

CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

NÚMERO 284 | VOLUME 48 | AGOSTO 2011 | R\$ 9,95

NANOMÁQUINAS

Aparelhos do tamanho de fileiras de átomos têm aplicações em muitas áreas

TROPICALISMO

Rebeldia e transformação na música popular

SOBRECULTURA
No suplemento:
Coppola, o fotógrafo que captou a essência de Buenos Aires



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

DIRETORIA

Diretor Presidente | Renato Lessa (UFF)
Diretores Adjuntos | Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF) • Caio Lewenkopf (Instituto de Física/UFF) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ)
Superintendente Executiva | Elisabete Pinto Guedes
Superintendente Financeira | Lindalva Gurfild
Superintendente de Projetos Estratégicos | Fernando Szklo

CIÊNCIA HOJE | SBPC

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

REDAÇÃO

Editora Executiva | Alicia Ivanisovich; **Editora Assistente** | Sheila Kaplan; **Editor de Forma e Linguagem** | Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** | Ricardo Menandro; **Sector Internacional** | Cássio Leite Vieira; **Repórteres** | Fred Furtado, Isabela Fraga, Sofia Moutinho e Carolina Drago; **Colaboram neste número** | Gabriela Reznik, Luan Galani, Saulo Pereira Guimarães e Diógenes de Souza (reportagem); **Revisoras** | Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** | Theresa Coelho

ARTE | Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.
Diretora de Arte | Claudia Fleury; **Programação Visual** | Carlos Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** | Luiz Baltar; (ampersand@ampersanddesign.com.br); **Diagramação** | João Gabriel Magalhães | **Capa e diagramação de artigo de capa** | Ana Soter

SUCURSAIS

NORTE | Manaus | Coordenador científico | Ennio Candotti | Correspondente | Mariana Ferraz (mariana@museudaamazonia.org.br). End.: Museu da Amazônia – MUSA – Av. Constelação, 16, Conjunto Morada do Sol, Aleixo. CEP 69060-081 Manaus, AM. Tel.: (0xx92) 3236-5326

SUL | Curitiba | Correspondente | Roberto Barros de Carvalho (chsul@ufpr.br) e Celio Yano. End.: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Comunicação Social, Rua Bom Jesus, 650, Juvevê. CEP 80035-010, Curitiba, PR. Tel.: (0xx41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do Paraná

SÃO PAULO | Correspondente | Vera Rita Costa (verarita@cienciahoje.org.br). Tel.: (0xx13) 9756-0848 e Rafael Foltram

PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL | **Superintendente** | Ricardo Madeira; **Publicidade** | Sadra Soares; **Projetos educacionais** | Clarissa Akemi. End.: Rua Dr. Fabricio Vampre, 59, Vila Mariana, CEP 04014-020, São Paulo, SP. Telefax: (0xx11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br).

Circulação e assinatura | **Gerente** | Fernanda L. Fabres. Telefax: (0xx21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br)

REPRESENTANTES COMERCIAIS
BRASÍLIA | Joaquim Barroncas – Tels.: (0xx61) 3328-8046/9972-0741.

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

RECURSOS HUMANOS | Luiz Tito de Santana

EXPEDIÇÃO | Gerente | Adalgisa Bahr

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:



A CANÇÃO POPULAR REMODELADA

Tropicalismo é sinônimo de vanguarda, de metamorfose cultural. O movimento que marcou o fim dos anos 1960 misturou manifestações tradicionais da cultura brasileira a inovações estéticas radicais, imprimindo um novo ritmo e colorido ao cenário artístico do país. Nesse período, ocorreram transformações profundas nas artes, na política e nos comportamentos e talvez por isso o tropicalismo seja ainda hoje alvo de tanto interesse.

A década anterior trouxe um florescimento artístico-cultural e mudanças nos rumos políticos e socioeconômicos da nação, guiada então pelo espírito desenvolvimentista do governo de Juscelino Kubitschek. O movimento tropicalista aproveitou esses ventos favoráveis, respondendo à altura aos imperativos de modernização do país, aos sinais de internacionalização da cultura e às injunções políticas que resultaram da repressão do regime militar implantado pelo golpe de 1964.

Surgiram então projetos que reformulavam todas as áreas da produção artística, com duas direções prioritárias: uma arte de protesto e uma de vanguarda. As manifestações se davam na música popular, no teatro, no cinema, nas artes plásticas e na literatura. O momento de máxima intensidade e de ruptura ocorreu em 1967 e 1968, quando se configurou uma extraordinária explosão criativa, que radicalizou em termos críticos a intensa renovação da atividade artística. E essa transformação continua a repercutir nos dias atuais.

A redação



CAPA: ARTE A PARTIR DE FOTOS DE: FOTO CORBIS (DC)/LATINASTOCK; FOTO DE CLAUDEMIRO/ACERVO UH/FOLHAPRESS; FOTO DE WILMAN/ACERVO UH/FOLHAPRESS; FOTO DO ACERVO UH/FOLHAPRESS; ARQUIVO PÚBLICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - FUNDO ÚLTIMA HORA

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

- 6 **o leitor pergunta** | Qual é a importância ecológica das baratas urbanas? Elas trazem algum benefício para os humanos? | A gagueira tem causas genéticas? | Se os carros elétricos fossem viáveis no Brasil hoje, haveria disponibilidade energética suficiente para mantê-los em circulação? | Os biocombustíveis são mais corrosivos que os combustíveis fósseis?
- 9 **ch on-line**
- 10 **entrevista** | MARTYN POLIAKOFF | QUÍMICA LÚCIDA
Inglês une pesquisa de ponta a divulgação científica para milhões
- 14 **mundo de ciência**
- 21 **a propósito** | OLHO NA SEROTONINA!
Estudo mostra importância do neurotransmissor nas escolhas sexuais
- 49 **cidade inteira** | QUALIDADE ESSENCIAL
Perda de interação social desqualifica a vida nos espaços urbanos
- 50 **cliques**
- em dia**
- 51 **CONTRA A CORRENTE** | Descoberta reação química capaz de converter luz vermelha em azul
- 52 **EFEITO ADVERSO** | Uso contínuo de pílula anticoncepcional pode favorecer câncer uterino
- 54 **SOMOS TODOS MÍOPES** | Cultura influencia maneira como diferentes povos usam a visão

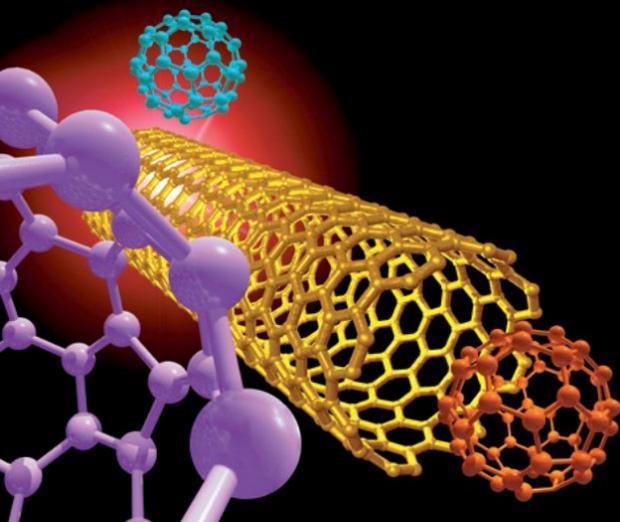


22

TROPICALISMO: A CANÇÃO POPULAR TRANSFORMADA E FORTALECIDA

No final dos anos 1960, o tropicalismo trouxe ao cenário brasileiro atitudes de vanguarda artística e de engajamento nas questões políticas da época. O movimento iniciou uma transformação da música brasileira que repercutiu nos dias atuais.

