado a partir de uma pesquisa anterior de Figueiredo sobre a incidência de câncer no córtex das glândulas supra-renais no Paraná. A ocorrência do tumor é maior no estado

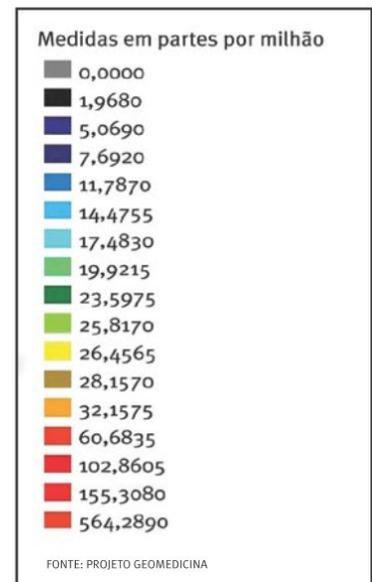


IMAGEM HUMBERTO IBANEZ/PROJETO GEOMEDICINA

do que em outras regiões do Brasil e do mundo e manifesta-se em crianças que têm uma mutação específica no gene P53. O estudo – que pretende mapear o gene mutante em todos os municípios do Paraná até o final deste ano (cerca de 200 mil testes de DNA) – levou em conta as áreas onde vivem os bebês com a mutação e verificou a influência de fatores ambientais sobre a doença. “A idéia é

estudar a influência do ambiente sobre pessoas que nascem com a alteração genética e que desenvolverão o tumor mais tarde”, afirma Figueiredo (ver ‘Detecção precoce do câncer de supra-renal’, em *CH On-line* de 21/01/2006).

Até agora, o sistema só pôde ser acessado por pesquisadores escolhidos para testá-lo. Quando estiver no ar, o acesso será controlado pelo uso de senhas. “Como não queremos que as pessoas tirem conclusões precipitadas, os dados só estarão disponíveis para pesquisadores e órgãos do governo”, conta o coordenador do projeto. As informações utilizadas até agora foram obtidas da empresa estatal Minerais do Paraná (Minepar), que forneceu dados sobre elementos químicos coletados em bacias hidrográficas e no solo, e do sistema Datasus, que possui em sua base de dados informações sobre mortalidade causada por doenças.

Embora o sistema ainda não esteja funcionando, já existem planos para inová-lo. Pretende-se incluir imagens de satélite das regiões, além de cálculos estatísticos para saber se há relação entre fatores ambientais e incidência de doenças. Pesquisadores da Universidade Estadual de Londrina que estudam os radioisótopos urânio e tório em sedimentos do solo paranaense deverão disponibilizar o resultado de suas pesquisas no sistema.

O projeto vem sendo desenvolvido há dois anos e utiliza um programa de computação livre, que permite fácil adaptação aos fins desejados. A base operacional dos trabalhos está instalada no Instituto Pelé Pequeno Príncipe, em Curitiba, dirigido por Figueiredo, e as pesquisas geoquímicas são financiadas pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná.

Jaqueline Bartzen

Especial para *Ciência Hoje*/PR

ENGENHARIA ESPACIAL

PARCERIA ENTRE BRASIL E CHINA LANÇA MAIS UM SATÉLITE

Mais um satélite sino-brasileiro entrou em órbita. Lançado da base chinesa de Taiyuan, em setembro último, o novo Satélite Sino-brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS-2B, na sigla em inglês) substituirá o CBERS-2, até o lançamento do próximo satélite, o CBERS-3, previsto para 2010. O CBERS-2B, inicialmente concebido para ser uma réplica do CBERS-2 na Terra, garantirá que o país não fique sem imagens quando o original, lançado em 1999 e com vida útil prevista para dois anos, parar de funcionar definitivamente. O CBERS-2B foi construído usando diversos componentes sobressalentes dos satélites CBERS 1 e 2.

Apesar de ser uma réplica, o CBERS-2B apresenta algumas diferenças em relação ao CBERS-2, sobretudo referentes às câmeras utilizadas. “No lugar do Imageador por varredura mecânica no infravermelho (IRMSS, na sigla em inglês), presente nos dois primeiros, foi instalada a Câmera pancromática de alta resolução (HRC, na sigla em inglês), que irá gerar imagens em preto e branco. Outra melhoria é o sistema de gravação a bordo. No CBERS-2B, tanto o mecanismo de gravação foi melhorado como também o volume de gravação foi ampliado”, explica José Carlos N. Epiphânio, coordenador do Programa de Aplicações do CBERS do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

Com a melhoria das câmeras, as imagens obtidas pelo satélite contemplarão um maior número de interesses dos usuários, uma vez que áreas de diversos tamanhos serão monitoradas. Segundo Epiphânio, o satélite tem capacidade para produzir imagens detalhadas de superfícies de 27 km até 890 km. Essa diferenciação é importante, pois, enquanto alguns fenômenos são vistos com maior precisão em áreas pequenas, outros só podem ser percebidos em áreas maiores. “Para acompanhar o crescimento urbano, o ideal é obter imagens mais detalhadas de áreas menores. Já para visualizar eventos dinâmicos, como um vazamento de óleo ou o desenrolar de um processo de rápido desmatamento, opta-se pela cobertura de áreas maiores”, diferencia o pesquisador.

É importante destacar que todas as imagens geradas pelo CBERS-2B, assim como as produzidas pelo seu antecessor, estarão disponíveis gratuitamente a usuários particulares e instituições de ensino e pesquisa, podendo ser baixadas da página www.cbbers.inpe.br. “Isso só foi possível graças ao fato de o país ter sido um dos primeiros do mundo a ter uma estação de recepção de imagens de satélites e por ter investido significativamente na formação de pessoal, consolidando uma forte comunidade científica, empresarial e usuária de imagens de satélite”, ressalta Epiphânio.

Sobre o Programa CBERS, realizado desde 1988 em conjunto com a China, o pesquisador do Inpe comenta que a parceria tem sido bastante proveitosa para ambos os países, resultando no crescimento do setor espacial, ainda que em ritmo mais acelerado na China do que no Brasil. Depois do CBERS-3, há previsão para o lançamento do CBERS-4 em 2012.

INPE



Condensado nacional

Um estado da matéria que permite ver os efeitos da mecânica quântica, área da física que lida com as interações de partículas subatômicas. Essa é a definição do condensado de Bose-Einstein, que foi recentemente obtido em laboratório por pesquisadores do Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP). Com o feito, os cientistas brasileiros se equiparam aos físicos norte-americanos Eric Allin Cornell e Carl Wieman, os primeiros a terem sucesso na empreitada, que lhes rendeu o prêmio Nobel de Física de 2001. O condensado brasileiro foi obtido com o uso de tecnologia quase inteiramente nacional.

A pesquisa que deu origem ao fenômeno – originalmente previsto pelo físico indiano Satyendra Nath Bose (1894-1974) e pelo físico alemão Albert Einstein (1879-1955) – começou em 2000 no Brasil, quando o Grupo de Óptica do instituto iniciou os experimentos com o gás de sódio. “Para se obter o condensado, é preciso resfriar um gás de elemento alcalino (grupo 1 da tabela periódica) até uma temperatura próxima do zero absoluto, ou zero Kelvin”, explica o físico Vanderlei Salvador Bagnato, coordenador do projeto e diretor do Centro de Pesquisa em Óptica e Fotônica da USP.

Para se obter o condensado de Bose-Einstein é preciso aprisionar átomos de rubídio em uma armadilha magnetoóptica (círculo vermelho), formada por três pares de laser (setas vermelhas) que convergem para um ponto dentro de um campo magnético gerado por bobinas (aros verdes)

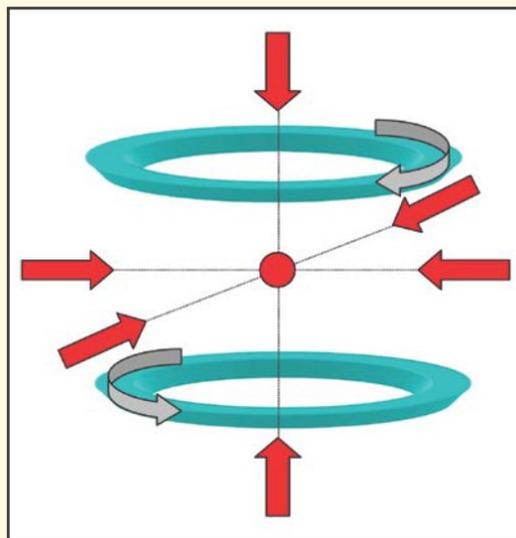
Embora o experimento tenha conseguido evidências do condensado, o uso do sódio se mostrou problemático em um processo tão delicado e com várias etapas que necessitam de ajuste fino. Por isso, em 2005, o grupo migrou para um sistema que emprega gás de rubídio. “A estrutura para esse sistema é mais compacta e robusta, tornando-o mais flexível para se obter e estudar a condensação”, esclarece a física Kilvia Mayre Farias Magalhães, pós-doutoranda que faz parte do Grupo de Óptica.

Duas armadilhas

Para obter o condensado, os pesquisadores primeiro tiveram que criar condições de vácuo, de maneira que o único elemento dentro da câmara fosse o rubídio e a pressão fosse suficiente para torná-lo gasoso à temperatura ambiente. Uma vez estabelecido o sistema, os feixes de três pares de lasers de diodo – os mesmos dos apontadores usados em palestras, só que mais potentes e desenvolvidos es-

pecialmente para experimentos como esse –, dispostos dois a dois em sentidos opostos, devem convergir no mesmo ponto do espaço, onde há um campo magnético que é aplicado simultaneamente. Essa armadilha magnetoóptica aprisiona e resfria em torno de 1 bilhão de átomos de rubídio a uma temperatura de cerca de 140 microkelvin (μK). “É importante entender que, nesse caso, essa temperatura representa o movimento das partículas atômicas aprisionadas. Ou seja, dentro da armadilha, quanto mais frio, menos movimento elas têm”, destaca Magalhães. “Em um gás clássico, à temperatura ambiente, os átomos estão se movendo desordenadamente, colidindo entre si e com as paredes do recipiente onde se encontram”, completa Bagnato.

O rubídio aprisionado é então transferido para uma armadilha magnética e os pesquisadores realizam o resfriamento evaporativo, que consiste em remover os átomos mais quentes da amostra aplicando radiofrequência e, assim, reduzir ainda mais a temperatura. Em média, 22 segundos após a transferência para a armadilha magnética, os pesquisadores conseguem criar o condensado, que tem de 10 mil a 100 mil átomos – bem mais que os mil obtidos com sódio – e está a uma temperatura de 180 nanokelvin (um nanokelvin [nK] equivale a um bilionésimo de Kelvin). “Temos de 30 a 40 segundos para formar o condensado após a transferência, pois a colisão dos átomos que não estão aprisionados na arma-



dilha pode impedir a formação do estado de Bose-Einstein se o processo de evaporação levar mais tempo. Assim, é necessário estabelecer uma rota de evaporação que seja eficiente dentro do tempo disponível”, relata a pós-doutoranda.

Desde a formação do primeiro condensado, o grupo vem repetindo o experimento todos os dias, sendo necessários cerca de dois minutos para se obter um novo condensado. Os dados coletados estão auxiliando em estudos quânticos e termodinâmicos, mas Bagnato afirma que o processo é relevante para vários campos da física. “Mecânica estatística, matéria condensada e física nuclear são algumas das áreas que se beneficiam desse processo, que, na verdade, pode ajudar diversos campos a entenderem melhor seus fundamentos”, comenta o físico. Ele lembra que só o fato de se observar macroscopicamente um fenômeno quântico pode revelar novos fenômenos, como ocorreu com a descoberta da supercondutividade, que nunca foi prevista teoricamente, sendo primeiramente observada em laboratório. “Acho que ainda há surpresas no mundo próximo ao zero absoluto de temperatura”, sugere o coordenador.

Parte do orgulho dos pesquisadores vem do fato de terem usado o máximo possível de tecnologia nacional na empreitada, uma tradição do grupo. Com exceção de certos tipos de *lasers*, toda a infraestrutura do experimento teve origem no Brasil. Para Bagnato, esse é um motivo de São Carlos ser hoje um pólo de óptica. “Ter o único laboratório em toda a América Latina trabalhando com esse sistema é um motivo de orgulho para nós e uma demonstração do potencial científico do nosso país”, conclui o físico.

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ



EDUCAÇÃO

MATEMÁTICA COM ARTE

A matemática costuma ser uma das disciplinas de menor popularidade entre boa parte dos alunos do ensino fundamental e médio. Para estimular o interesse dos estudantes, o Instituto de Matemática e Arte de São Paulo (IMA) busca uma abordagem diferente da usual, empregando linguagens como vídeos, peças teatrais e poemas, material que pode ser encontrado na página da entidade (www.ima.mat.br).

Atuando em parceria com o Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM) da Universidade Estadual Paulista (Unesp) em Rio Claro e com a Universidade de Ontário, Canadá, o IMA atua desde 1990, buscando tornar o conhecimento científico mais acessível, agradável e desafiador. Como exemplos dessas iniciativas, há a associação com o grupo de teatro Theatralha, que, baseado no livro *O homem que calculava*, do escritor e matemático brasileiro Malba Tahan, encenou alguns dos problemas e soluções propostos pelo autor. Também merece destaque o poema criado por George Gadanidis, coordena-

O grupo Theatralha apresenta peça baseada no livro *O homem que calculava*, de Malba Tahan, em que problemas intrincados são resolvidos com a utilização da matemática

dor do projeto Performance Matemática Digital, da universidade canadense, sobre as retas paralelas, interpretado por um coral, com apresentação de figuras e vídeos relacionados aos versos.

Entre as práticas pedagógicas desenvolvidas, encontram-se projetos educacionais e culturais focados na experimentação com crianças de escolas públicas e privadas; cursos (presenciais e a distância) e palestras para professores e projetos de jogos educativos. A equipe de colaboradores, que inclui matemáticos, artistas plásticos e educadores, busca a interdisciplinaridade com áreas como a robótica e a geofísica, entre outras. “As crianças que participam dessas atividades se envolvem com as propostas e estão sempre prontas a responder com astúcia às situações-problema que decorrem das aulas ministradas”, destaca Donizetti F. Louro, presidente do IMA.

AVES DO BRASIL • Existem no território nacional 1.801 espécies de aves conhecidas. O dado integra a sexta edição da *Lista das aves do Brasil*, pesquisa realizada pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO), grupo da Sociedade Brasileira de Ornitologia que se dedica a estudar o tema há mais de oito anos em bibliotecas, museus e em campo. A lista, que pode ser consultada na página da instituição (www.cbro.org.br), inclui informações básicas sobre as aves, como nome comum e indicações de espécies migratórias ou extintas. Esse levantamento serve como referência para todas as áreas do conhecimento biológico, podendo embasar inclusive as ações governamentais de proteção ao meio ambiente. De acordo com o CBRO, o Brasil é o terceiro país mais rico em espécies de aves em todo o mundo, ficando atrás apenas da Colômbia e do Peru.