POR CELSO FAVARETTO



28

NANOTECNOLOGIA MOLECULAR: CAMPO INOVADOR BASEADO NO EXTREMAMENTE PEQUENO

O encontro da nanotecnologia com a química levou ao surgimento de um novo campo científico, no qual as moléculas são as peças usadas para criar sistemas com maior desempenho e funcionalidade, com aplicações nas mais variadas áreas.

POR HENRIQUE EISI TOMA E KOITI ARAKI

34

NANOMÁQUINAS: QUÍMICOS COMO ARQUITETOS DO MUNDO MOLECULAR

Estruturas microscópicas com engrenagens e eixos, que executam tarefas respondendo a comandos, as nanomáquinas já começam a deixar os laboratórios e a mostrar sua utilidade e eficiência na medicina e em outros setores.

POR CÉLIA MACHADO RONCONI



40

O MERCÚRIO E OS JOGOS PAN-AMERICANOS DE 2007: DRAGAGEM PARA PROVA DE REMO LIBEROU POLUENTE EM LAGOA

A realização das provas de remo dos Jogos Pan-americanos de 2007 exigiu dragagens na lagoa Rodrigo de Freitas, no Rio de Janeiro. Pesquisa mostra como isso afetou a distribuição do elemento tóxico mercúrio nos sedimentos.

POR DANIEL D. LOUREIRO, LUIZ DRUDE DE LACERDA E CLARISSA L. DE ARAÚJO

44

NÚCLEOS EXÓTICOS: ELOS EXTINTOS DA FORMAÇÃO DOS ELEMENTOS NO UNIVERSO

Um dos fenômenos mais instigantes da história do universo é a formação de átomos pesados. Nesse processo, os núcleos atômicos ricos em prótons e em nêutrons, chamados de núcleos exóticos, têm uma participação essencial.

POR NILTON TERUYA E SÉRGIO BARBOSA DUARTE

- 56 **ROTA PRÉ-HISTÓRICA** | Papel do rio Paraná no povoamento da América do Sul é redimensionado
- 57 **POR UM FIO** | Novo método de análise de cabelo permite detectar uso de maconha
- 58 **CESARIANA E OBESIDADE** | Análise estatística revela relação entre tipo de parto e excesso de peso
- 60 **TIJOLO HOJE, ADUBO AMANHÃ** | Material biodegradável permite construir fossas sépticas ecológicas
- 61 **PINHO, E NÃO CEDRO** | Famosa escultura de Nosso Senhor do Bonfim não é feita de cedro
- 62 **CIÊNCIA EM MASSA** | Sociedade Brasileira de Física realiza maior encontro de sua história
- 68 **opinião** | **LIMIARES ECOLÓGICOS NA ECONOMIA PÓS-MODERNA**
Integração entre economia e ecologia é exigência do mundo atual
- 70 **futuro cientista**
- 71 **linha do tempo** | **TEMPOS DE GUERRA NO MEDITERRÂNEO**
Domínio do mar por ingleses freou exércitos de Napoleão Bonaparte
- 72 **memória** | **SEM RESISTÊNCIA**
Fenômeno da supercondutividade elétrica foi descoberto há 100 anos
- 75 **exatamente** | **O CONTEÚDO DO VÁCUO**
A física mostra que o vazio contém fenômenos surpreendentes
- 76 **resenha** | **O SEGREDO DA IMORTALIDADE**
Resenha do livro *A vida imortal de Henrietta Lacks*, de Rebecca Skloot
- 78 **cartas**
- 79 **qual o problema** | **π E O GATO**
Aparições do número pi (π) em algumas áreas podem ser instigantes
- 80 **sobre humanos** | **UM (R)EVOLUCIONÁRIO**
A complexidade, para Hume, não depende de qualquer desígnio prévio

RAFAELA JUNQUEIRA, POR CORREIO ELETRÔNICO

Qual é a importância ecológica das baratas urbanas? Elas trazem algum benefício para os humanos?

AS BARATAS SÃO INSETOS MUITO DIVERSOS e abundantes e, por serem onívoras, ou seja, por comerem de tudo, têm papel vital como decompositoras de restos orgânicos. Além disso, elas fazem parte da dieta de muitos outros animais, como aves, aranhas, lacraias e escorpiões.

As baratas urbanas, em especial, são totalmente dependentes da presença dos seres humanos e muito importantes dentro da cadeia alimentar das cidades. Apesar de representarem apenas uma mínima porção das espécies existentes de baratas, cerca de 1%, elas são muito numerosas e o seu desaparecimento causaria um forte desequilíbrio nos ecossistemas urbanos.

Esses insetos consomem rapidamente toneladas de fezes, cadáveres, restos alimentares e até papel, cigarros e plásticos. Se sumissem, sofreríamos com um rápido acúmulo de resíduos humanos nos esgotos e cemitérios. Por servirem de alimento a muitos predadores que fazem parte da fauna da cidade – como ratos e morcegos –, seu fim causaria também uma rápida desestabilização das populações animais.

Seria necessário um longo período de readaptação ecológica até que outro ser vivo ocupasse o nicho das baratas. Por isso, mesmo que você não goste delas, é mais sábio deixar que continuem habitando nossos esgotos, lixeiras e cemitérios.

Eduardo Fox

INSTITUTO DE BIOFÍSICA CARLOS CHAGAS FILHO,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

FOTO © ROBERICK CHEMIST LIGHT/ORBISCORPIS (OJOJANISTOCK)



ARNALDO C. PISSETI, CURITIBA/PR

Se os carros elétricos fossem viáveis no Brasil, hoje, haveria disponibilidade energética suficiente para mantê-los em circulação?

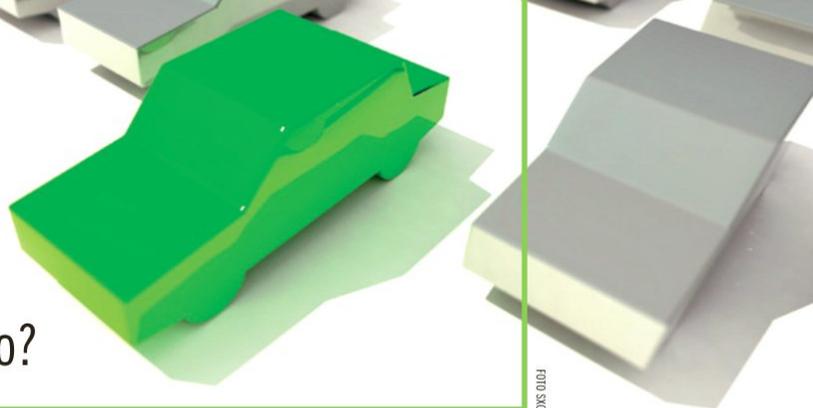


FOTO: SBC

SIM. OS CARROS ELÉTRICOS VÃO SE DISSEMINAR

pelo planeta a partir da produção de carros novos para a renovação das frotas. No Brasil, onde são produzidos cerca de 3 milhões de veículos novos por ano, o brasileiro anda em média 60 km por dia de carro. Considerando que com a tecnologia atual um veículo elétrico percorre até 120 km com bateria que consome 20 kWh (quilowatts-hora), o consumo para percorrer 60 km seria de aproximadamente 10 kWh. Portanto, se 100% dos veículos novos produzidos no Brasil fossem elétricos, haveria um aumento de 12,37 TWh (terawatts-hora) no consumo de energia. Esse valor pode ser calculado da seguinte maneira: 3 milhões x 10 kWh x 365 (número de dias de um ano) x 13% (perda no carregamento das baterias) = 12,37 TWh (1 terawatt = 1 trilhão de watts).