Ronir Raggio Luiz

*Instituto de Estudos em Saúde Coletiva,
Universidade Federal do Rio de Janeiro*



Prevenção em saúde e cotas na universidade

Alguns princípios da área de saúde pública, principalmente da epidemiologia – como as noções de prevenção e causa de uma doença – podem ser uma ferramenta útil para fomentar o debate sobre o controvertido tema da reserva de vagas na universidade pública brasileira. Na área da saúde, prevenção terciária refere-se a ações capazes de reduzir seqüelas que incapacitam um ex-doente. Transpondo para o caso das cotas – que deveriam ser reservadas a alunos da rede pública e não a negros, em especial –, essas ações surtiriam efeitos positivos em curto prazo, uma vez que as lacunas de formação provocadas por uma escola básica de baixa qualidade não são permanentes.

Uma conseqüência negativa da falta de interlocução entre as diferentes áreas do conhecimento é a escassa apropriação, por um campo, de conceitos, técnicas e métodos bem desenvolvidos em outros. Se o saber é universal, temos que ter a habilidade e a ousadia de espiar por cima do muro de nossas estreitas especialidades. Quem transita – ou por força de sua atividade necessita transitar – pelas fronteiras do conhecimento sabe que a complexidade de vários fenômenos não pode ser resolvida apenas pela explicação das partes. É preciso estudar um problema em sua plenitude, buscando soluções eficazes e apropriando-se de ‘tecnologias’ vizinhas por meio de analogias pertinentes.

Na área da saúde, sobretudo em epidemiologia, as noções de prevenção e causa são bem desenvolvidas, mas aparentemente pouco exploradas em outros campos. A complexidade dos diversos agravos à saúde das populações tem obrigado sanitaristas e profissionais de saúde a buscar explicações e soluções para além da área biomédica. Eles atuam em três níveis de prevenção: primário, secundário e terciário.

Na prevenção primária, tenta-se identificar a causa de um agravo, e as ações incidem sobre pes-

soas saudáveis. Em tese, é fácil perceber a lógica: se soubermos a causa de um evento, atuamos diretamente nela (se possível), evitando novos casos. O problema é que a identificação verdadeira de uma relação de causa e efeito é complexa e apresenta dificuldades de ordem prática e teórica. Por exemplo, o fumo é causa reconhecida de diversos tipos de câncer, principalmente de pulmão, embora seja comum o argumento de que a avó de fulano, com 85 anos, fuma há 70 e goza de boa saúde, enquanto o primo de beltrano morreu com câncer de pulmão aos 30 sem nunca ter fumado. Do ponto de vista técnico, essa falta de especificidade não anula a interpretação causal do fumo. A questão deve ser avaliada em nível populacional, e não individual. Se a população evitasse (ou reduzisse) o uso do fumo, decerto teríamos menos casos novos de alguns cânceres (e outras doenças), mas não reconheceríamos quem adoeceria ou deixaria de adoecer. Mas, na perspectiva da implantação de políticas públicas de prevenção primária, é isso que importa. Um exemplo clássico de prevenção primária é a vacina.

Na prevenção secundária, as políticas se voltam para indivíduos já doentes, mas em estágio ▶



Manifestação pede a adoção do sistema de cotas para negros diante do prédio da reitoria da Universidade de São Paulo

inicial, de modo que as ações ampliem as chances de cura ou remissão. O diagnóstico precoce em indivíduos de alto risco é uma meta. Nesse caso, porém, não se exige necessariamente, para as ações preventivas, a identificação de uma relação causal. Basta que haja uma relação verdadeira, não necessariamente causal. Mas como é isso? Suponha que uma pesquisa revelou uma frequência de certo tipo de câncer significativamente maior em um grupo de fumantes do que em um grupo de não-fumantes. De imediato, somos tentados a concluir que o fumo causou o câncer em questão. Mas essa relação pode refletir um fenômeno conceitualmente mais complexo que os epidemiologistas denominam 'situação de confusão'.

Para concretizar essa noção, imagine uma situação extrema, na qual na população em que foram selecionados os indivíduos da pesquisa todos os fumantes eram maiores de 50 anos e os não-fumantes tinham menos de 50. Nesse caso, como atribuir ao fumo a maior ocorrência do câncer? Por que não atribuir à idade, reconhecendo um fator de risco para

várias doenças? Na realidade, idade é uma variável que pode causar equívoco em muitos estudos na área de saúde. Considerando que não haja outras explicações, devemos concordar que, nesse exemplo, a associação entre fumo e câncer deveria ser verdadeira, embora não necessariamente causal. Essa idéia pode, assim, ser transportada para a prevenção secundária, já que grupos de alto risco podem ser identificados pela presença de um fator 'marcador', ainda que não seja causal. Por exemplo, programas preventivos para uma população sedentária podem reduzir casos de doenças cardíacas,

quer exista ou não relação causal entre sedentarismo e doenças cardíacas. Ações preventivas dirigidas aos sedentários devem atingir indiretamente obesos ou hipertensos, pois já se sabe das relações entre essas condições.

Analogia

Essa introdução foi feita com o objetivo de podermos abordar, levando em conta saberes vizinhos, o complexo tema das cotas na universidade. De pronto, qualquer tipo de cota viola um princípio fundamental de igualdade. Em tese, portanto, sou contra as cotas. Por outro lado, devemos reconhecer a

FOTO LUIZ DE ALMEIDA/FOLHAINFAMEN

Quem transita – ou por força de sua atividade necessita transitar – pelas fronteiras do conhecimento sabe que a complexidade de vários fenômenos não pode ser resolvida apenas pela explicação das partes

iniquidade no acesso à universidade por parte da população negra, sobretudo aos cursos socialmente 'privilegiados', como medicina e engenharias. Há também outros grupos socialmente injustiçados, como os obesos e as mulheres, mas tomo o caso dos negros como objeto destas reflexões pela já oficial implementação da política de cotas e sua perspectiva de expansão. Uma primeira dificuldade diz respeito à própria definição de 'negro': é aquele que assim se declara? De fato, os negros não têm o mesmo êxito dos brancos no acesso à universidade por meio do vestibular. Mas o fato de ser negro não é a causa desse infortúnio e creio que esse ponto de vista seja consensual; do contrário, seríamos por lógica levados à conclusão equivocada de que os negros são menos capazes – e não historicamente marginalizados e com menos oportunidade de preparação.

Assim, mesmo que a sociedade atual reconheça essa dívida, não cabe a idéia de prevenção primária, como vimos antes, mas uma analogia com a noção de prevenção secundária. Se reconhecermos que a população negra é mais pobre, concentrando-se hoje nas escolas públicas, a criação de cotas na universidade pública para alunos da rede pública deve indiretamente atender à justa causa da população negra. A implantação de cotas para estudantes da rede pública – o que é diferente de cotas para negros – pode resolver um problema sem necessariamente criar outros. Tal ação força o poder público a assumir a responsabilidade por essa histórica desigualdade e atenua o impacto negativo que o estabelecimento oficial de cotas, para qualquer segmento populacional, tem na sociedade, uma vez que a escola pública é universal e o acesso a ela independe de cor, credo, classe social etc. Além disso, essa ação tende a ser temporária, extingui-

Se reconhecermos que a população negra é mais pobre, concentrando-se hoje nas escolas públicas, a criação de cotas na universidade pública para alunos da rede pública deve indiretamente atender à justa causa da população negra

do-se naturalmente à medida que o ensino público se expandir.

O que todos sabemos – e o poder público, nas três esferas, historicamente insiste em não priorizar – é que a solução para o problema está na recuperação dos padrões de qualidade da escola pública. O termo correto é mesmo 'recuperação', pois escola pública de qualidade sempre foi a regra, e não a exceção, como observamos nos últimos 25 ou 30 anos. Provavelmente a maioria de seus conhecidos considerados 'bem-sucedidos', com mais de 45-50 anos, teve sua formação básica na rede pública. E talvez se orgulhem disso. Mas hoje isso parece retórica, discurso vazio de 'perdedor'. Sabíamos como fazer, mas parece que não sabemos mais. Penso, no entanto, que é possível recuperar o tempo perdido. Basta que se volte a reconhecer o professor como o elemento central de todo o processo – e não apenas no discurso. O prestígio social que os professores tinham outrora era equivalente, por exemplo, ao dos médicos. Mas agora...

Deriva daí outra reflexão: se a escola pública era de boa qualidade, por que os negros sempre foram menos frequentes nas universidades do que o esperado? Porque a iniquidade sempre esteve bem antes do ensino superior. Se hoje a universidade não é para negros, antes era a escola (pública) que não era. Em comparação com os brancos, havia menos negros no

ensino público; e, quando nele ingressavam, muitas vezes não conseguiam concluir o curso. Assim, cotas para negros na universidade, longe de resolver problemas, referendam a desigualdade, (re)criam preconceitos, compartimentando a raça humana. Metaforicamente, as verdadeiras conseqüências do movimento de um grande *iceberg* não devem estar na sua ponta.

De qualquer forma, estabelecer cotas para alunos da rede pública só deve durar enquanto não for possível recuperar o antigo e bom padrão de qualidade da escola pública. Enquanto isso, para que não pioremos a situação, transferindo para o ensino superior as seqüelas do ensino básico, as universidades públicas podem absorver e adaptar a idéia de prevenção terciária.

Na área da saúde, prevenção terciária diz respeito a ações que reduzem as seqüelas incapacitantes de um ex-doente, promovendo sua reintegração à sociedade. Transpondo para o caso das cotas para alunos da rede pública, na universidade pública, isso seria mais fácil, pois as 'seqüelas' – eventuais lacunas de formação por uma escola básica de baixa qualidade – não são permanentes. E, para que ninguém se sinta prejudicado, as vagas das cotas para alunos da rede pública poderiam ser preenchidas paralelamente a uma forte expansão do ensino superior público e de qualidade. O Brasil precisa disso. ■

A infertilidade masculina

Jalsi Tacon Arruda
 e **Katia Karina Verolli de Oliveira Moura**
Núcleo de Pesquisas Replicon, Universidade Católica de Goiás

A infertilidade masculina não é uma doença, e sim uma síndrome resultante de distúrbios adquiridos ou congênitos. Suas causas mais frequentes estão associadas a problemas na produção dos espermatozoides. Para discutirmos esse tema, porém, é preciso entender como funciona o sistema reprodutor masculino. Quando acontece um estímulo sexual, o hipotálamo, uma região do cérebro, produz um hormônio que faz a glândula hipófise lançar outros hormônios na corrente sanguínea. Estes chegam aos testículos e ali estimulam a produção de testosterona,

principal hormônio masculino. O aumento dos níveis locais desse hormônio ativa, nas células germinativas dos túbulos seminíferos, também nos testículos, a formação de espermatozoides (figura 1).

Os espermatozoides são armazenados e amadurecidos nos epidídimos (dutos anexos aos testículos) e, mantido o estímulo sexual, são conduzidos através dos canais deferentes até a vesícula seminal, que desemboca na próstata. Essas duas glândulas liberam secreções que, juntamente com os espermatozoides, compõem o esperma, que é ejaculado pela uretra, o canal central do pênis (figura 2).

Como é necessária uma quantidade mínima de esperma para neutralizar a acidez da vagina e impedir a morte dos espermatozoides, uma causa de infertilidade pode ser um volume de esperma inferior a 1,5 ml. A redução do volume pode ocorrer pelo refluxo do esperma para a bexiga (em vez de descer pela uretra), por deficiências da vesícula seminal ou pela ausência desta. Um volume elevado de esperma também pode prejudicar a fertilidade, pois o excesso de secreções altera a concentração de espermatozoides, o que dificulta a fecundação do óvulo.

A ereção do pênis e a ejaculação dependem de estímulos vindos do cérebro e do funcionamento adequado, no caso da ereção, dos tecidos penianos envolvidos (os corpos cavernoso e esponjoso). Problemas na geração e transmissão dos estímulos neurais e nos tecidos do pênis, ou interferências de outros fatores (psicológicos e ambientais, por exemplo) podem levar a falhas na ereção, alterando o desempenho sexual e comprometendo a fertilidade masculina.

As principais causas

Problemas na produção dos espermatozoides ou em seu trajeto até a ejaculação são as mais frequentes causas da infertilidade masculina. No primeiro caso, estão as doenças que afetam as glândulas envolvidas

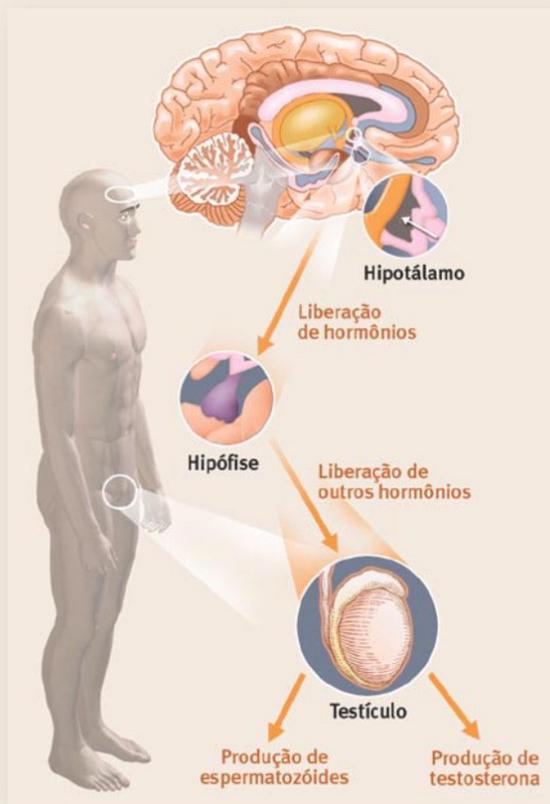


Figura 1. Os hormônios produzidos pelo hipotálamo levam a hipófise a liberar outros hormônios que induzem os testículos a produzir testosterona, ativando a formação de espermatozoides

D. GOWDAK E L. H. GOWDAK, ATLAS DE ANATOMIA HUMANA, 1989

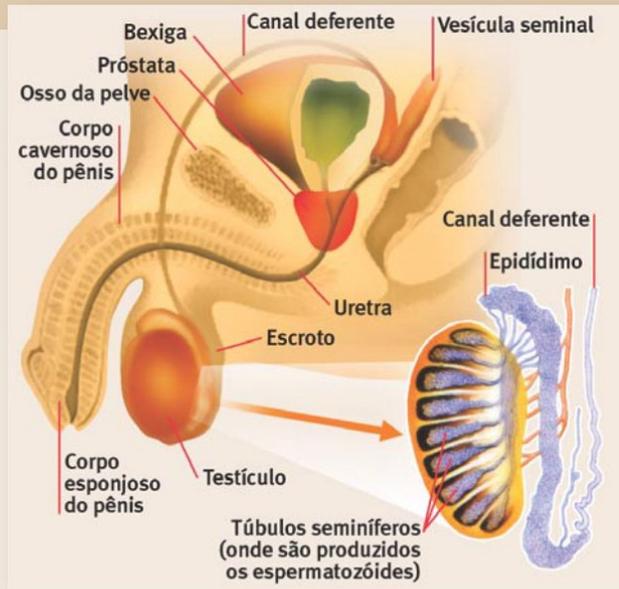
na espermatogênese, além de anomalias congênitas nas mesmas, traumas nos testículos e disfunções decorrentes do uso de substâncias tóxicas. O segundo inclui distúrbios da ejaculação, malformações ou doenças nas vesículas seminais e obstruções nos dutos espermáticos.

Anormalidades no hipotálamo e na hipófise podem reduzir a função testicular, condição denominada hipogonadismo. Entre elas estão doenças de origem genética, tumores, inflamações, processos degenerativos, traumatismos, acidentes vasculares cerebrais, infartos, excesso de hormônios masculinos (por uso de anabolizantes) e doenças sistêmicas como diabetes, hipotireoidismo ou obesidade severa.

A produção de espermatozoides (figura 3) também pode apresentar disfunções, como ausência de espermatozoides (azoospermia) ou redução do número destes (oligozoospermia), e alterações em sua forma (teratozoospermia), em sua capacidade de movimentação (astenozoospermia) ou em sua vitalidade (necrozoospermia). A infertilidade por azoospermia ou oligozoospermia severa (menos de 5 milhões de espermatozoides por mililitro de esperma) afeta entre 7% e 10% dos homens.

As doenças que afetam os testículos respondem por cerca de 35% dos casos de ausência de espermatozoides no material ejaculado ou de mudanças importantes na qualidade do sêmen. Na criptorquidia, um ou ambos os testículos não descem para o saco escrotal durante o desenvolvimento fetal, permanecendo no abdômen, o que impede ou dificulta a produção de espermatozoides. O problema pode ser corrigido por cirurgia após o nascimento. Na varicocele, caracterizada pela dilatação dos vasos sanguíneos dos testículos, o acúmulo de sangue aumenta a temperatura local e prejudica a formação de espermatozoides. Essa doença ocorre em 30% a 40% dos homens, em especial na puberdade, e também é tratada por cirurgia. Em geral não há sintomas, mas alguns pacientes sofrem desconforto e dor nos testículos, que podem aumentar de volume. Nem todos os homens que têm varicocele são inférteis, mas essa é a causa mais comum de infertilidade. A exposição prolongada a altas temperaturas (hipertermia) também pode afetar a produção de espermatozoides.

Os testículos podem ainda ser infectados por vírus (orquite viral), vindos de focos em outros pontos do corpo. A infecção mais comum, pelo vírus da caxumba, afeta cerca de 20% dos homens que têm caxumba, quando crianças ou adultos, e destrói as células germinativas, impedindo ou reduzindo a espermatogênese. Outras infecções, que acometem ao mesmo tempo os testículos e os epidídimos, são em geral causadas por bactérias sexualmente transmissíveis, entre elas as clamídias e o gonococo (agente da gonorréia). Tais infecções, além de destruir células



germinativas, podem obstruir os epidídimos, impedindo o fluxo dos espermatozoides.

Certos medicamentos (cetoconazol, cimetidina, antiandrogênicos e os usados na quimioterapia de cânceres) e substâncias tóxicas (como a maconha) podem induzir a produção anormal de testosterona e espermatozoides. A exposição a contaminantes ambientais como pesticidas, metais pesados e outros tem efeito similar. A radiação ionizante (raios X, por exemplo) pode comprometer a espermatogênese, dependendo do grau de exposição. Tais efeitos são normalmente revertidos quando cessa o uso ou a exposição, mas o problema pode ser irreversível se ocorrer azoospermia.

Outra causa de infertilidade masculina é a destruição dos espermatozoides por anticorpos do próprio organismo. Isso pode acontecer espontaneamente ou devido a uma agressão (por doença) aos testículos. Traumatismos diretos sobre os testículos ou epidídimos, em esportes, acidentes ou cirurgias, também são capazes de comprometer a produção de espermatozoides (ao destruir a massa testicular) ou sua mobilidade (ao obstruir os epidídimos). Outro problema, que ocorre subitamente, é a torção do cordão espermático (este enrola-se e estrangula a circulação sanguínea), que leva à morte as células germinativas, se não for reparado a tempo.

A leucospermia (alta taxa de leucócitos no sêmen), sintoma de possível infecção bacteriana no aparelho genital, é uma das poucas causas de infertilidade passível de ser amenizada com tratamento clínico, após a identificação do microrganismo responsável. A função dos testículos também pode ser prejudicada por enfermidades crônicas debilitantes e doenças que afetam o organismo como um todo, entre elas desnutrição, anemia falciforme, cirrose hepática e insuficiência renal.

Figura 2. Aparelho reprodutor masculino: os espermatozoides são produzidos nos testículos e passam por diferentes dutos – o epidídimo, o canal deferente e a uretra

O papel dos genes

Nas células germinativas masculinas são expressos mais de 3 mil genes, e muitos estão relacionados à infertilidade. Em um quarto dos pacientes o problema tem origem genética. A síndrome de Klinefelter, na qual o indivíduo tem três cromossomos sexuais (dois X e um Y) afeta um em cada mil homens nascidos vivos e está presente em 4% dos homens inférteis. Como eles têm 47 cópias dos cromossomos, a anomalia é chamada de ‘cariótipo 47, XXY’ (figura 3). Ela decorre de erros durante as divisões celulares necessárias para a formação dos espermatozoides. Outras anormalidades genéticas podem causar infertilidade masculina, entre elas a síndrome de Down, na qual os indivíduos têm três cópias do cromossomo 21.

Alterações na constituição do cromossomo Y também podem afetar a fertilidade. Estudos recentes demonstraram a associação da infertilidade com deleções muito pequenas ocorridas na região denominada fator azoospermico (ou AZF, do inglês *azoospermic factor*), localizada no braço longo do cromossomo Y. Até metade dos homens inférteis pode apresentar essas deleções e, dos homens em que estão presentes, 38% têm azoospermia e 23% oligozoospermia severa.

Fatores genéticos também podem estar envolvidos em casos de azoospermia decorrente da ausência ou obstrução dos dutos espermáticos, como em pacientes de fibrose cística, doença genética ligada ao cromossomo 7. Quase todos os homens com fibrose cística (95%) são inférteis. A chamada síndrome de insensibilidade aos andrógenos também pode causar a infertilidade masculina. Nesse caso, a ausência do receptor de andrógenos na membrana das células

(causada por mutações) impede a captação desses hormônios, necessários à espermatogênese. O problema é raro: atinge um em cada 100 mil homens. Outras doenças genéticas, como a síndrome de Kallmann e a distrofia muscular miotônica, também podem causar infertilidade.

O sistema reprodutor masculino tem suas funções reguladas por hormônios produzidos pela hipófise, sob controle do hipotálamo. O hormônio folículo estimulante (FSH, na sigla em inglês) regula a espermatogênese e o hormônio luteinizante (LH, na sigla em inglês) estimula a produção, pelos testículos, de andrógenos que controlam a espermatogênese. Mutações nos receptores de membrana desses hormônios atrasam o desenvolvimento sexual masculino e levam à malformação do testículo.

As próximas gerações

A infertilidade masculina é mais fácil de ser detectada, mas seu tratamento é mais difícil que o da feminina. Um a cada seis casais em idade reprodutiva apresenta problemas de infertilidade, em função de anomalias na mulher, no homem ou em ambos (a investigação das causas, portanto, deve incluir os dois parceiros). Em homens, o diagnóstico é iniciado com o espermograma, que avalia o número de espermatozoides produzidos (o normal é 20 milhões ou mais por mililitro de esperma), a motilidade (ao menos 50% do total com movimento linear), morfologia (ao menos 30% com formato normal – ovais e com ‘cauda’) e vitalidade (ao menos 50% vivos). Reduções em um ou mais desses parâmetros exigem a realização de exames físicos, hormonais e/ou genéticos para a apuração da causa.

Muitas causas de infertilidade masculina são corrigidas atualmente com cirurgias ou medicamentos, mas se isso não for possível os indivíduos podem ser pais por meio dos métodos laboratoriais já disponíveis (ver ‘Técnicas de reprodução assistida’).

A competição entre os espermatozoides (na forma, no tamanho, na motilidade etc.) e a sobrevivência em condições adversas no útero são fatores importantes para a atuação da seleção natural, que minimiza a ocorrência de embriões com problemas genéticos. Devido à chance de transmissão dos erros genéticos dos pais para os filhos, há muita discussão sobre os métodos de reprodução assistida e

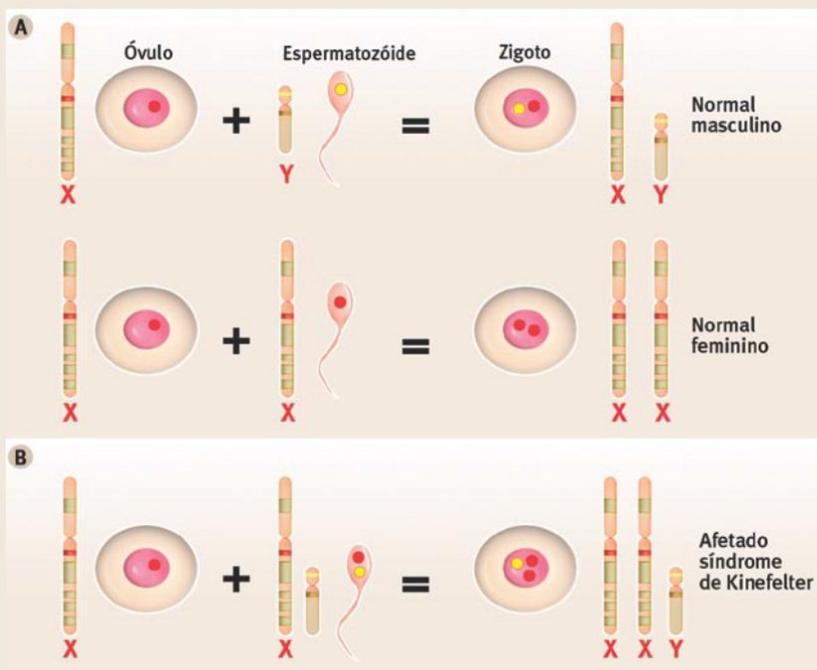


Figura 3. Como ocorre a síndrome de Klinefelter: na fecundação normal (A), o espermatozoide e o óvulo têm apenas uma cópia do cromossomo sexual, e o óvulo fecundado terá sempre um par (XX ou XY); na síndrome (B), o espermatozoide carrega duas cópias, e o óvulo fecundado terá três (XXY)

TÉCNICAS DE REPRODUÇÃO ASSISTIDA

As técnicas laboratoriais mais empregadas atualmente para contornar problemas de infertilidade masculina são a inseminação intra-uterina, a fertilização em laboratório (*in vitro*) e a injeção de espermatozóides ou formas imaturas deste (espermátides) no óvulo. Na inseminação intra-uterina, espermatozóides selecionados são colocados dentro do útero da futura mãe. É indicada quando ocorrem anormalidades no muco cervical (a secreção da vagina, que pode impedir a pas-

sagem dos espermatozóides) ou quando existem anticorpos antiespermatozóides. Para a seleção, é usada a técnica denominada *swim-up*: os espermatozóides são postos para 'apostar corrida' em uma placa especial e os mais rápidos são escolhidos. Na fertilização *in vitro*, espermatozóides (também selecionados) e um ou mais óvulos são reunidos em uma proveta e, após a fecundação, um ou mais embriões são transferidos para o útero da futura mãe. Pode ser usada nos

mesmos casos da inseminação ultra-uterina e ainda quando o espermatozóide apresenta, em condições normais, dificuldade para penetrar o óvulo. Na injeção intracitoplasmática, realizada quando há poucos ou nenhum espermatozóide (ou no caso de vasectomia, cirurgia voluntária que obstrui os canais deferentes), um microscópio com micromanipuladores é utilizado para inserir no óvulo o espermatozóide ou a espermátide, retirado diretamente dos testículos.

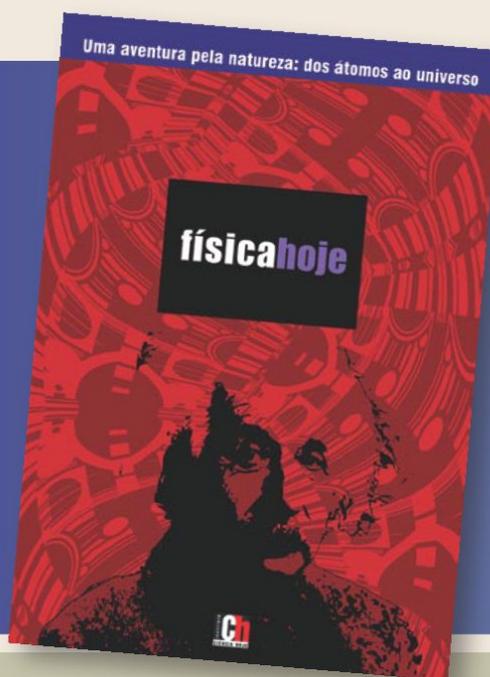
sobre a necessidade de exames genéticos completos, para evitar essa possibilidade.

Com os avanços científicos ocorridos nas últimas décadas, as causas genéticas da infertilidade masculina já podem ser identificadas por exames de DNA, como o que verifica número e estrutura dos cromossomos e o que detecta alterações moleculares em genes envolvidos na fertilidade, realizados em amostras de sangue ou de sêmen. Conhecendo os resultados desse diagnóstico, o casal se submete ao aconselhamento genético, no qual é informado sobre alte-

rações detectadas, riscos de transmissão das anormalidades para os descendentes e possibilidades de evitar isso. Muitos casais desistem da reprodução assistida por ter uma anormalidade genética, mas nesse caso podem ser feitos exames para verificar a presença dessa alteração (e de outras) nos embriões antes da implantação no útero, para que as crianças nasçam saudáveis. Os avanços nos diagnósticos e nas técnicas de reprodução assistida, porém, ainda precisam ser mais amplamente difundidos, para que possam beneficiar parcelas maiores da população. ■

**USINAS NUCLEARES,
IMAGENS DE TOMOGRAFIA,
CIRURGIAS A LASER,
TELAS DE CRISTAL LÍQUIDO...**

**SAIBA NESTE LIVRO COMO
A FÍSICA MUDOU A SUA VIDA**



PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR

LIGUE **0800 727 8999** OU VISITE www.cienciahoje.org.br

QUÍMICA Experimento tornou-se uma referência para pesquisas sobre a origem da vida

Um pioneiro no estudo da Terra pré-biótica

Felipe A. P. L. Costa

Biólogo, autor de *A curva de Keeling e outros processos invisíveis que afetam a vida na Terra* (2006, Moderna)

Stanley Miller na Universidade da Califórnia em San Diego, com os equipamentos do célebre experimento que realizou com Harold Urey em 1953 sobre a formação de moléculas orgânicas na Terra primitiva

O químico norte-americano Stanley Lloyd Miller (1930-2007), falecido em maio último, aos 77 anos, foi um pioneiro no estudo experimental das origens da vida. Graduado pela Universidade da Califórnia (Berkeley), Estados Unidos, em 1951, Miller ingressou, no ano seguinte, na Universidade de Chicago. Lá estudou sob a orientação de Harold C. Urey (1893-1981), vencedor do prêmio Nobel de Química em 1934 por suas pesquisas com isótopos. Influenciado pelas idéias de Urey sobre as condições predominantes na Terra pré-biótica (antes do surgimento da vida), Miller decidiu submetê-las a teste, fazendo disso o tema de sua tese de doutorado.