Em 2008, o consumo total de energia no Brasil foi de 384,46 TWh. Desse modo, diante da hipótese de que no Brasil toda a frota de veículos novos fosse de carros elétricos, o aumento do consumo de energia seria de 3,22%. As previsões otimistas acreditam que as frotas de veículos elétricos vão crescer na razão máxima de 10% ao ano, o que implicaria, no Brasil, aumento no consumo de eletricidade da ordem de 0,32%. Assim, para o Brasil, mesmo a troca (impossível) de 100% da frota de carros por veículos elétricos não causaria impacto significativo na produção de energia.

Celso Ribeiro Barbosa Novais

COORDENADOR GERAL BRASILEIRO DO PROJETO VEÍCULO ELÉTRICO E CHEFE DA ASSESSORIA DE MOBILIDADE ELÉTRICA SUSTENTÁVEL DA ITAIPU BINACIONAL

MARIAH GUIMARÃES, RIO DE JANEIRO/RJ

A gagueira tem causas genéticas?

AS CAUSAS DA GAGUEIRA AINDA SÃO DESCONHECIDAS.

Há um consenso, porém, de que fatores genéticos podem gerar mudanças sutis nas estruturas e funções do cérebro de pessoas com histórico familiar do distúrbio. A gagueira é a falta de fluência na fala caracterizada por repetições ou prolongamentos frequentes de sons, sílabas ou palavras. Hesitações ou interrupções no fluxo normal e perturbação

no padrão de tempo na fala também caracterizam o problema.

Estudos genéticos apontam para alguns genes que, uma vez alterados, acarretam acúmulo de substâncias no interior de estruturas intracelulares chamadas lisossomos, resultando em doenças como a mucopolissacaridose tipo I e II. Recentemente, esses mesmos genes e suas vias bioquímicas foram relacionados à manifestação da gagueira. Outros trabalhos indicam alterações em genes relacionados diretamente com a síntese e o transporte de neurotransmissores, os quais modificariam o dinamismo da transmissão das 'informações' cerebrais, desencadeando a gagueira.

Hoje, a gagueira tem tratamento, mas não cura. O tratamento é pautado em sessões de terapia realizadas por fonoaudiólogos. Para alcançar a cura, entretanto, será preciso conhecer os componentes genéticos do problema, suas interações, as vias metabólicas e moléculas envolvidas. Os resultados das pesquisas em andamento trazem a esperança de que, em mais alguns anos, seja possível chegar a um tratamento definitivo para a gagueira.

Danilo Moretti-Ferreira

DEPARTAMENTO DE GENÉTICA, INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (BOTUCATU)

GÉRSON SAMPAIO, FEIRA DE SANTANA/BA

Os biocombustíveis são mais corrosivos que os combustíveis fósseis?

Sim, mas não de modo significativo. Em minha dissertação de mestrado, realizado no Departamento de Engenharia Metalúrgica da UFMG, estudei o processo de corrosão do aço carbono em contato com biodiesel de soja e de macaúba e comparei os resultados com aqueles encontrados para o diesel. O biodiesel de soja foi escolhido por ser o tipo mais produzido em escala comercial; o de macaúba pelo fato de a planta ser uma das mais estudadas hoje como matéria-prima destinada à produção de biocombustível.

Empregamos condições extremas para acelerar a corrosão do aço em contato com os biocombustíveis: ambiente com temperatura e pressão elevadas, e alta concentração de oxigênio. Nessas circunstâncias, os ácidos e a água formados com o envelhecimento do biodiesel tornam os metais mais suscetíveis à corrosão. Nos testes, usamos um aço pobre (que corrói facilmente em contato com o ar, por não conter elementos de liga), como o empregado na fabricação de tanques de combustíveis.

Verificamos, uma semana depois, que não houve perda de massa do aço nem formação de buracos (*pites*), que seriam prejudiciais aos tanques. Ao avaliar a alteração da rugosidade da superfície do material, observamos que o aço em contato com o biodiesel de macaúba sofreu maior alteração que aquele em contato com o de soja. E que os dois combustíveis foram mais agressivos que o diesel.

Mas é preciso ressaltar que essa alteração se deu em escala micrométrica. Portanto, embora os dois tipos de biodiesel estudados sejam mais corrosivos que o diesel, seu emprego como combustível alternativo não compromete a integridade do aço de modo significativo.

Milene Adriane Luciano

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA (DOUTORANDA),
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS E CENTRO UNIVERSITÁRIO UNA/UNATEC (BELO HORIZONTE)

ILUSTRAÇÃO TIM ELLIS/KRON IMAGES/LATINSTOCK



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

ESPECIAL

NOTÍCIAS

RESENHAS

GALERIA

VÍDEO



CIÊNCIA BRASILEIRA > SBPC 2011 > A equipe de jornalistas do Instituto Ciência Hoje esteve na 63ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, realizada entre 10 e 15 de julho, em Goiânia. Do meio do cerrado, preparou vídeos, fotos e reportagens sobre o que aconteceu no evento – das conferências e mesas-redondas da programação cultural a situações pitorescas no *campus* da Universidade Federal de Goiás.

> <http://cienciahoje.uol.com.br/especiais/reuniao-anual-da-sbpc-2011>

COLUNAS > <http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/bioconexoes/em-busca-de-um-novo-parceiro-para-geras>

BIOCONEXÕES > Em busca de um novo parceiro para Geras > Em sua coluna de junho, Stevens Rehen recorre à mitologia grega e à deusa da velhice para comentar um estudo norte-americano que identificou mecanismos biológicos envolvidos nas bases do processo de envelhecimento humano.



BLOGUE > <http://cienciahoje.uol.com.br/blogues/bussola/2011/06/males-que-vem-para-o-bem>

NOBEL > Males que vêm para o bem > Fomos ao 61º Encontro de Prêmios Nobel em Lindau, na Alemanha, e ouvimos as trajetórias e percalços científicos de renomados pesquisadores. O Nobel de Medicina Oliver Smithies, aos 86 anos, divertiu o público com suas anedotas da bancada.

ALÔ, PROFESSOR > <http://cienciahoje.uol.com.br/alo-professor/intervalo/2011/07/mobilizacao-coletiva-para-questoes-ambientais>

MEIO AMBIENTE > Mobilização coletiva para questões ambientais > Dividida atualmente em diversas concepções teóricas e práticas, a educação ambiental vem incorporando a preocupação com a sociedade no debate sobre o ambiente. Exemplo disso está no método de construção de um programa para a área no Rio de Janeiro.

> PODCAST



CULTURA DO PEDAL > A bicicleta é uma alternativa viável para o transporte nas cidades? A engenheira Milena Bodmer, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, responde a essa pergunta neste *Estúdio CH*.



ESPAÇO S.A. > Originalmente sob o controle do governo, a exploração espacial está cada vez mais nas mãos do setor privado. O repórter Fred Furtado conversa com José Monserrat Filho, da Agência Espacial Brasileira, sobre esse movimento, suas implicações e a situação no Brasil.

e muito mais >>>

Acompanhe a *CH On-line* também no

twitter

facebook

YouTube

del.icio.us

QUÍMICA LÚCIDA

MARTYN POLIAKOFF



Cientista maluco. É a primeira coisa que vem à cabeça da maioria das pessoas que olha pela primeira vez para o químico inglês Martyn Poliakoff, professor da Universidade de Nottingham e conhecido pela série de vídeos sobre química *The Periodic Table of Videos* que, na internet, já conquistou mais de 15 milhões de espectadores de 200 países. Sim, a aparência do professor sugere esse estereótipo. Mas basta Poliakoff começar a falar para logo essa imagem cair por terra.

Além de manter esse enorme trabalho de divulgação científica, há 25 anos Poliakoff dedica seu tempo de pesquisa aos chamados fluidos supercríticos, alternativa ambientalmente sustentável aos solventes fósseis usados hoje pelas indústrias. Em reconhecimento ao trabalho pioneiro no campo da química verde e ao papel de divulgador da ciência, Poliakoff foi nomeado o próximo Secretário de Relações Internacionais da Royal Society de Londres, uma das instituições científicas mais tradicionais e respeitadas do mundo.

Em maio, ele esteve no Brasil para divulgar seu trabalho na 34ª Reunião Anual de Química, em Florianópolis. Nesta entrevista, exclusiva para a *Ciência Hoje*, o professor fala sobre seu projeto de divulgação científica, sua pesquisa com os fluidos supercríticos e aponta perspectivas e desafios para uma química mais sustentável. **SOFIA MOUTINHO | CIÊNCIA HOJE | RJ**

A POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA É FUNDAMENTAL E A ENCARO COMO UM DEVER DE QUALQUER CIENTISTA

Quando e como o senhor começou o seu trabalho de divulgação científica com vídeos na internet? O jornalista Haran Brady começou a fazer vídeos sobre química na universidade onde eu trabalhava, em 2007. Pouco depois de um ano, ele fez um vídeo comigo e teve a ideia de criar uma série de vídeos sobre a tabela periódica, que ganhou o nome de *Periodic Table of Videos*. Depois que esgotamos todos os elementos da tabela, em menos de cinco semanas, passamos a fazer vídeos sobre todo o tipo de coisas relacionadas à química.

O projeto *Periodic Table of Videos* foi a sua primeira experiência com divulgação científica? Foi a primeira vez que usei vídeos, mas eu já dou palestras para crianças de escola há muito tempo. A minha primeira foi na Índia, no início dos anos 1970. Penso que a popularização da ciência é fundamental e a encaro como um dever de qualquer cientista.

Muitas pessoas veem no senhor o estereótipo do cientista maluco, por causa do seu corte de cabelo incomum. Alguma vez isso já foi um obstáculo para o seu trabalho de divulgação científica? Não, minha aparência tem sido muito útil para minha carreira científica, porque as pessoas se lembram de mim. Elas se lembram de mim com mais frequência do que eu me lembro delas (risos). Mas falam todo tipo de coisas sobre o meu cabelo. Algumas pensam que é peruca! O Brady acha que, no final das contas, minha aparência é boa porque ajuda a desconstruir o estereótipo do cientista maluco, pois, quando as pessoas assistem aos nossos vídeos, percebem que o que dizemos faz sentido.

Agora que o senhor foi nomeado Secretário de Relações Internacionais da Royal Society de Londres, vai continuar a fazer os vídeos? Sim, com certeza. Quando a Royal Society fez o anúncio, foi mencionado o *Periodic Videos*. Uma das regras da instituição é difundir a ciência para o público leigo. O próprio novo presidente da Royal Society, Paul Nurse, que ganhou o prêmio Nobel de Medicina em 2001, fez um programa sobre ciência que foi ao ar na BBC logo depois da sua posse.

O que o senhor tem em mente para o novo cargo? Pretende estabelecer alguma colaboração científica com o Brasil? Bem, o meu papel é promover colaborações, e um dos motivos de eu ter vindo para o Brasil foi ter uma compreensão maior da ciência feita aqui. Mas um dos países com que, particularmente, eu gostaria de estabelecer conexão é a Rússia, porque eu falo russo. Também tenho um grande interesse na ciência da África. Uma das oportunidades que vejo é incrementar as ligações entre Brasil e África, pois penso que têm muitos problemas em comum. É importante dizer também que parte do meu dever como Secretário de Relações Internacionais é encorajar outros colegas da Royal Society a colaborar com outros países.

Como o senhor entrou em contato com a chamada 'química verde'? Minha linha de pesquisa principal é o estudo dos fluidos supercríticos, que podem ser usados como solventes mais limpos em reações químicas. Comecei a estudar fluidos supercríticos antes de a química verde ter sido inventada. Quando esta começou, por volta da década de 1980, havia a necessidade de obter solventes mais limpos, e vi ali uma oportunidade. Acho que a minha ligação com a química verde começou em 1995, quando recebi do Conselho de Pesquisa em Engenharia e Ciências Físicas [Engineering and Physical Science Research Council] um título de Parceiro de Tecnologia Limpa [Clean Technology Fellow]. Desde então, me tornei um entusiasta.

Muitos cientistas acreditam que a química verde é um modo inovador de pensar a química, mas outros a veem apenas como um selo de relações públicas, pelo seu apelo ecológico. Como o senhor vê a química verde? Eu vejo a química verde como algo extremamente importante, um novo modo de fazer química que precisa ser implementado urgentemente. A primeira vez que fui à África, fiquei aterrorizado com as condições de algumas pessoas, em particular as condições médicas. Vi pessoas nas ruas com doenças terríveis e percebi que tínhamos que mudar as coisas se quiséssemos dar a elas os benefícios de uma indústria química moderna.

>>>

OS QUÍMICOS E A INDÚSTRIA QUÍMICA SÃO MUITO CONSERVADORES, ALGUMAS TÉCNICAS NÃO MUDARAM POR SÉCULOS E FAZER COM QUE AS PESSOAS MUDEM NÃO É FÁCIL

Além disso, os estoques de petróleo vão acabar e precisamos ter outros modos de obter produtos químicos. Não é preciso gasolina para fazer carros andarem, pode-se fazer isso com eletricidade ou com nitrogênio, por exemplo. Precisamos mudar o modo de fazer as coisas, inclusive a química, para que a sociedade moderna seja sustentável.

Quais são os maiores desafios para a implantação de iniciativas de química verde hoje? Há vários problemas. Um deles é que os químicos e a indústria química são muito conservadores, algumas técnicas não mudaram por séculos e fazer com que as pessoas mudem não é fácil. As pessoas precisam perceber que é necessário mudar radicalmente, não é suficiente mudar pequenos detalhes. O modo como a química é abordada precisa ser modificado. Como em qualquer revolução, é muito difícil começar, mas acho que houve avanços.

Outro grande problema que devemos enfrentar é a imagem muito ruim que o público tem da química, imagem que poderia ser transformada com a química verde. Os críticos estão errados em dizer que a química verde é uma ferramenta de *marketing*; no entanto, ela tem a vantagem de ser facilmente vendida. O problema é que há poucos químicos famosos fazendo química verde e eu espero que esses poucos sirvam de modelo para os mais novos.

O senhor poderia falar um pouco do seu trabalho com os fluidos supercríticos? Quais são as principais aplicações dessas substâncias? Comecei a trabalhar com fluidos supercríticos só porque os achei interessantes. Naquela época, eu não tinha ideia do que era química verde nem que esses eram uns dos componentes que a tornam possível. Um fluido supercrítico é um gás comprimido a ponto de ter uma densidade tão alta quanto a de um líquido. Como gás, ele tem que ser mantido em um recipiente totalmente vedado, mas assim como um líquido, ele é capaz de dissolver substâncias. Essa mistura de características de gás e de líquido faz com que os fluidos supercríticos sejam muito úteis para a química, principalmente porque podem ser usados em substituição

aos solventes de origem fóssil, que têm um alto impacto ambiental. Há todo tipo de aplicações para os fluidos supercríticos, mas eles não vão resolver tudo.