A princípio, Urey relutou. Temia que seu aluno, com um prazo relativamente curto pela frente, demorasse a obter resultados expressivos ou que jamais os obtivesse. Miller insistiu. No fim das contas, fizeram um acordo: Miller faria uma tentativa; caso não conseguisse resultados promissores em alguns meses, procuraria outro tema para a sua tese.

O ponto de partida para o experimento – hoje amplamente citado nos livros-texto como experimento de Miller-Urey, embora a autoria do artigo original seja apenas de Miller, como se verá a seguir – seria a construção de um microcosmo que pudesse, até certo ponto, mimetizar em laboratório as condições da Terra pré-biótica. O aparato construído era relativamente simples, sendo formado por duas esferas de vidro (uma menor, capaz de armazenar cerca de 0,5 litro de água, e a outra maior, com capacidade para 5 litros) conectadas entre si por um sistema de tubos.

A esfera menor, que fazia o papel dos oceanos, continha água, mantida em ebulição por uma fonte externa de calor (correspondente ao Sol). O vapor d'água produzido era conduzido por um tubo ascendente até a esfera maior, que continha gases (metano, amônia, hidrogênio) e fazia o papel de atmosfera. A esfera maior estava equipada com um par de eletrodos que periodicamente liberavam descargas elétricas, como se fossem os relâmpagos da atmosfera primitiva. O vapor d'água – e os produtos das reações eventualmente ocorridas no interior da esfera maior – fluía então por um tubo descendente, condensava-se e, por fim, retornava à esfera menor (figura).

Algumas características do experimento eram simplificações claramente pouco realistas. Manter a água da esfera menor em ebulição era uma delas. Manter a concentração de gases bem acima dos níveis estimados para a atmosfera primitiva era outra. Por

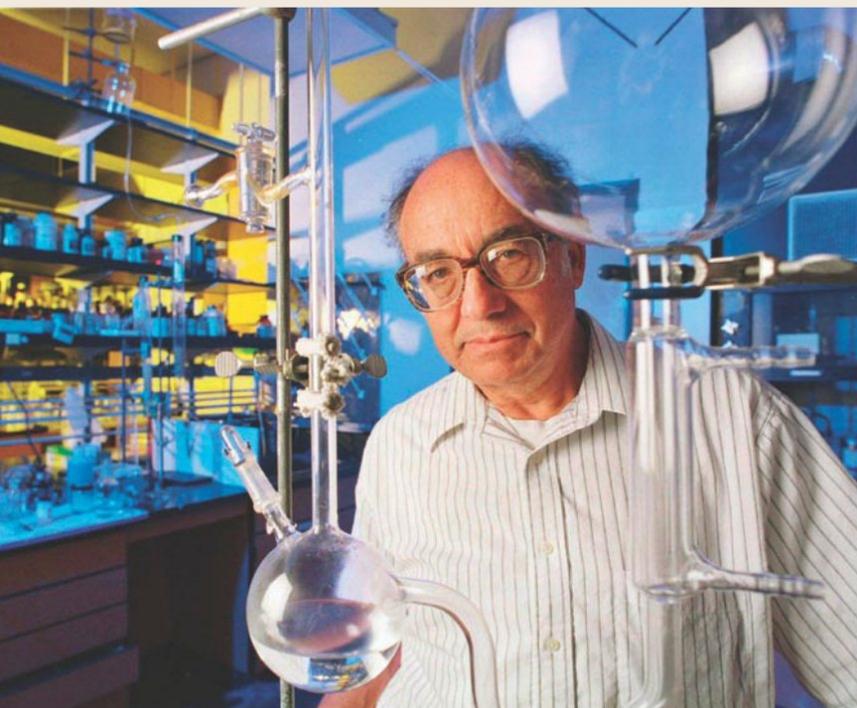
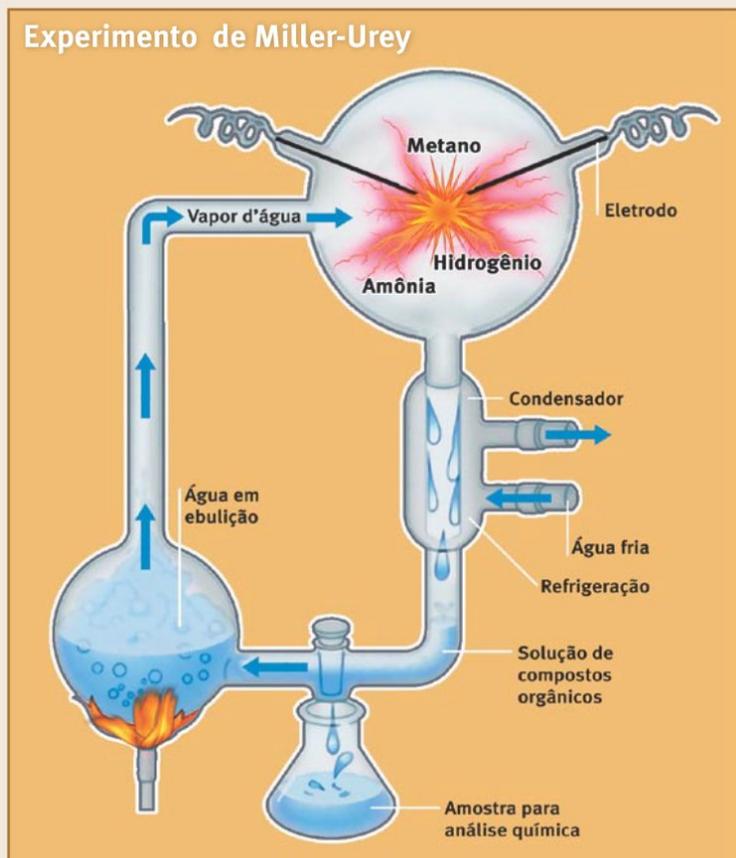


FOTO: DAVID MCNEW/REUTERS

Experimento de Miller-Urey



que Miller e Urey admitiram tais simplificações? Em poucas palavras, a resposta seria: para ganhar tempo. Manter o 'oceano' em ebulição e aumentar a concentração de gases na 'atmosfera' aceleraria as reações, permitindo que algum tipo de resultado fosse obtido em um prazo relativamente curto – e não, digamos assim, após centenas ou mesmo milhares de anos!

O aparato foi então posto para funcionar ininterruptamente durante uma semana. Ao fim desse período, o líquido acumulado na esfera menor foi examinado. Para surpresa geral, os testes revelaram a presença de mais de uma dúzia de substâncias orgânicas relativamente complexas, incluindo aminoácidos (glicina e alanina), matéria-prima para a construção de proteínas.

Química pré-biótica

O impacto e a importância desses resultados foram enormes. A razão para isso tem a ver com o seguinte: o líquido obtido não era simplesmente uma mistura aleatória de compostos químicos simples – e milhares desses compostos poderiam ter sido formados a partir da matéria-prima utilizada. O fato de que foram encontrados aminoácidos – e outras moléculas orgânicas complexas – em quantidades expressivas sustenta a hipótese de que a síntese desses compostos seria possível a partir dos gases presentes na atmosfera pré-biótica (rica supostamente em me-

tano, amônia, hidrogênio e água, em vez de dióxido de carbono, nitrogênio, oxigênio e água, como ocorre com a atmosfera atual), mas também levanta a suspeita de que eles seriam relativamente abundantes nos oceanos primitivos.

Os resultados foram divulgados em um breve artigo de duas páginas, 'Produção de aminoácidos sob possíveis condições da Terra primitiva', publicado na revista científica norte-americana *Science*, em 1953. (O mesmo ano, aliás, em que a revista científica inglesa *Nature* publicou o artigo de Francis Crick e James Watson sobre a estrutura molecular do DNA.) Curiosamente, porém, o artigo apareceu assinado apenas por Stanley Miller. Assumindo uma postura virtualmente desconhecida no mundo acadêmico contemporâneo, Harold Urey justificou a exclusão do seu nome – Miller o havia incluído como co-autor –, declarando que ele próprio já era um autor bastante conhecido.

O experimento de Miller-Urey despertou a imaginação e estimulou o trabalho de outros pesquisadores mundo afora, a ponto de ser referido hoje como um marco no estudo experimental das origens da vida. Ao longo dos anos, o experimento foi refeito inúmeras vezes, usando-se variadas combinações de gases e fontes de energia. Os resultados com frequência incluíam a síntese de substâncias orgânicas, como aminoácidos, açúcares e bases nitrogenadas, em quantidades expressivas. Mesmo tendo recebido críticas importantes (por exemplo, em vez de redutora, como Miller supunha, a atmosfera primitiva seria mais neutra que a atual), a principal mensagem do seu experimento ainda está de pé: moléculas orgânicas complexas podem ser obtidas a partir de condições inteiramente abióticas.

Tendo desenvolvido sua carreira acadêmica na Universidade da Califórnia (San Diego), Stanley Miller continuou envolvido com a chamada química pré-biótica, voltando-se também para o estudo da síntese de nucleotídeos, a matéria-prima para a elaboração de moléculas de DNA. Em 1999, ele sofreu um primeiro derrame cerebral. Continuou trabalhando por mais algum tempo, mas logo se aposentou. Mudou-se então para uma casa de repouso em National City, cidadezinha próxima a San Diego. Vítima nos últimos anos de uma série de derrames, faleceu em consequência de problemas cardíacos. Não era casado nem teve filhos. ■

BOTÂNICA Espécie silvestre da fruta mais popular do mundo é fértil objeto de pesquisa

Banana com sementes

Nativa da Índia, do sul da China, do norte de Myanmar (antiga Birmânia) e de algumas ilhas do arquipélago malaio, a bananeira *Musa balbisiana* foi introduzida com sucesso em várias partes do mundo tropical, inclusive em uma propriedade particular do município de São Luís, no Maranhão, onde foi realizado o estudo aqui apresentado. Embora tenha pouca importância econômica, essa espécie silvestre dotada de sementes grandes e duras é um excelente instrumento de pesquisa na área de botânica.

Por **Emília C. Girnos**, do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), e

Raysa V. Carvalho Saraiva, graduanda de Ciências Biológicas na UFMA.



**Olha a banana, olha o bananeiro
Eu trago bananas pra vender
Banana de todas as qualidades
Quem vai querer?**

(Jorge Benjor – Bananeiro)

A bananeira *Musa balbisiana* – assim como a espécie *Musa acuminata*, também silvestre – é considerada ancestral da bananeira comum (*Musa paradisiaca*), produtora de variedades de banana muito apreciadas. Essas variedades comestíveis diferem das espécies ancestrais devido à presença, nas primeiras, de genes responsáveis pela partenocarpia, que permitem a produção de frutos a partir do desenvolvimento do ovário, sem que os óvulos das flores sejam fecundados. Sem fecundação, não há formação de sementes. A vantagem de frutos sem sementes foi provavelmente observada por povos antigos – que começaram então a selecioná-los –, pois a banana é um fruto de cultivo milenar.

Embora muitos tailandeses se alimentem dos frutos de *M. balbisiana* em períodos de escassez, a preferência do mercado mundial é por bananas sem sementes. Essa predileção, no entanto, não impediu que as espécies com sementes continuem se propa-

FOTO RANSA V.C. SARAIVA

Plantas adultas de *Musa balbisiana*
em uma propriedade particular de São Luís (MA)

gando em áreas nativas e em regiões onde foram introduzidas, principalmente com fins ornamentais.

A altura das plantas adultas de *M. balbisiana* examinadas em nossos inventários varia de 2 m a 6 m. O caule subterrâneo, ou rizoma, garante propagação vegetativa com brotos que se multiplicam verticalmente ou com certo ângulo em relação à planta original, dando origem a vários indivíduos geneticamente idênticos que crescem próximos uns dos outros. As folhas adultas são espessas e lisas, e as partes basais alargadas da lâmina foliar (bainhas) se superpõem formando um pseudocaule de aparência brilhante cuja largura na base chega a exceder 50 cm. O comprimento e a largura das folhas também variam; as médias observadas foram 1,7 m e 42 cm, respectivamente. As flores são rosadas e aparecem em conjunto, formando uma inflorescência com grandes brácteas (folhas modificadas com a função de atrair polinizadores) de coloração roxa-amaronzada.

O fruto e a semente

Se compararmos o fruto de *M. balbisiana* com o de bananas sem sementes, veremos que o fruto da espécie silvestre é do tamanho das variedades comumente encontradas no mercado. O fruto de *M. balbisiana*, que tem em média 8 cm de comprimento, é carnoso, com polpa adocicada e relativamente abundante. Seu consumo é limitado pelo fato de apresentar sementes grandes e duras, que dificultam a mastigação. Em uma única banana da espécie é possível encontrar de 17 a 52 sementes. Os frutos, quando imaturos, são verdes ou amarelo-esverdeados; quando maduros, têm um tom de amarelo mais forte que o apresentado pelas variedades comestíveis.

É possível que a pequena quantidade de frutos observada em um cacho decorra de polinização insuficiente, uma vez que há poucos indivíduos similares na área de realização da pesquisa. As bananas silvestres são polinizadas por morcegos, insetos e pássaros. As sementes, rugosas e de formato elipsóide, pesam em média 0,1 g e têm aproximadamente 5 mm de comprimento e 6 mm de diâmetro.

Plantas jovens

As sementes da banana começam a germinar oito dias após o plantio em vasos com capacidade aproximada de 1 mil cm³ (1 litro), contendo terra adubada, regados uma vez por dia. A germinação é descontínua, podendo

ocorrer até quatro meses após o plantio. Diferentemente das bananeiras comuns, *M. balbisiana* apresenta estágio juvenil (plântula), que ocorre em seguida à germinação e é muito vulnerável. Qualquer perturbação no ambiente pode afetar o desenvolvimento da planta.

O cotilédone (folha embrionária) da plântula de *M. balbisiana* fica dentro dos envoltórios da semente, mesmo após a germinação. A raiz de origem embrionária, ou raiz primária, atrofia-se precocemente, e o sistema radical adventício (conjunto de raízes que têm origem no caule) surge no início do desenvolvimento da plântula. Raízes adventícias podem ser observadas em uma plântula de sete dias.