Que pesquisas o senhor desenvolve atualmente nessa área? Estamos desenvolvendo duas pesquisas usando água supercrítica. Uma, que ainda não publicamos, utiliza a água sob alta pressão como um solvente alternativo ao ácido acético, empregado na produção do plástico das garrafas de água mineral. A água é melhor porque, ao contrário do ácido acético, não gera impurezas indesejáveis para o meio ambiente. O outro projeto investiga a possibilidade de fazer novos produtos químicos vindos da madeira de modo mais limpo e verde, também usando a água supercrítica.

Os fluidos supercríticos vão se tornar cada vez mais importantes. Hoje, cientistas do mundo todo estão trabalhando no que é chamado de química de fluxo, promovendo reações químicas como um processo contínuo, e os fluidos supercríticos são ótimos para esse tipo de reação porque, como gases, eles fluem muito bem.

A substituição de solventes fósseis por água supercrítica pode ser tão produtiva quanto os processos usados atualmente na indústria? Sim. Quase todas as minhas pesquisas são feitas em colaboração com as indústrias porque a química verde, diferentemente de outras áreas da química, tem que ser usada para resolver os problemas da indústria. Então, faço pouca pesquisa sem a colaboração da indústria, o que não quer dizer que todo projeto que faço resulta em algum tipo de produto.

O senhor vê resistência por parte das indústrias ao uso de processos e técnicas da química verde? Existe alguma indústria usando os seus processos de fluidos supercríticos? Há algumas indústrias testando o meu processo e nós chegamos a construir uma fábrica verde de produtos químicos, mas os custos para mantê-la eram muito altos e o empreendimento não deu certo. No entanto, isso não me desencorajou, porque a maioria dos processos químicos usados pela primeira vez não são bem-sucedidos, mas você aprende muito ao construir

essas fábricas. Um dos problemas das indústrias é que nos últimos quatro anos, com a crise econômica, elas migraram suas fábricas da Europa e dos Estados Unidos para países menos desenvolvidos sem que houvesse a preocupação de tornar seus processos mais verdes. Em vez de buscarem processos mais limpos, essas indústrias estão saindo de países com uma legislação ambiental mais forte e migrando para países menos rígidos.

Então os países emergentes devem receber atenção especial? Sim, definitivamente. O grande problema é que as oportunidades para a química verde estão justamente nos países que acabaram de começar a sua indústria química. Por isso é tão importante investir na África, pois lá há poucas indústrias químicas e, se começarem a construí-las de forma limpa, será muito mais benéfico para todos.

E quais seriam os desafios para a implantação da química verde no nível dos consumidores? Existem desafios enormes. Não sei muito sobre os consumidores brasileiros, mas, no Reino Unido e na Europa, muitas pessoas têm pavor de produtos químicos. Elas não entendem que tudo o que usam é feito de substâncias químicas. Se você disser a elas que um xampu tem produtos químicos que foram feitos de modo verde, vão perguntar por que não foram avisadas antes de que o xampu tinha substâncias químicas! O resultado disso é que os consumidores ingleses vão, por exemplo, pagar mais para ter ovos de galinhas caipiras felizes, achando que estão livres dos produtos químicos. Enquanto eles não perceberem que essas substâncias estão em tudo o que compram, não se importam com o modo como elas são produzidas.

Acredito que o papel mais importante nessa história é o dos supermercados. Em muitos países, os supermercados têm enorme poder econômico. A maioria das águas minerais, por exemplo, são vendidas nesses estabelecimentos. Então eles têm o poder de dizer que não vão comprar produtos que agridam o meio ambiente, como o plástico usado nessas garrafas. Os supermercados são um bom modo de implementar a química verde, e isso já está começando a acontecer na Europa. **Ch**

COMO PUBLICAR EM **CIÊNCIA HOJE?**

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

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



BIOQUÍMICA > ENTRE OUTROS BENEFÍCIOS, MOLÉCULA COMBATE ATROFIA DE MÚSCULOS

Maçã para os músculos



Essa é daquelas jovens promessas da medicina nas quais depositamos forte esperança para que seja aprovada como medicamento. Trata-se de molécula que preveniria a atrofia muscular que vem com a idade e decorre de certas doenças. A boa notícia não para aí: já se pode ingeri-la, bastando para isso comer maçã.

O nome dessa estrutura de átomos e ligações químicas chega a ser engraçado: ácido ursólico. Está presente em alimentos do dia a dia, principalmente na casca da maçã, dizem os autores. Outras fontes: casca de pera, condimentos (por exemplo, salva e alecrim), amêndoa e na uva ursi – por sinal, viria daí o nome da substância.

Os autores, liderados por Christopher Adams, da Universidade de Iowa (EUA), começaram o trabalho investigando o que

mudava na atividade dos genes quando o músculo atrofia. Segundo os pesquisadores, 63 genes se alteram em resposta ao jejum tanto em humanos quanto em camundongos; outros 29 mudam sua expressão nos músculos de pessoas sob jejum ou com danos na medula espinhal.

Usando esse conhecimento, os autores passaram, então, a tratar células com cerca de 1,3 mil moléculas ditas bioativas. Dessa longa lista, o ácido ursólico foi o melhor candidato a contrabalançar a ação deletéria da atrofia.

Em outra etapa do experimento, camundongos em jejum receberam o ácido. Além da proteção contra o enfraquecimento muscular, os animais, depois de semanas, ficaram com menos açúcar, colesterol e triglicerídeos no sangue. Mais: os músculos ainda cresceram – agora, o leitor talvez

FOTO SINC/HU

MEDICINA

Celulares e câncer

Parece que o cenário das relações (misteriosas) entre celulares e câncer está se tornando menos turvo. Organismo internacional acaba de declarar que a radiação empregada por esse e outros artefatos é “possivelmente carcinogênica”.

A decisão foi da IARC (sigla, em inglês, para Agência Internacional para a Pesquisa em Câncer). E vale para as ondas eletromagnéticas empregadas não só por celulares, mas também por telefones sem fio, *bluetooth* (ainda sem tradução para o português), rádios amadores, além de equipamentos de grande porte (certos radares e aquecedores), estações de transmissão de sinais de celulares, antenas retransmissoras e equipamentos médicos. Enfim, todas as engenhocas que trabalham com a chamada radiofrequência (RF) – de 30 mil a

300 bilhões de oscilações por segundo, ou seja, de 30 kilohertz a 300 gigahertz, informa o relatório.

Quem está propenso às doses mais altas? Os que usam os equipamentos mais perto do corpo – celulares, em especial.

Os autores indicam que celulares do tipo 3G emitem cerca de 100 vezes menos radiação que os ‘convencionais’ (tecnologia GSM). E que os equipamentos que usam *bluetooth* – para deixar as mãos livres – têm potência, em geral, cerca de 100 vezes menor que a dos celulares.

A decisão foi baseada em três estudos sobre a relação RF-câncer: Interphone, feito no ano passado; um feito na Suécia, este ano; e outro da Dinamarca, que analisou, de 1982 a 1995, as taxas de câncer entre os usuários de celulares.



FOTO GETTY IMAGES

tenha entendido o entusiasmo no primeiro parágrafo desta nota.

SOBRE CAMUNDONGOS E HOMENS Consulta rápida à literatura especializada de medicina e bioquímica revela que o ácido ursólico já detinha boa fama. Parece ser a molécula do 'anti': anti-inflamatório, antialérgico, antifúngico, antibacteriano, antienvelhecimento, anticancerígeno... Longa lista. Só resta saber se os resultados experimentais comprovam realmente toda essa ação ou se é caso de propaganda enganosa.

Por enquanto, parece não haver suplementos à base de ácido ursólico.

De volta ao reino da realidade, uma dieta balanceada, na prática, fornece a quantidade necessária dessa substância ao organismo, dizem os autores. Portanto, não é o caso de sair (por enquanto) comendo maçãs a granel. Motivo (e chavão da medicina): não se sabe se os resultados com camundongos servem para humanos. Mas, nesse caso, não custa torcer para que isso seja verdade.

 **Cell Metabolism** junho 2010

Os resultados das duas primeiras sugerem que, sim, há relação (ainda que tênue) entre gliomas (câncer de cérebro) e uso 'pesado' de celulares. Segundo o Interphone, os riscos parecem ser 40% maiores quando comparados aos de pessoas que nunca usaram esses aparelhos. O estudo sueco indica que os riscos aumentam com o tempo de uso e que, para usuários com mais de 2 mil horas de uso, esse risco é 320% maior (também em relação a não usuários).

O estudo dinamarquês não achou relação entre o uso de celulares e gliomas.

Essa disparidade de resultados fez com que as resoluções de agora não fossem consensuais entre os 30 cientistas de 14 países. Parte discordou das decisões, alegando que as evidências eram "inadequadas".

O IARC pôs as RF no grupo 2B (possivelmente carcinogênica para humanos). Decisão aprovada pela maioria do grupo de trabalho.

 **Lancet Oncology** 22/06/11

MEDICINA

Missão: eliminar os 'pneuzinhos'

Os famigerados 'pneuzinhos' na cintura podem ter encontrado inimigo à altura. Estudo identificou o 'CPF' das células que originam essa gordura abdominal. Com essa informação, os pesquisadores dizem que seria possível enviar 'mísseis' para exterminar as avós desse tecido adiposo.

O experimento da equipe de Mikhail Kolonin, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade do Texas, em Houston (EUA), lançou, contra as ASCs (sigla, em inglês, para células estromais adiposas), um exército de vírus, cada um deles carregando um fragmento de proteína em sua superfície. Feita a avaliação dos resultados, os autores concluíram que o fragmento de decorina (denominado por eles delta-decorina) 'atracava' nas ASCs, que são as 'progenitoras' das células da gordura abdominal (ou, mais tecnicamente, tecido adiposo branco), vilã por trás de doenças cardíacas e diabetes.

A delta-decorina poderia funcionar como míssil que atingiria e destruiria só um alvo, as ASCs. A tática seria mais ou menos a seguinte: um vírus carrega duas armas, o peptídeo e uma toxina. O primeiro localiza e 'gruda' no alvo, garantindo tiro certo; a segunda mata o inimigo e só este.

Obviamente, tudo isso é bonito no plano teórico e talvez funcione na escala de laboratório. Se vai virar terapia, é outra (longa e, muitas vezes, tortuosa) história. Mas tratamentos eficazes, hoje em uso, começaram assim.

 **Cell Stem Cell** junho 2011

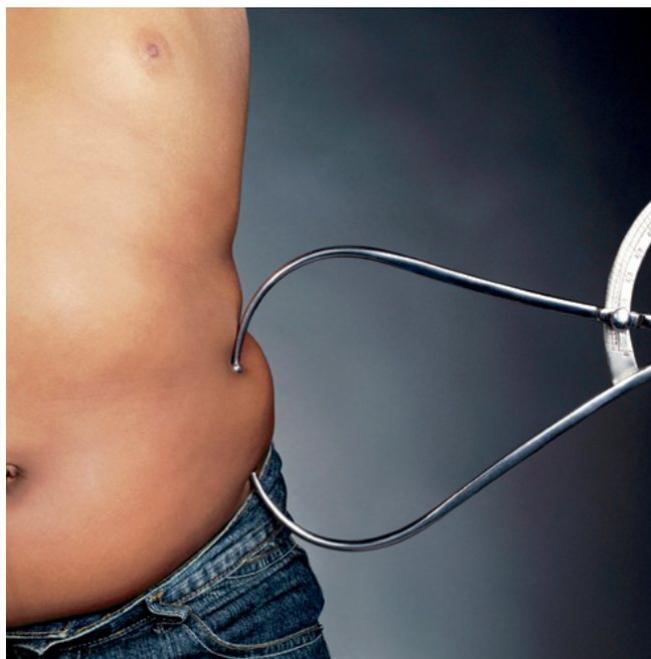


FOTO: CONEY JAVASCENE PHOTO LIBRARY/SPL DCL/ISTOCK

CIÊNCIA DO ESPORTE

Mais músculos, menos gordura e melhor fôlego

Enquanto a jovem promessa do ‘Destaque’ deste mês marca compasso como reconstrutor de músculos, outra, mais realista e simples, nasce nos laboratórios: tomar, logo após os exercícios físicos, um achocolatado. A iniciativa, segundo estudo, fortalece a musculatura, reduz a gordura e aumenta o fôlego.

Dois experimentos revelaram as vantagens dessa bebida. O primeiro reuniu, por 4,5 semanas, 10 ciclistas treinados. Eles, cinco vezes por semana, praticaram 90 minutos de pedaladas moderadas e 10 outros na modalidade intensa. Logo após essas sessões, parte tomou achocolatado (com baixo teor de gordura). O restante ingeriu ou bebida à base de carboidratos (as ditas bebidas esportivas), ou refrigerante com zero caloria.

Os bebedores de leite apresentaram aumento na capacidade de resistência aeróbica e no desempenho prolongado de exercícios. Ganharam po-

tência e, com isso, reduziram o tempo para percorrer certa distância em seis minutos, em média.

No segundo experimento, 32 ciclistas, amadores e profissionais, homens e mulheres, foram submetidos a praticamente o mesmo regime de esforço que no estudo anterior (uma hora de pedaladas). Os voluntários recebiam as bebidas logo em seguida à sessão e uma hora mais tarde.

Aqueles que beberam o achocolatado terminaram as 4,5 semanas de treinamento com menos gordura e, na média, 1,3 kg de músculos a mais que os membros dos outros dois grupos.

Surpreendente? Bem, foi até mesmo para os autores dos dois trabalhos, que não sabem por quais mecanismos essa bebida deu aos atletas tantas vantagens. A suspeita é que isso tenha a ver com a mistura natural de proteínas e carboidratos do achocolatado.

Dica do líder das equipes, John Ivy, da Universidade do Texas, em Austin



STOCK/OLAFIN/ISTOCK



Celulares servem hoje para um monte de coisas – até para fazer ligações. Agora, tarefa extra para o rol de utilidades dessas maquinetas: combater o tabagismo.

O experimento *txt2stop* – jogo de palavras, em inglês, para algo como ‘texto para parar [de fumar]’ – reuniu 5,8 mil fumantes do Reino Unido que queriam largar o vício. Parte deles (2.915) foi alocada para o experimento; o restante serviu de grupo-controle.

Os voluntários do primeiro grupo receberam mensagens motivacionais no celular. As mensagens para o segundo grupo eram ‘neutras’ (por exemplo, pedidos de confirmação de endereço), nunca relacionadas ao tabagismo.

O diferencial do estudo foi fazer testes de saliva nos voluntários. Aqueles que diziam ter parado de fumar, mas cujos testes davam positivo, eram enquadrados na categoria fumante.