Em geral, as plântulas emitem quatro folhas por mês. Inicialmente essas folhas são protegidas por uma bainha de origem embrionária (coleoptile) que se rompe com o aparecimento da primeira folha e cai após o estágio de seis folhas. As primeiras folhas têm forma de lança, com margem foliar lisa, e são invaginantes, isto é, apresentam uma bainha que envolve o caule.

No estágio de plântula, o caule do tipo rizoma, que cresce debaixo da terra e lança ramos foliares acima do solo, é pouco desenvolvido. Em uma plântula de seis meses, observamos essa estrutura com diâmetro de 3,4 cm.

Fonte de pesquisa

Em feiras e supermercados normalmente não encontramos bananas com sementes. Mas, apesar de seu reduzido valor comercial se comparada a variedades como banana-prata (*Musa sapientium*) e banana-nanica (*Musa cavendishii*), por exemplo, as plantas de *M. balbisiana* são fundamentais em estudos botânicos sobre reprodução e doenças da bananeira, como o mal-do-panamá, causado pelo fungo *Fusarium oxysporum*. A espécie é importante também na pesquisa biotecnológica, uma vez que seu genoma contém genes que garantem resistência a perturbações bióticas e abióticas. ■



Cacho de *Musa balbisiana* coletado em propriedade de São Luís (MA)



Sementes e fruto (em corte longitudinal) de *Musa balbisiana*

ECOLOGIA Educação ambiental pode contribuir para a proteção de espécies ameaçadas

Os jovens e a conservação de primatas

Um levantamento sobre o que os jovens sabem sobre a conservação dos primatas, realizado em instituições não-formais de ensino, deixou clara a urgência da ‘tradução’ dos resultados de pesquisas científicas para a população. É preciso implantar ou ampliar programas de educação ambiental que contribuam para o conhecimento da fauna brasileira e da nossa responsabilidade quanto à sua conservação. Por

Fabiana R. do Couto-Santos e **Ítalo M. da Costa Mourthé**, do Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal de Minas Gerais, e **Paulina M. Maia-Barbosa**, do Departamento de Biologia Geral do ICB.

Figura 1. Primatas da mata atlântica incluídos na lista internacional das espécies ameaçadas de extinção: miquiqui-do-norte ou mono-carvoeiro (*Brachyteles hypoxanthus*), o maior macaco das Américas (A); mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*) (B); e mico-leão-da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*) (C)

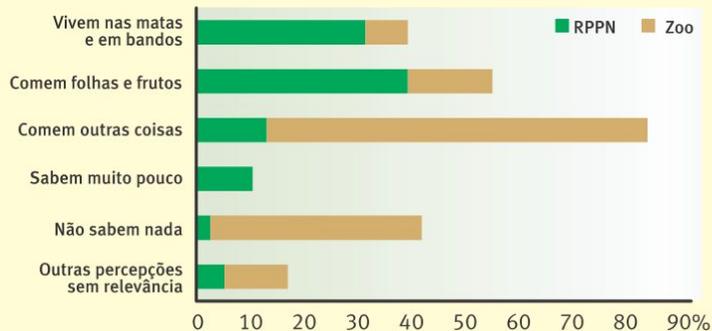
A maior ameaça à sobrevivência das espécies, atualmente, é a destruição de seus habitats, principalmente devido à interferência humana. O sucesso das iniciativas para a conservação dos ambientes naturais e das espécies que neles vivem depende de vários fatores. Um deles, a conquista do apoio da população, tem se mostrado essencial. Nesse sentido, a educação ambiental é um importante instrumento, já que amplia conhecimentos, transforma valores e aperfeiçoa habilidades, os quais, juntos, levam os indivíduos a assumir atitudes e ações favoráveis à proteção ambiental.

Nas últimas décadas, uma grande parcela da população das grandes metrópoles tem buscado maior aproximação com a natureza. Em parte, isso pode ser conseguido em praças, parques e grutas em área urbana, zoológicos, jardins bo-

tânicos e museus. Esses locais são particularmente importantes para o desenvolvimento de atividades de educação ambiental, pois permitem um aprendizado vinculado à realidade sociocultural da população. Entretanto, apesar dessa vantagem, tais espaços são ainda pouco explorados com essa finalidade.

O Brasil é o país com o maior número de espécies de macacos no mundo, mas grande parte da população desconhece essa diversidade e o papel desempenhado por esse grupo de animais na natureza. Os macacos são considerados espécies-bandeira em programas de conservação ambiental porque suas características sociais e sua semelhança com a espécie humana atraem grande interesse. Por isso, várias espécies são as ‘estrelas’ de programas conservacionistas,





em especial no caso da mata atlântica. O murequido-norte (*Brachyteles hypoxanthus*) e as quatro espécies de micos-leões (do gênero *Leontopithecus*), por exemplo, são os primatas que mais contribuíram para a popularização desse bioma no Brasil e no mundo nas últimas décadas (figura 1).

Percepções divergentes

Avaliar o que os jovens em idade escolar (de 14 a 18 anos) sabem sobre os hábitos de vida dos primatas da mata atlântica, as principais ameaças a esse grupo e a importância de sua conservação foi o objetivo de estudo recente, que envolveu duas instituições não-formais de ensino, a Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte (Zoo), na capital de Minas Gerais, e a Reserva Particular do Patrimônio Natural Feliciano Miguel Abdala, em Caratinga, no interior do estado. Nesse estudo, realizaram-se 38 entrevistas com dois grupos de estudantes (um em cada instituição).

O zoológico tem área de preservação de 150 hectares (ha) e abriga, em cativeiro, cerca de 50 espécies de mamíferos, das quais 65% são da fauna nacional e cerca de 40% são espécies raras ou ameaçadas de extinção. Já a reserva, com 957 ha, constitui um importante fragmento de mata atlântica em Minas Gerais. Essa área natural abriga inúmeras espécies animais e vegetais, algumas ameaçadas de extinção.

Ambas as instituições recebem grande número de visitantes, de diferentes idades, e oferecem programas de educação ambiental, voltados para a divulgação da fauna e da flora. Na reserva particular, os primatas são o foco principal do programa. No jardim zoológico, o programa aborda a questão ambiental de modo mais amplo, sem focar os primatas. Livres ou em cativeiro, os animais atraem a curiosidade e despertam a sensibilidade das pessoas, tornando essas instituições importantes locais para a transmissão de conceitos e a ampliação do conhecimento.

As entrevistas evidenciaram que as experiências vividas pelos dois grupos durante as visitas às instituições tiveram grande influência na percepção da importância dos primatas e da necessidade de sua proteção. Os jovens ouvidos na reserva mostraram maior nível de informação. Eles descreveram, por exemplo, os itens incluídos na alimentação dos macacos e seus modos de vida (figura 2).

Entretanto, embora considerem os macacos importantes, a maioria dos jovens, em ambas as instituições, não soube justificar tal resposta. Algumas das justificativas foram vagas, como, por exemplo, a de que tais animais são importantes mesmo sem exercer qualquer papel na natureza ou apenas por enfeitá-la. Também surgiram afirmações incorretas, como a de que sua importância se deveria à ameaça de

extinção ou ao fato de serem ancestrais diretos do homem. Essa última idéia não condiz com a teoria da evolução, mas ainda tem forte presença no imaginário popular (figura 3). Respostas desse tipo podem ter implicações negativas, pois se não se compreende o valor de uma espécie não se pode pensar em um motivo para garantir a sua existência.

Outra constatação importante foi a de que o local onde os estudantes vivem (zona rural ou urbana) influencia fortemente sua percepção sobre as ameaças aos primatas e sua conservação. Desmatamentos, queimadas e caça indiscriminada foram apontados como as principais causas da redução das populações de macacos, embora uma parte dos entrevistados, em especial na área urbana, desconheça os reais motivos. Apenas os visitantes da reserva citaram as queimadas, provavelmente como reflexo da vivência desse problema em sua região. Já o tráfico de animais, citado somente pelos visitantes do zoológico, reflete provavelmente a intensa divulgação desse tema pelos meios de comunicação nas grandes cidades (figura 4). Tais diferenças demonstram como o ambiente sociocultural dos jovens pode influenciar seu modo de pensar e perceber o meio em que vivem. Essa influência, portanto, deve ser levada em consideração para que a implantação de projetos de educação ambiental seja bem-sucedida.

A percepção de cada grupo sobre as responsabilidades pela conservação dos primatas também é divergente. Essa tarefa, segundo os entrevistados no Zoo, cabe principalmente à polícia e a outras autoridades, ou a grupos de ação formados por pessoas com esse interesse. Já os frequentadores da reserva

Figura 2. Conhecimentos dos jovens entrevistados na Reserva Particular do Patrimônio Natural Feliciano Miguel Abdala (RPPN) e na Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte (Zoo) sobre os primatas. As entrevistas foram semi-estruturadas, ou seja, foram computadas diferentes respostas dos jovens

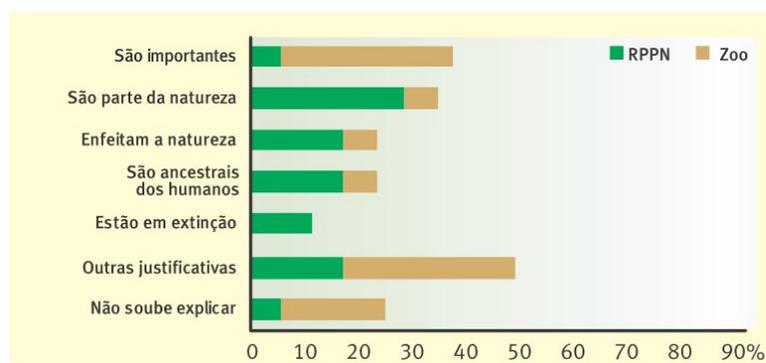


Figura 3. Respostas dos entrevistados ao serem questionados sobre a importância dos primatas nas matas onde vivem

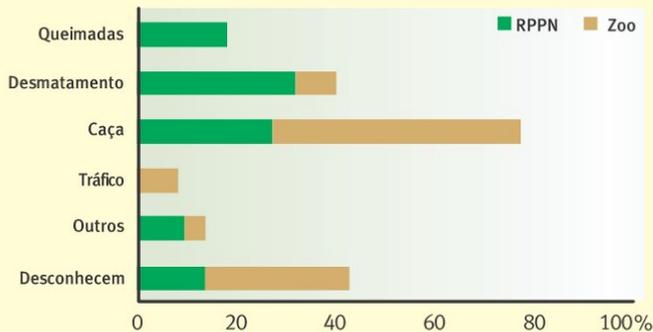


Figura 4. Nível de informação dos entrevistados sobre os motivos da redução das populações de primatas, que torna algumas espécies ameaçadas de extinção

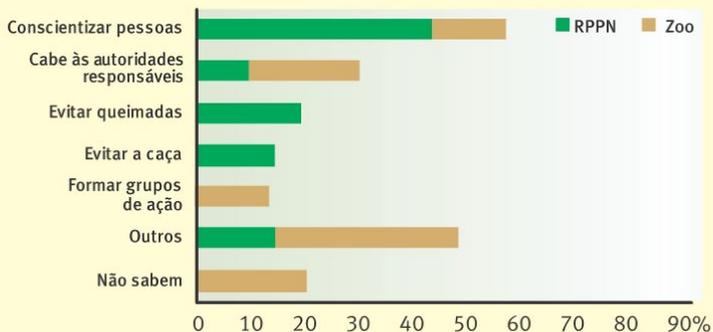
particular acreditam que a conscientização das pessoas é a melhor forma de cumprir com tal responsabilidade. Ambos os grupos, porém, não vêem como sua responsabilidade a realização de ações mais concretas. Esse ponto de vista compromete o sucesso de programas de educação ambiental que visem a conservação de habitats e espécies, já que estes só têm chance de sucesso com a participação efetiva da população, ou seja, com a percepção por esta de que é parte dos problemas ambientais e, portanto, também responsável por eles.

Entendendo os primatas

Os primatas da mata atlântica são animais arborícolas, ou seja, passam grande parte de suas vidas nas copas das árvores, onde realizam praticamente todas as suas atividades. Só descem ao chão quando precisam atravessar áreas abertas entre fragmentos separados ou para beber água nas épocas mais secas do ano. Vivem em grupos sociais, interagindo permanentemente tanto com os demais indivíduos do grupo quanto com indivíduos de outros grupos que vivem na mesma área.

A maioria das espécies alimenta-se basicamente de folhas, frutos e flores, mas algumas também consomem insetos, ovos e a goma de algumas árvores. Como todo animal, os primatas têm importante papel na cadeia alimentar da floresta, ao incluir espécies vegetais e animais em sua dieta e ao servir de alimento para muitos animais. Além disso, dispersam as sementes de muitas plantas e podem ser consi-

Figura 5. Percepção dos entrevistados a respeito do que pode ser feito para evitar o desaparecimento dos primatas



derados polinizadores de algumas. A destruição das florestas, para a formação de pastagens ou culturas agrícolas, tornou seriamente ameaçadas diversas espécies de primatas. Outra atividade humana que reduz as populações desses animais e aumenta sua chance de extinção é a caça (para o tráfico de animais, o consumo da carne ou outros fins).

Entender as causas reais das ameaças às espécies é o primeiro passo para sua conservação. Entretanto, para evitar que o problema continue é necessário que cada um de nós se envolva de fato com a conservação. Essa participação pode ocorrer por meio de ações diretas (como não caçar animais silvestres e não destruir as matas) ou indiretas (como denunciar crimes ambientais e ajudar a formar grupos de ação que divulguem e discutam a conservação em escolas, associações de bairros, igrejas etc.). Além disso, cobrar dos governos uma fiscalização mais rigorosa e sanções penais para crimes ambientais também é importante, sempre tendo em mente que o governo não é o único responsável por essa questão.

A urgência da 'tradução'

Embora o Brasil tenha a maior diversidade de primatas no mundo, o conhecimento sobre o papel desses animais na cadeia alimentar, na dispersão de sementes, na polinização e em outros processos ainda não é reconhecido pelo público em geral. Isso dificulta a compreensão da necessidade de sua preservação. O estudo feito em Minas Gerais permitiu perceber a urgência de uma 'tradução', para as comunidades não-acadêmicas, dos resultados de pesquisas científicas em biologia da conservação. Essa divulgação esclareceria a sociedade a respeito da fauna brasileira, além de ajudar a entender a necessidade de programas de conservação de habitats e espécies.

A formação de cidadãos mais conscientes e participativos, preparados para buscar soluções que permitam melhorar sua qualidade de vida e o ambiente a sua volta, é um dos principais objetivos da educação ambiental. Esta pode oferecer à população os instrumentos necessários para que planejem, gerenciem e implantem suas próprias alternativas às políticas vigentes.