Ao final, os participantes do grupo *txt2stop* apresentaram, em média, duas vezes mais resultados negativos nos testes de saliva que os voluntários do grupo-controle. Em números: 10,7% versus 4,9%, respectivamente.

A líder da equipe, Caroline Free, da Faculdade de Higiene e Medicina Tropical de Londres, disse que participantes do *txt2-*

FOTO BERTINARES

(EUA), um dos grandes especialistas em nutrição esportiva: descansar 30 minutos depois de uma sessão de exercícios, seja qual for seu nível de condicionamento físico. Isso, diz ele, é tão importante quanto o suplemento nutricional consumido depois da prática esportiva.

Quanto beber de achocolatado de baixa caloria? Ivy explica a questão em conversa com internautas. Para alguém de 75 kg, totalmente esgotado pelos exercícios, o ideal são 700 ml logo depois da prática e outros 700 ml duas horas depois, o que garantiria, segundo ele, boa recuperação pós-fadiga. Para atletas comuns, a receita é consumir, em achocolatado, 40% das calorias gastas nos exercícios. Ajuda na recuperação e (melhor) na adaptação para o treino.

 **Journal of Strength and Conditioning Research**
v. 25, n.5, pp.1210-1224, 2011

 **Journal of Nutrition and Metabolism**
2011, disponível em dx.doi.org com o código 10.1155/2011/623182

stop consideraram as mensagens um ‘amigo’ ou ‘um anjo da guarda’ que os ajudavam a vencer a tentação. Uma das mensagens era “A vontade de fumar dura cerca de cinco minutos. Para se distrair, tente tomar pequenos goles de uma bebida [não alcoólica] até a vontade passar”.

A líder dos experimentos diz que a estratégia poderia ser usada nacionalmente. Mais: poderia ser empregada em outros países, bastando para isso a tradução das mensagens e a avaliação das condições locais. Ainda não se sabe o custo-benefício dessa intervenção, mas os autores acreditam que ele será alto.

A iniciativa, no entanto, deve ser vista como uma em meio a um conjunto de estratégias antitabagismo – entre elas, as mensagens de alerta nos próprios maços de cigarro.

 **The Lancet** 30/06/11 *on-line*

SINTONIA FINA

Rugas e ossos Mulheres que chegaram à menopausa e têm linhas de expressão marcantes correm risco extra: osteoporose.

Mas o que uma coisa tem a ver com a outra? Lubna Pal, líder da equipe de autores e pesquisadora da Faculdade de Medicina da Universidade Yale (EUA), explica: pele e ossos têm blocos constituintes – proteínas, no caso – comuns. Envelhecimento, entre outros problemas, é acompanhado tanto por mudanças na pele quanto por perda de qualidade e quantidade de massa óssea.

No caso, linhas de expressão é um eufemismo para rugas. Pal e equipe mostraram que mulheres cujas rugas são profundas e em grande quantidade têm menor densidade óssea. E essa relação se mostrou independente da idade. No entanto, quanto mais rígida a pele, mais alta a densidade óssea.

Para chegar a esses resultados, a equipe avaliou, com testes e aparelhos, rugas em 11 locais da face e do pescoço, bem como a rigidez da bochecha e da testa. A massa e densidade ósseas também foram analisadas com raios X e ultrassom. Isso foi feito em 114 voluntárias, que haviam entrado na menopausa a, no máximo, três anos.

Segundo Pal, a vantagem desses resultados – apresentados na última reunião da Sociedade Norte-americana de Endocrinologia – é facilitar o diagnóstico sobre a qualidade dos ossos por meio da quantidade de rugas em mulheres na pós-menopausa.

FOTO CRISTINA PEDRAZZINI/SCIENCE PHOTO LIBRARY/SPL/DOI/LATINSTOCK

SINTONIA FINA

Destruindo o mundo

4.000.000.000.000. Ponha um ‘US’ e um cifrão na frente desse número (sem dúvida, astronômico). É o quanto devem custar, ao governo norte-americano, as guerras que vieram depois do dia em que o mundo mudou para sempre: 11/09/2001.

Apesar da quantidade de zeros, aquele é um número frio – afinal, é só dinheiro. O pior está neste: 225.000. Representa as mortes causadas pelos conflitos desde então – 31 mil deles de militares e civis norte-americanos. Cerca de 140 mil desse total são civis iraquianos e afegãos – como sempre, as maiores vítimas das guerras são civis que delas não participam.

No caso, as guerras são as três conhecidas: Afeganistão, Iraque e Paquistão, respostas militares dos EUA aos ataques terroristas de 10 anos atrás ao seu território. Em tempo: some aos números acima quase 8 milhões de refugiados nesses três países.

O governo dos EUA financiou a guerra. Até agora, pagou por esse empréstimo cerca de US\$ 185 bilhões de juros – guerras são grandes negócios para bancos. Até 2020, esse montante pode chegar a US\$ 1 trilhão.

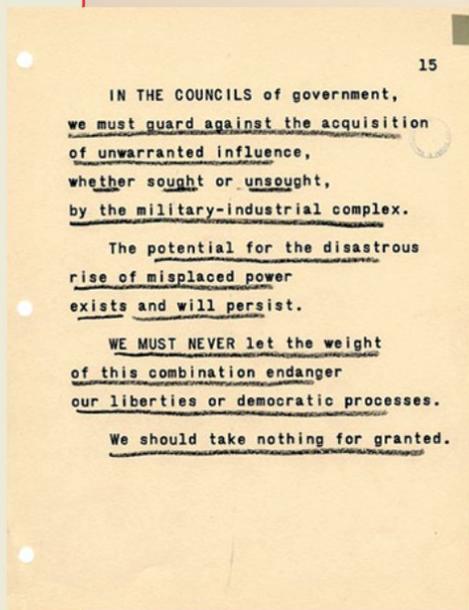
Se os conflitos continuarem, o governo norte-americano terá, então, que, em nome do Pentágono, pedir a liberação aos seus políticos de outros US\$ 450 bilhões lá por volta de 2020. Mas, mesmo que essas guerras terminem, suas consequências não param. Por exemplo, o tratamento de veteranos pode bater em outro US\$ 1 trilhão.

Essas cifras estão no recente relatório da pesquisa ‘Custos da Guerra’, do Projeto de Pesquisa Eisenhower, da Universidade Brown (EUA). É tido como a primeira análise a incluir custos secretos dos conflitos.

O projeto – que se define como iniciativa apartidária, sem fins lucrativos, com sede no Instituto Watson para Estudos Internacionais – reúne equipe com cerca de 20 pessoas – entre elas, cientistas políticos, economistas, antropólogos, advogados militantes pelos direitos humanos. Seu objetivo é estudar a crescente militarização da sociedade, política e democracia dos EUA.

O nome da iniciativa é homenagem ao presidente norte-americano Dwight Eisenhower (1890-1969), que, em 17/01/61, fez discurso de 10 minutos, ao finalizar seu mandato. Nessa fala, alertava para a “influência injustificada” sobre a política dos EUA do complexo militar industrial, alertando que a única força capaz de contrabalançar a crescente demanda por segurança e defesa seria “uma coletividade alerta e informada”.

Sumário executivo do relatório (em inglês) está em <http://costsofwar.org/>. O discurso de despedida de Eisenhower (também em inglês) está em <http://1.usa.gov/nC0pML> – por sinal, vale navegar pelo sítio, repositório dos mais importantes documentos da história norte-americana.