Implantar e/ou ampliar programas de educação ambiental em espaços não-formais de ensino, como parques, reservas e zoológicos, seria de grande valia para a formação da consciência sobre a conservação de ambientes e espécies ameaçadas, em particular as de primatas. Para aumentar a chance de sucesso de tais iniciativas, porém, seria importante que tais programas fossem desenvolvidos por meio de parcerias multidisciplinares, incluindo biólogos, educadores, administradores e outros profissionais capazes de fornecer informações de uma forma interessante a toda a sociedade. ■

LIMNOLOGIA Organismos microscópicos com carapaças são importantes em estudos científicos

Biodiversidade oculta

Alguns organismos microscópicos que vivem nos solos e em todos os ambientes aquáticos, em especial em rios, lagos e pântanos, exibem uma característica curiosa: são recobertos por uma ‘armadura’ que constroem com materiais fabricados por eles mesmos ou com variadas partículas que encontram em seu caminho. São as tecamebas, seres que vêm sendo cada vez mais estudados, pois podem ajudar a humanidade a compreender a evolução e as condições atuais dos ambientes naturais. Por **Maria**

Beatriz Gomes e Souza, da *Keratella Estudos Projetos Ambientais Ltda.*

Entre os milhares de seres invisíveis aos nossos olhos há um grupo surpreendente, com grande variedade de formas e condições de vida peculiares. Seus integrantes vivem no solo (sobre folhas e troncos caídos), em águas doces e salgadas e nos sedimentos de ambientes aquáticos. São as tecamebas, organismos unicelulares que surgiram há mais ou menos 750 milhões de anos e são capazes de estender partes de seu citoplasma, formando prolongamentos – chamados de pseudópodos, ou seja, ‘falsos pés’ – que os ajudam a se deslocar e a capturar alimentos.

A principal característica desses protozoários de vida livre, porém, é a presença de carapaças protetoras (figura 1), também chamadas de ‘tecas’, verdadeiras ‘casas’ construídas com ‘tijolos’ (partículas que eles produzem ou colhem no ambiente) colados com um ‘cimento’ de fabricação própria. A presença em variados ambientes e os depósitos fósseis formados por suas carapaças tornam as tecamebas muito úteis para a humanidade, pois permitem estudos ecológicos e paleontológicos que levam a um melhor conhecimento do estado atual e da evolução da biodiversidade na Terra.

Na classificação zoológica as tecamebas, ou amebas testáceas, pertencem ao reino Protista, que

abrange os organismos unicelulares com núcleo, ao sub-reino Protozoa e ao filo Rhizopoda, integrado basicamente por protistas de forma amebóide e heterotrófico (que obtêm energia e nutrientes de matérias orgânicas, inclusive outros seres vivos). A classificação desses organismos em famílias, gêneros e espécies depende essencialmente das características da carapaça (formas, dimensões e estruturas, inclusive as aberturas que apresentam).

Riqueza na água doce

As tecamebas ocorrem em todo o mundo, em ambientes terrestres e aquáticos, inclusive nas áreas polares. No entanto, o maior número de espécies foi descrito, até o momento, na água doce: do total estimado de 3,5 mil espécies do grupo, a grande maioria (em torno de 90%) habita rios, lagoas, brejos, áreas terrestres úmidas e calotas polares. As espécies aquáticas podem ser encontradas entre as plantas próximas das margens, sobre pedras, nos sedimentos depositados no fundo ou, ainda, em

águas abertas, integrando a comunidade conhecida como plâncton.

Essas amebas testáceas, como também são chamadas, estão situadas nos níveis iniciais da cadeia ▶



Figura 1. As tecamebas são protegidas por carapaças (A), e podem projetar por uma abertura ‘falsos pés’ que as ajudam a se locomover e se alimentar (B)

alimentar, como consumidores primários, e também no final desta, como decompositores. Alimentam-se de bactérias, fungos e algas, além de substâncias e detritos orgânicos, como lignina, celulose e quitina (de plantas e animais mortos). Ao consumir matéria orgânica, promovem a 'limpeza' do ambiente e tornam os nutrientes simples disponíveis para os demais organismos, como algas e plantas. Essa reciclagem de detritos orgânicos feita pelas tecamebas e outros organismos é de vital importância para o funcionamento dos ecossistemas aquáticos.

Algumas espécies do grupo são predadoras ou carnívoras e incluem em sua dieta outras tecamebas e demais protistas, além de minúsculos animais pluricelulares, como rotíferos e até microcrustáceos (figura 2). As tecamebas, por sua vez, servem de alimento a protozoários maiores, como os ciliados, e a animais invertebrados de outros grupos, como rotíferos e artrópodes (insetos e crustáceos, por exemplo). Mesmo segundo alguns vertebrados aquáticos podem consumir essas amebas, segundo estudos sobre a dieta de pequenos peixes realizados no Pantanal de Mato Grosso.

A reprodução das tecamebas é assexuada e ocorre pela divisão do indivíduo em dois, chamada de fissão binária. O processo forma um novo indivíduo idêntico ao original, ou seja, um clone. As carapaças são formadas durante o processo reprodutivo, quando a célula-mãe projeta uma parte de seu citoplasma para o exterior e este inicia a confecção da teca que envolverá o novo indivíduo (figura 3). As duas células ficam unidas até que a carapaça esteja completa, e então se separam. Cultivos feitos em laboratório indicam que o tempo médio de vida dessas amebas é de uma semana. Entretanto, sob condições adversas, como secas prolongadas, falta de alimen-

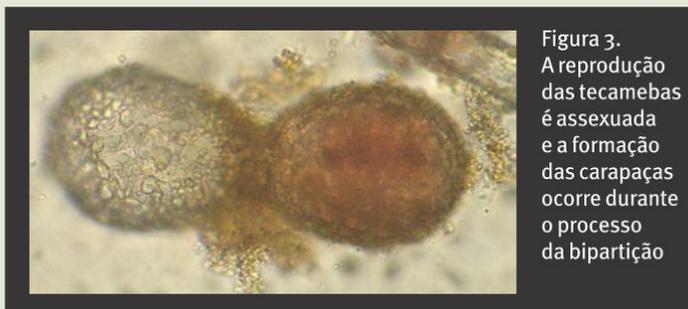


Figura 3. A reprodução das tecamebas é assexuada e a formação das carapaças ocorre durante o processo da bipartição



Figura 2. Algumas tecamebas comem artrópodes vivos, como larvas de microcrustáceos (A), ou mortos, como exoesqueletos de microcrustáceos (B)

tos ou ausência de oxigênio, elas podem formar cistos (formas de resistência). Esses cistos podem ficar em 'dormência' por muitos anos, até a ocorrência de condições ambientais mais favoráveis, quando dão origem a novas tecamebas.

As amebas testáceas podem ser encontradas em todos os tipos de águas: doces, salobras e salgadas; ácidas e alcalinas; geladas ou quentes; com excesso de nutrientes (eutróficas) ou com baixa concentração destes (oligotróficas). Algumas espécies toleram certos graus de poluição orgânica, como a provocada pela descarga de esgoto doméstico. Há também várias pesquisas sobre espécies que proliferam em águas contaminadas por efluentes industriais e metais pesados, como mercúrio e arsênio.

Diversos tipos de tecas

A estrutura das carapaças pode ser de material (silícico ou calcário) secretado pela tecameba ou de materiais coletados no ambiente e colados com um cimento também produzido por esses organismos. Esses materiais são, em geral, grãos de quartzo e carapaças

das algas diatomáceas. Algumas espécies incorporam às tecas as placas que cobrem os organismos que elas ingerem. As carapaças também podem ser formadas por camadas de material protéico secretado. Em alguns casos, essa capa protéica associa-se a partículas de ferro e manganês obtidas do ambiente, gerando tecas mais homogêneas e lisas, que podem escurecer com a idade. Outras espécies colam – em fileiras e justapostas – placas silícicas ovais, circulares, quadradas ou denteadas, obtendo tecas transparentes e brilhantes.

Quanto ao formato, as carapaças podem ser hemisféricas (semelhantes a calotas), globulares, piri-formes (em forma de pêra), achatadas ou retorcidas, e algumas têm espinhos ou protuberâncias (figura 4).

As cores também variam: podem ser amarelas, marrons, pretas ou acinzentadas. Algumas são translúcidas e outras totalmente opacas (figura 5). As menores têm um centésimo de milímetro de diâmetro e as maiores atingem quase a espessura de um alfinete (0,9 mm). As tecas apresentam uma abertura, chamada de pseudostoma, através da qual os pseudópodos capturam os alimentos. Essa abertura também ocorre

em diferentes formatos (circular, oval, triangular, hexagonal) e pode ter recortes ou 'dentes' em seu contorno (figura 6).

Pesquisas no mundo e no Brasil

Em nível mundial, o zoólogo alemão Christian G. Ehrenberg (1795-1876), tido como o pioneiro da protistologia, publicou pela primeira vez, em 1838, informações sobre esses protistas. Os franceses Georges Deflandre (1897-1973), Didier Chardez (1924-2000) e Lucien Decloitre descreveram e deram nome a muitas espécies, principalmente da Europa, entre 1920 e 1980. Na região tropical os trabalhos mais importantes sobre esses animais concentram-se nas pranchas desenhadas, na década de 1950, pelos zoólogos franceses Lucienne Gauthier-Lievre e Raymond Thomas para o continente africano.

Na América do Sul existem os trabalhos do médico brasileiro Aristides Marques da Cunha (1887-1949) e do zoólogo tcheco Stanislaus von Prowazek (1875-1915) realizados no Brasil no início do século 19, e de vários outros autores que realizaram estudos na Argentina. Nas últimas décadas, alguns pesquisadores

de universidades brasileiras vêm realizando pesquisas sobre as tecamebas dos rios e lagoas dos estados de Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo. Em Minas Gerais, a autora publicou vários trabalhos sobre tecamebas de lagoas, rios e riachos das bacias dos rios São Francisco, Paraná e Jequitinhonha. Foram encontradas cerca de 150 espécies e subespécies, distribuídas em 30 gêneros. A área marginal de lagoas rasas (como lagoas de várzea), onde plantas aquáticas se desenvolvem, apresentou a maior riqueza de espécies.

De acordo com os estudos feitos nos últimos 10 anos, espécies de menor porte – como as dos gêneros *Arcella* e *Centropyxis*, de forma hemisférica – predominam em

águas de rios e riachos, em meio ao plâncton. Na época chuvosa, quando o nível da água sobe e a correnteza fica mais forte, podem aparecer no plâncton tecamebas que normalmente vivem nos sedimentos e em plantas das margens. O maior número de gêneros e espécies, porém, ocorre entre as plantas aquáticas de lagoas e brejos, onde a variedade de nichos e a disponibilidade de detritos é maior durante todo o ano. Nesses ambientes, predominam as formas globulares e piriformes, como as dos gêneros *Protocurcubittella* e *Diffflugia*, que confeccionam suas carapaças com partículas de quartzo colhidas no local.

Outro dado importante é que

a diversidade foi maior (em gêneros e espécies) nos ambientes preservados, como nas áreas legalmente protegidas (unidades de conservação) onde foram realizadas análises. Ao comparar as listas de espécies obtidas nos ambientes com maior impacto e em águas onde há pouca ou nenhuma interferência humana, percebe-se que um número maior de testáceas preferiu ambientes mais preservados. As pesquisas sobre a ecologia das tecamebas, no entanto, ainda estão no início, e precisam incluir os demais ecossistemas aquáticos brasileiros.

Pesquisas ecológicas têm indicado que várias espécies de tecamebas são sensíveis às variações ambientais e climáticas e, portanto, podem ser usadas como bioindicadores de condições ambientais. Há espécies ou associações destas que se distribuem conforme a temperatura, o índice de acidez/alcalinidade (pH), as variações dos teores de oxigênio e as concentrações de partículas sólidas e metais na água. A determinação de espécies e grupos bioindicadores é de grande relevância para melhorar o diagnóstico e o planejamento ambiental, tão necessários nos dias atuais, diante das modificações que as atividades humanas impõem à natureza em todo o mundo. ■



Figura 5. O aspecto das carapaças de algumas espécies pode ser escuro e opaco, dependendo do material recolhido no ambiente

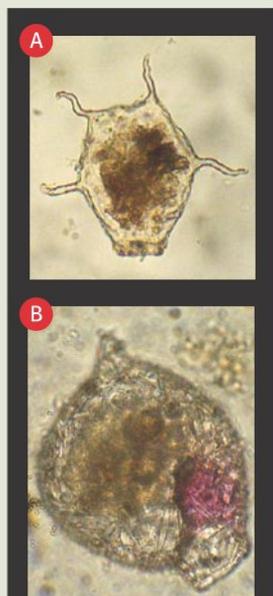


Figura 4. Algumas espécies têm espinhos (A) ou prolongamentos (B) na carapaça, para proteção contra seus predadores



Figura 6. A abertura presente nas tecas tem formatos bem diferentes e podem ser lobadas (A) ou com 'dentes' (B)

Rumo à guerra nas estrelas?

Direito e política na era espacial

José Monserrat Filho

Rio de Janeiro, Vieira & Lent, 240 p., R\$ 34



Laçuna existente em nosso país, na área do direito e relações internacionais acerca do espaço exterior, foi em grande parte sanada, graças à publicação do livro de José Monserrat Filho, *Direito e política na era espacial*, editado no Rio de Janeiro, este ano, precisamente no cinquentenário de lançamento do Sputnik – primeiro satélite artificial da Terra. O autor é, nessa área, quem, entre nós, mais se tem distinguido, pois a ela vem dedicando estudos sucessivos, iniciados na Universidade das Amizades dos Povos, de Moscou, e continuados em áreas de relevância da Europa Ocidental, estudos esses refletidos em livro anterior, datado de 1997: *Introdução ao direito espacial*. Desde esse ano, é consultor da delegação oficial de nosso país nas sessões do Subcomitê Jurídico do Copuos (Comitê das Nações Unidas para os Usos Pacíficos do Espaço Exterior).

A perspectiva em que se situa o recente livro tem por base a realidade contemporânea, assentada em fatos científicos, sociais e políticos, sem omissão, todavia, da dimensão valorativa, o que explica a interrogação constitutiva do subtítulo: *Podemos ser mais justos no espaço do que na Terra?* Daí a

assertiva do autor, a de ser “inútil qualquer tentativa de atribuir inocência e/ou imparcialidade à tecnologia, como também à ciência”, pois os “novos conhecimentos podem ser construtivos ou destrutivos”, dependendo “de como são utilizados e a que interesses servem”. O livro convoca a propósitos construtivos, tendo por base a experiência de nosso país que, “desde junho de 2004, distribuiu gratuitamente para seus habitantes, instituições e empresas, mais de 200 mil imagens do CBERS-2, o satélite de observação da Terra que construímos com a China, no mais importante programa de cooperação espacial de ponta entre países em desenvolvimento”.

Documentado com 13 anexos, entre os quais consta o Tratado do Espaço (de 1967), quatro acordos internacionais que desse tratado resultam, seis resoluções pertinentes da Assembléia Geral das Nações Unidas e, em nível menor, declaração sobre a cooperação argentino-brasileira, além de notas e referências bibliográficas, o livro focaliza a problemática suscitada desde o lançamento do primeiro objeto espacial e a necessidade inicial da gestação de normas adicionais às da Convenção de Chicago, de 1944.

O direito espacial, desde então gerado, pondera o autor, possui, à semelhança da Lua, “um lado claro e um lado escuro”. O lado claro são os instrumentos constantes dos anexos. O lado escuro, por sua vez, “é o dos problemas não resolvidos e das soluções sempre adiadas”; o número relativamente exíguo de Estados que se vinculam aos tratados espaciais; a falta de definição de conceitos centrais e de delimitação precisa entre espaço aéreo e espaço cósmico; a ausência de regras amplas e cogentes sobre sensoriamento remoto, sobre uso de fontes de energia nuclear no espaço exterior e sobre necessidades dos países em desenvolvimento; o perigo da militarização total e a conversão do espaço em teatro de guerra; e, enfim, a sistemática oposição dos Estados Unidos e de algumas outras potências à abertura de nova fase de regulamentação espacial, em razão da influência que sobre eles exercem as grandes corporações. Por sinal, o

aumento exponencial de satélites ativos em órbitas da Terra, previsto em 2000 para 2010, deve-se a projetos civis e comerciais, sobretudo na área de telecomunicações, na qual as receitas dessas empresas atingiram em 2005 cerca de US\$ 1,2 trilhão.

Infelizmente, adverte o autor, o mundo está sacudido pela corrida armamentista. As diretrizes da política espacial dos Estados Unidos, divulgadas em 6 de outubro de 2006, recusam *in limine* qualquer novo acordo capaz de limitar os testes ou o uso de artefatos militares no espaço e admitem o uso de fontes de energia nuclear em “capacidades operacionais”. Embora o uso hostil do espaço – tal como na terra, no mar ou no ar – configure uso ilícito de força ou ato de agressão, nos termos da Carta da ONU, e das resoluções 2625 (XXV) e 3314 (XXIX) da Assembleia Geral das Nações Unidas, verifica-se que, na realidade, a comunidade mundial não está equipada para responder, mediante mecanismos internacionais, a atos de agressão no espaço exterior nem para fazer prevalecer as normas em vigor. Novas medidas também são necessárias (de acordo com a resolução 61/68 da Assembleia Geral) para prevenir uma corrida armamentista nesse mesmo espaço.

Questões sobre lixo espacial, desenvolvimento, direitos humanos e perspectivas próximas do ordenamento jurídico estudado completam e atualizam a temática do livro.

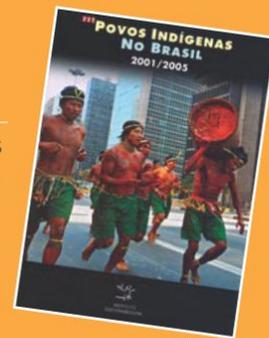
Vicente Marotta Rangel

Departamento de Direito Internacional, Universidade de São Paulo

Povos indígenas no Brasil 2001/2005

Beto Ricardo e Fany Ricardo

São Paulo, Instituto Socioambiental, 880 p., R\$ 70

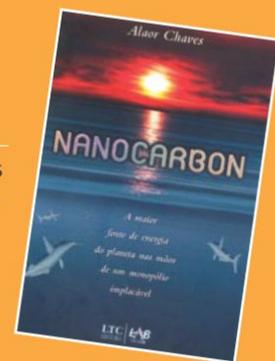


O volume traz um amplo quadro da situação dos povos indígenas no Brasil. A dinâmica demográfica desses povos, dados sobre ‘índios isolados’, a questão dos direitos indígenas, a proteção dos conhecimentos tradicionais associados à biodiversidade, a política indigenista do governo Lula, a saúde indígena e a demarcação de suas terras são alguns dos temas abordados em 178 artigos. No período analisado – 2001 a 2005 – aumentou o número de etnias, que passou de 216 para 225. E, segundo o Censo do IBGE/2000, a população indígena cresceu 150% desde 1991, alcançando a marca de 734 mil pessoas que se auto-identificam genericamente como indígenas. Parte de uma série iniciada em 1980, que inclui nove outros volumes, o compêndio apresenta, ainda, cerca de 200 imagens fotográficas e 36 mapas. Dentre as imagens, a da capa, em particular, é bastante significativa – mostra os xavantes e timbiras promovendo sua tradicional corrida de toras em plena avenida Paulista, em São Paulo, em denúncia ao cerco de suas terras.

Nanocarbon

Alaor Chaves

Rio de Janeiro, LTC/LAB, 224 p., R\$ 29

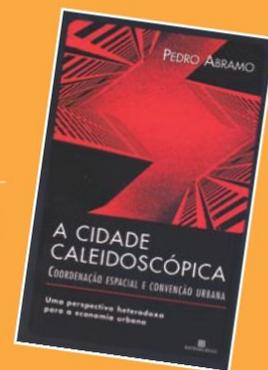


Físico, membro titular da Academia Brasileira de Ciências e um dos pioneiros em nanociência e nanotecnologia no Brasil, Alaor Chaves cria uma obra de ficção, desenvolvendo uma trama movimentada, em linguagem simples e envolvente. No romance, o cientista Albert Jalsberg inventa um método revolucionário para produzir combustível com base em hidrogênio, usando nanotubos de carbono supercondutores. A viabilidade econômica do novo processo de produção energética desperta o interesse de um bilionário empreendedor. Vinte anos depois, a empresa Nanocarbon detém o monopólio da produção da energia mais importante do planeta, de que apenas Jalsberg conhece todas as etapas. As pressões internacionais são grandes e há ameaças à vida do cientista. O autor parte de seu conhecimento científico para discutir questões atuais, como as novas formas de produção de energia e o monopólio do conhecimento científico, ao mesmo tempo em que entretém o leitor, levando-o à reflexão.

A cidade caleidoscópica

Pedro Abramo

Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 368 p., R\$ 52



Uma perspectiva heterodoxa para a economia urbana. A frase, estampada na capa, resume bem o propósito do novo livro do autor de *Mercado e ordem urbana* (2001). Após denunciar as visões dominantes sobre o mercado imobiliário capitalista, ele agora desconstrói os fundamentos teóricos e conceituais em que se apóiam as formulações predominantes do urbanismo liberal. Economista, professor do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Abramo propõe a utilização de instrumentos não mercantis como garantia da ordem espacial. Resistindo ao discurso do urbanismo neoliberal, ele mostra que a política urbana ainda é um instrumento indispensável à configuração da estrutura espacial da cidade.

HÁ 100 ANOS ERA PATENTEADA VÁLVULA QUE PERMITIA RECEPÇÃO MAIS SENSÍVEL DE SINAIS DE RÁDIO

Nascimento da eletrônica

Na virada do século 19 para o século 20, cientistas e engenheiros tentavam desenvolver um equipamento que permitisse a recepção de ondas eletromagnéticas capazes de transportar sinais de voz. As pesquisas foram impulsionadas pelo sucesso do inventor italiano Guglielmo Marconi ao realizar, em 1901, a primeira transmissão telegráfica sem fio entre o Canadá e a Inglaterra. Em 1907, o físico norte-americano Lee De Forest revolucionou os dispositivos construídos até então ao adicionar a uma ampola de gás um terceiro eletrodo, além do catodo e do anodo. Após alguns aperfeiçoamentos, surgia a válvula *audion*, responsável pelo desenvolvimento da indústria das transmissões radiofônicas, que mudaram hábitos em todo o mundo.

Lee De Forest (à direita) e sua invenção, a válvula *audion* (no alto). A válvula se parece com a lâmpada de filamento quente de Thomas Edison, com a adição de um fio em forma de grade e de outro fio ligado a uma placa (a saída dos fios da grade e da placa apareceria no canto superior da imagem se a peça não estivesse quebrada)

A previsão teórica da existência e propagação de ondas eletromagnéticas no espaço livre, feita em 1864 pelo matemático e físico escocês James Maxwell (1831-1879), despertou grande atenção da comunidade científica. Mas só por volta de 1890, em uma das mais belas experiências da física, o físico alemão Heinrich Hertz (1857-1894) demonstrou sua existência. Hertz usou dois capacitores esféricos e bobinas, ligados a uma bateria, para gerar faíscas entre os pinos que separavam as esferas, produzindo então uma onda eletromagnética no espaço livre. Servia de detector um fio dobrado em forma de anel, com pinos esféricos nas extremidades, distante e sem nenhum contato com as esferas. Quando uma faísca era produzida entre as esferas, outra faísca podia ser observada entre os pinos do anel, indicando a propagação da onda eletromagnética pelo espaço. Hertz conseguiu ainda medir sua velocidade e seu comprimento de onda.

A possibilidade de uso das ondas eletromagnéticas para comunicações sem fio, embora vista como algo meio misterioso, despertou o interesse de cientistas e engenheiros, como Landell de Moura (1861-1928), no Brasil, Oliver Lodge (1851-1940), na Inglaterra, Guglielmo Marconi (1874-1937), na Itália, Karl Ferdinand Braun (1850-1918), na Alemanha, e Aleksandr Popov (1859-1906), na Rússia, entre outros. Esses visionários tentaram desenvolver tecnologias práticas para transmitir sinais (código Morse) ou som em curta ou longa distância. Em 1901 Marconi realizou a primeira transmissão telegráfica sem fio, que cruzou 3.400 km do oceano Atlântico, entre Newfoundland, no



FIGURA EXTRAÍDA DE WWW.EDMAG.COM

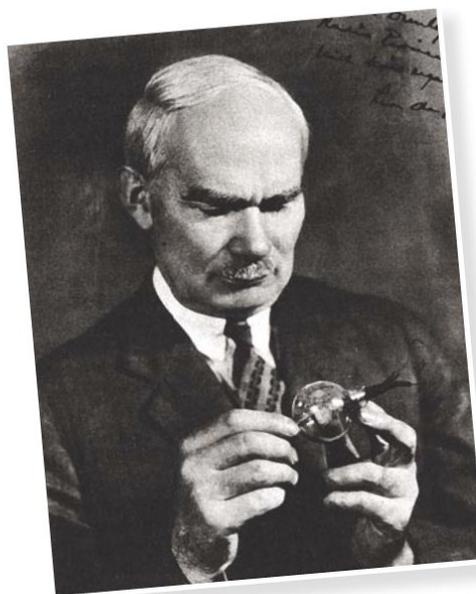
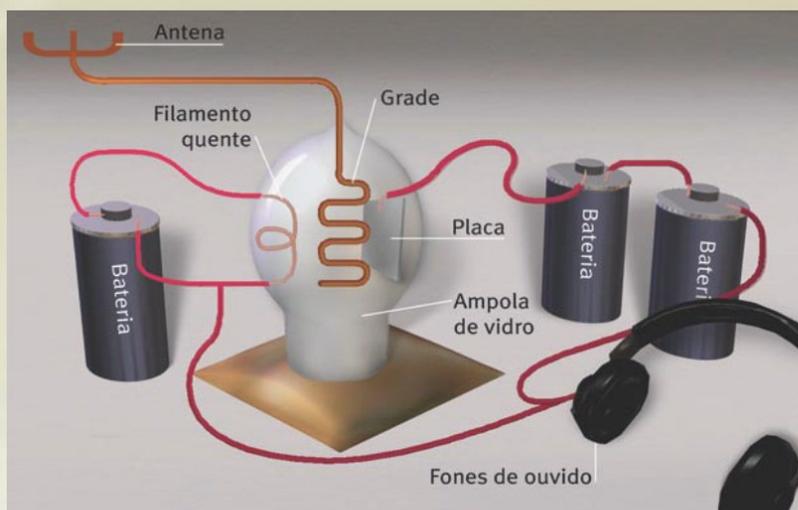


FOTO EXTRAÍDA DE HTTP://IMAGES.GOOGLE.COM.BR

Há 100 anos



Esquema básico do receptor de rádio com a válvula *audion*. O sinal captado pela antena modificava o potencial elétrico de uma grade metálica dentro de uma ampola com gases em baixa pressão. Esse potencial interferia na passagem dos elétrons do filamento aquecido para a placa positiva, gerando um sinal de áudio que podia ser ouvido por fones de ouvido ligados em série com as baterias. O novo equipamento permitiu o surgimento do primeiro rádio a válvula

Canadá, e Poldhu, na Inglaterra (ver 'Do telégrafo sem fio à era das telecomunicações', em *CH* nº 168).

Um dos primeiros detectores de sucesso foi o coesor proposto pelo físico francês Edouard Branly (1844-1940) por volta de 1890. Em linhas gerais, esse coesor era uma ampola de vidro com dois eletrodos cujas pontas quase se tocavam e estavam expostas ao pó de níquel e prata. Com a incidência da onda eletromagnética no detector, as partículas de pó se aglutinavam em forma de fios no espaço entre os eletrodos, diminuindo a resistência elétrica entre eles. O sinal era detectado por um fone de ouvido ligado em série com o detector. As partículas sofriam um processo de nanossolda e precisavam voltar ao estado de dispersão, requerendo, para isso, algum mecanismo engenhoso de vibração (de-coesor). Moura, Lodge, Marconi e Popov usaram esse tipo de detector em seus primeiros experimentos. A principal limitação era que ele só servia para a telegrafia de pulsos (do tipo liga-desliga) e não respondia às necessidades de recepção linear de áudio.

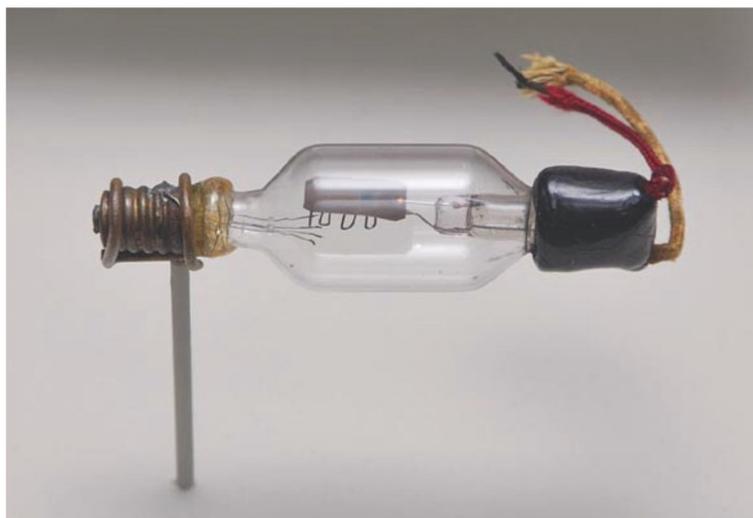
Por volta de 1874, Braun havia descoberto o efeito de retificação (passagem de corrente elétrica em um único sentido) em contatos entre pontas metálicas e semicondutores. Esse efeito foi utilizado depois na criação dos detectores de cristal. Os detectores usavam

cristais naturais de galena (sulfeto de chumbo) montados sobre uma base metálica (contato elétrico inferior); na parte superior do cristal o contato era feito por meio de um fio fino e pontiagudo de bronze fosforoso, em forma de mola ajustável. Em razão dessa montagem e da dificuldade de ajuste, eram chamados de 'bigode-de-gato'. Embora fossem mecanicamente instáveis e não garantissem bons contatos de retificação, os detectores de galena possibilitaram a recepção de ondas eletromagnéticas que transportavam sinais de voz, viabilizando a tecnologia do rádio.

A válvula *audion*

Em 1904 o físico inglês John A. Fleming (1849-1945) descobriu a retificação usando eletrodos em vácuo. Sua invenção se restringiu basicamente à adição de mais um eletrodo à lâmpada de filamento de Thomas Edison (1847-1931), o 'mago da luz'. O filamento aquecido emite elétrons para o vácuo e, se o eletrodo ▶

A válvula de Lee De Forest. À direita, observam-se os fios de conexão com a grade e a placa, respectivamente. À esquerda, rosca de contato para aquecimento do filamento, como nas lâmpadas incandescentes





adicional for polarizado positivamente em relação ao filamento, eles criarão uma corrente entre o filamento e o eletrodo. Se a polarização for invertida, não há passagem de corrente, pois o eletrodo adicional não aquece e seus elétrons ficam sem energia para escapar. Normalmente o eletrodo adicional (anodo) é em forma de placa plana ou de tubo com catodo coaxial. O catodo era o próprio filamento ou outro eletrodo aquecido pelo filamento. Embora mais confiável que os diodos de galena, o dispositivo também não amplificava sinais, exigindo transmissores potentes e curtas distâncias de recepção.

Sabendo que a condutividade elétrica das chamas de gás é afetada pelas ondas eletromagnéticas, em 1906 o físico norte-americano Lee De Forest (1873-1961) construiu um detector. Era uma ampola de gás em baixa pressão, também com filamento quente (anodo) e placa de catodo, mas com um fio isolado, enrolado do lado de fora da ampola e ligado à antena. O anodo e o catodo se ligavam a uma bateria em série com o fone de ouvido. A incidência de ondas eletromagnéticas sobre a antena causava flutuações na corrente anodo-catodo, produzindo sons no fone de ouvido.

No ano seguinte, 1907, Forest foi além e, em vez de enrolar o fio na parte externa, adicionou dentro do tubo, entre o anodo e o catodo, um terceiro eletrodo, sob a forma de um fio ondulado em ziguezague, paralelo à placa do anodo. Esse eletrodo, denominado 'grade', também era ligado externamente à antena, sem polarização externa. O físico, que chamou seu dispositivo de *audion* (áudio+íon), dizia que o vácuo não deveria ser perfeito, pois íons gasosos também participariam do fenômeno de condução

Válvula triodo de alta potência.

Nota-se a luminosidade proveniente do aquecimento do catodo e a placa (anodo) escura, em forma de tubo

entre eletrodos. Se o vácuo fosse total, o *audion* não funcionava. Dependendo da pressão residual, ele era bastante sensível. Foi o primeiro detector no qual o fone de ouvido não ficava em série com a antena, podendo o receptor ser sintonizado com maior facilidade e sensibilidade.

Patentes

O grande mérito de Forest – famoso pela frase “Não sei por que funcionou, mas funcionou” – foi colocar o terceiro eletrodo no tubo. A partir dessa descoberta, ele e outros pesquisadores deram início a uma corrida de patentes para encontrar novos detalhes que melhorassem a confiabilidade do detector. O engenheiro norte-americano de origem austríaca Fritz Lowenstien patenteou o uso do *audion* com polarização negativa da grade, chamando-o de triodo. Já o engenheiro e químico norte-americano Irving Langmuir (1881-1957) notou que o *audion* ficaria mais estável se a polarização negativa ocorresse em alto vácuo. Em 1914 o também engenheiro Edwin H. Armstrong (1890-1954), nascido em Nova York, descobriu a possibilidade de aumentar a sensibilidade dos triodos com um circuito de regeneração, tornando possível criar mais tarde circuitos amplificadores e circuitos osciladores sintonizados. A regeneração consiste em colocar na entrada do amplificador (grade) parte do sinal de saída, para aumentar o ganho do sinal de entrada.

Com os osciladores de triodo, foi possível substituir os transmissores de rádio que funcionavam com faiscamento dos pólos de alternadores por transmissores com osciladores de triodo, viabilizando o surgimento do rádio sintonizado com alta confiabilidade. Os triodos (também chamados de válvulas ou tubos) possibilitaram ainda o aparecimento da telefonia por cabos transcontinentais, da radiodifusão, da televisão e dos primeiros computadores.

Pode-se afirmar então que a invenção do *audion*, 100 anos atrás, marcou o surgimento da eletrônica. Embora tenham sido substituídas por transistores, em 1948, e pelos circuitos integrados, em 1959, as válvulas ainda são utilizadas em algumas aplicações especiais, como, por exemplo, em transmissores de alta potência.

Vítor Baranauskas

Departamento de Semicondutores,
Instrumentos e Fotônica,
Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação,
Universidade Estadual de Campinas

Mau presságio

Apesar de apresentar uma postura le-niente sobre a respeitabilidade da astro-logia em praticamente todo o texto da coluna 'A propósito' (CH 238), observei uma eloqüente agressividade do arti-culista ao argumentar sobre a 'infiltra-ção' da astrologia no meio acadêmico. Não sou defensor da astrologia, mas creio que esteja ocorrendo uma injusti-ça. O ensino acadêmico, a meu ver, não pode ceder espaço ao preconceito. Tal-vez o ensino da astrologia não tenha utilidade para um médico, mas terá para um astrônomo. Uma 'pseudociência' que resistiu a boa parte da história dos ho-mens e, ainda hoje, tem o crédito de muitos, merece um espaço na 'extensão' de nossos ensinamentos formais.

LEONARDO ASSAFIN

POR CORREIO ELETRÔNICO

✉ Franklin Rumjanek responde:

"Obrigado pelos comentários. A opinião expressa na coluna é, ao contrário de sua impressão, bastante contida. Em comparação com vários textos escritos por pesquisadores influentes, como Carl Sagan e outros, o artigo está quase 'suíço' em sua neutralidade. De qualquer modo, adoto sempre a postura científica em relação a essas questões polêmicas. Nesse contexto, li há pouco na revista científica Nature uma carta interessante de um professor de ciência que, ao iniciar seu curso, distribuiu para a turma um horóscopo do dia anterior, sem identificar os respectivos signos. Ele pede a cada um dos alunos que identifique o horóscopo mais adequado à sua experiência (levando em conta os eventos do dia anterior) e revele seu signo junto com a resposta. O índice de acertos (coincidência entre o signo a que o texto se refere e o signo do aluno) invariavelmente fica ao redor de 8%, valor que corresponde, nesse caso, a eventos aleatórios (probabilidade de 8%, gerada a partir da razão 1/12, já que são 12 signos). Sugiro que você aplique esse teste com amigos, alunos e outros para verificar em primeira mão como devem ser tratados tais assuntos. De todo modo, a antigüidade de certos modelos não

serve para sustentá-los. Veja, por exemplo, a hipótese do geocentrismo (a Terra no centro do universo), bastante longeva e totalmente incorreta. Lembro também do conceito da Terra plana, que até hoje tem adeptos, e da alquimia. Essas correntes de pensamento têm interesse no âmbito histórico, mas se encaradas cientificamente servem apenas como um interlúdio."

Amor pela ciência

Dou parabéns a vocês pela ótima revista, que faz aumentar o meu amor e interesse pela ciência. Tenho 16 anos e pretendo me graduar em biologia. A CH já é minha revista de cabeceira.

RAFAELA SILVA

POR CORREIO ELETRÔNICO

Origens de Einstein

Primeiramente, parabeno a revista pela excelência das matérias. Estou muito satisfeito. Desde que retornei de meus estudos na Rússia, em junho, ouvi muitos elogios à revista e comprovei a veracidade dos comentários. Quanto à matéria sobre Albert Einstein (CH 240) na edição deste mês de agosto, vocês colocaram que ele é "de origem alemã". A origem dele não é alemã, e sim judaica. Eu nasci no Brasil, mas não tenho origem brasileira. Sou neto de judeus portugueses e poloneses. Nossa origem é judaica.

EDUARDO YAAKOV LEAL NUNES

POR CORREIO ELETRÔNICO

✉ O editor do setor internacional da CH, Cássio Leite Vieira, responde:

"Einstein abandonou a cidadania alemã na adolescência. Retomou-a, por vias indiretas, em meados da década de 1920, no auge da fama. E a perdeu com a ascensão do nazismo no início da década seguinte. No entanto, ele nasceu na Alemanha, como sabemos. Seus pais se consideravam mais alemães do que propriamente judeus (daí os nomes Albert e Maria, este para a irmã do físico). A partir da década de 1940, ele teve apenas duas cidadanias, a suíça, que ganhou logo no começo do século passado,

e a norte-americana, pois se naturalizou pouco menos de uma década depois de chegar àquele país. No entanto, ficaria estranho (e, de certo modo, incompleto) referir-se a ele como suíço-americano. Como também não seria completamente correto dizer que ele era alemão (até porque Einstein ficou muito desgostoso com o que aconteceu – na Alemanha, durante a Segunda Guerra – aos judeus, chamados por ele de "meu povo"). Daí a opção por 'de origem alemã'."

Utilidade da mamona

Sou estudante de engenharia química na Unifacs e bolsista de iniciação científica. Em primeiro lugar, quero elogiar a CH por seus artigos, que informam tanto os universitários quanto os pesquisadores. Li, em uma das edições, na seção 'O leitor pergunta', uma resposta sobre materiais poliméricos (CH 232), e gostaria de acrescentar que os polímeros obtidos a partir da mamona têm custo alto porque ainda são produzidos em pequena escala (...), mas a demanda vem crescendo. Além de polímeros, há estudos para a produção de combustível a partir da mamona (biodiesel), embora não seja ainda a matéria-prima ideal.

ADMAR J. MACHADO BUENO

SALVADOR, BA



Gostinho de ciência

Sou estudante universitário e um novo aficcionado da CH. Parabéns pela corajosa abordagem multidisciplinar, didática, lúdica e aprofundada! A CH é uma revista que tem gostinho de Ciência Brasileira com maiúsculas. Obrigado!

ENRIQUE FALCETO DE BARROS

PORTO ALEGRE, RS

Av. Venceslau Brás, 71

fundos • casa 27

CEP 22290-140

Rio de Janeiro • RJ

CORREIO ELETRÔNICO:

cienciahoje@cienciahoje.org.br

CARTAS À REDAÇÃO

Missão camelo

Marco Moriconi

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



Imagine um grande deserto no qual existem apenas duas cidades. Uma delas, Bagdananah, é famosa por sua produção de bananas; a outra, Dubaibuína, pelo consumo dessa fruta. O transporte de bananas entre as duas cidades é feito pelo camelo Almacaque.

O condutor do camelo sabe, no entanto, que: i) as duas cidades estão a 1 mil km de distância; ii) Almacaque só consegue carregar 1 mil bananas de cada vez; iii) Almacaque come uma banana por quilômetro. Sabendo-se que há 2 mil bananas em Bagdananah, quantas bananas poderemos levar até Dubaibuína?

Poderíamos pensar que não há muito a fazer. Se Almacaque for carregado com 1 mil bananas e viajar diretamente até o ponto de entrega... bem, ele terá comido todas elas, e o total entregue será zero.

Espre! Há uma alternativa.

O camelo pode carregar algumas bananas, deixá-las em um posto de abastecimento do percurso, voltar para Bagdananah, pegar mais bananas e seguir novamente rumo a Dubaibuína. Nossa tarefa é descobrir como fazer isso da melhor maneira possível.

Aqui, entra a engenhosidade matemática. Sabemos que Almacaque consome 1 banana por km. Se ele partir com o máximo de carga (1 mil bananas), terá deixado 1 mil delas em Bagdananah.

Claramente, essas bananas estão sendo subaproveitadas.

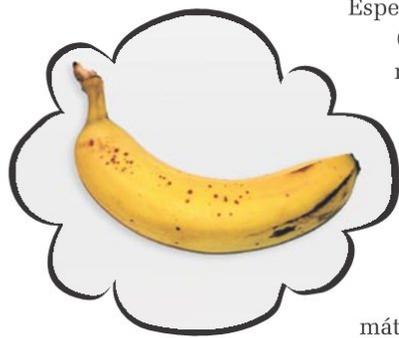
Enquanto o total de bananas disponível for maior do que 1 mil, Almacaque terá que, necessariamente, voltar a Bagdananah. Como, em nosso caso, o total é de 2 mil, dois carregamentos dão conta do recado, o que implica uma viagem de ida, uma de volta e uma de ida. Por exemplo, se Almacaque carregar 1 mil bananas por 1 km, deixar 998 em um posto de

abastecimento, voltar, pegar mais 1 mil bananas e voltar ao posto de abastecimento, ele terá transportado, em 1 km, um total de $998 + 999 = 1.997$ bananas, ou seja, terá consumido 3 bananas para esse 1 km rumo a Dubaibuína. Isso continuará assim até que o total de bananas disponível passe a ser 1 mil. Nesse momento, ele poderá pegar todas as bananas disponíveis e ir rumo a Dubaibuína.

Moral da história: enquanto houver mais de 1 mil bananas, Almacaque consumirá 3 bananas por cada 1 km rumo a Dubaibuína. Quando tivermos 1 mil bananas, ele passará a consumir 1 banana por km nessa jornada.

Vejamos como isso se aplica em nosso caso. Quantos quilômetros Almacaque terá que percorrer para que o total de bananas disponível passe a ser de 1 mil? Ora, terá que percorrer “x” km rumo a Dubaibuína, de tal forma que $3x = 1.000$, ou seja, $x = 333,3$ km, aproximadamente. A partir daí, ele pode carregar todas as bananas disponíveis de uma só vez, consumindo apenas uma banana por km. Como restam 666,6 km até Dubaibuína, Almacaque terá consumido $1.000 + 666,6$ bananas ao final de toda a viagem, entregando, portanto, 333,3 bananas em Dubaibuína. Essa quantidade é o máximo que o condutor conseguirá vender por lá.

Além de posicionar o posto de abastecimento no quilômetro 333,3 da rodovia Bagdananah-Dubaibuína, o único modo de aumentar os lucros da safra é arrumar um camelo que ‘beba’ menos combustível. ■



Ooo



SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

Podemos seguir a mesma estratégia que no caso de círculos. O primeiro jogador coloca um quadrado com centro coincidindo com o centro do tabuleiro e com os lados paralelos ao tabuleiro. E, a partir daí, ele imita as jogadas do segundo jogador. Assim ele vencerá sempre.

DESAFIO

Suponha que a produção de bananas tenha aumentado, e agora temos 3 mil bananas em Bagdananah. Qual é o maior número de bananas que Almacaque conseguirá entregar?