Página original do discurso de Eisenhower em que denuncia a crescente influência do complexo militar industrial na sociedade e política dos EUA



FOTO: SHUTTER

Construindo o mundo

O tema desta nota se choca frontalmente com o da anterior. Lá, destruição, morte, desperdício de dinheiro; aqui, (re)construção, vida e bom emprego de verbas. Acaba de chegar ao último volume (20º) o *Dicionário de Assírio* [da Universidade de] *Chicago*, projeto que começou em 1921, quando o mundo se recuperava do primeiro de seus conflitos de proporções mundiais.

Nestes 80 anos, foram analisados (literalmente) milhões de fichas anotadas à mão. O dicionário traz 28 mil palavras do assírio, que, neste ínterim, foi reclassificado como dialeto de outra língua semítica, o acadiano. Ao todo, são 21 volumes – o 21º foi escrito ainda em 1961, sendo um tipo de índice geral.

O dicionário é bem mais que isso. Foi classificado como enciclopédia sobre a história, a sociedade, a literatura, as leis, a religião e a ciência da Mesopotâmia (atual, Iraque), berço da civilização. Para Martha Roth, professora de assiriologia da Universidade de Chicago e atual editora-chefe do dicionário, servirá de base para como fazer outros dicionários do gênero.

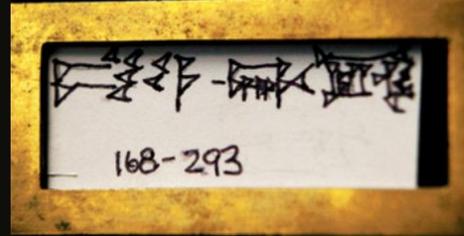
As palavras que agora estão dicionarizadas foram grafadas em tabuletas de argila, em escrita cuneiforme (aquela que lembra ‘risquinhos’), entre 2.500 a.C. e o ano 100.

Na nota anterior deste ‘Sintonia Fina’, civis são apenas números; nesta, eles têm história. Para Robert Biggs, arqueólogo e pesquisador que trabalhou no dicionário, a obra não trata apenas da cultura de reis e rainhas, mas de gente real, do



FOTOS: JASON SMITH

Um dos milhões de cartões empregados ao longo dos 80 anos do projeto, que acaba de finalizar o mais amplo dicionário sobre a língua assíria



povo, em busca de comida, segurança, abrigo... Gravaram na argila suas palavras – empréstimos até a safra seguinte, nascimento de um filho etc. –, sem a intenção de que esses temas chegassem aos dias de hoje.

As placas foram achadas em sítios arqueológicos do Oriente Médio.

Desvendar tamanho mistério – trabalho digno de Hércules – foi obra de especialistas.

Muitas das 28 mil palavras do volume, por causa dos múltiplos significados, ocupam várias páginas. É o caso de *umu* (dia) – 17 páginas do 20º volume –, citada, por exemplo, no poema *Épico* [ou *Epopéia*] de *Gilgamesh*, sobre um provável rei da Suméria com esse nome.

Os preços para obra de tamanha empreitada são bem razoáveis: o volume mais barato sai por US\$ 45 (cerca de R\$ 75) e o mais caro, por US\$ 150. A boa notícia é que, em formato PDF, ele é de graça. Confira aqui: <http://oi.uchicago.edu/research/pubs/catalog/cad/>

Aranhas senis

Alzheimer é um quadro neurodegenerativo marcado pela perda de memória e que ataca mais comumente pessoas na terceira idade. Estudo mostrou que algo semelhante parece ocorrer com aranhas. E isso pode ajudar a entender a senilidade nos humanos.

A figura aí ao lado mostra, à esquerda, uma teia de aranha construída por um indivíduo jovem, com 17 dias de vida, da espécie caseira europeia *Zygiella x-notata*. Note a regularidade das formas e ângulos.

Já a outra teia é obra de um espécime, digamos, da terceira idade. Foi construída do alto dos 188 dias de um indivíduo – em média, essa espécie de aranha vive um ano. Em termos de

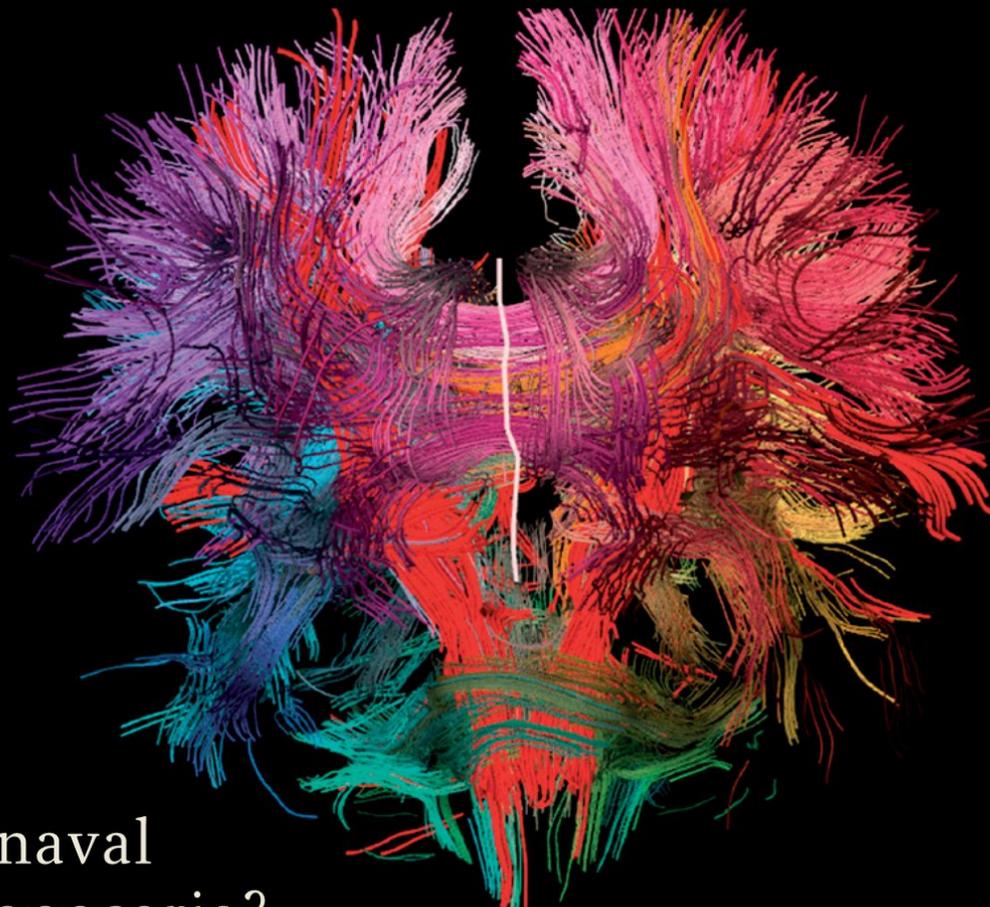


Teia feita por aranha jovem (esquerda) e por espécime mais velho

simetria, a construção deixa a desejar – e, no caso das aranhas, não dá para dizer que é resultado de criatividade.

Para os autores, que apresentaram os resultados na última conferência da Sociedade de Biologia Experimental, em Glasgow (Reino Unido), a ir-

regularidade da construção é indicativo de que o sistema nervoso central dessa espécie de aranha também se deteriora, como nos humanos. Portanto, estudar esse aracnídeo pode ajudar a entender o problema em humanos.



Carnaval ou tapeçaria?

À primeira vista, a bela combinação de formas e cores lembra um adereço de carnaval – quem sabe, um penacho. Ou uma peça de tapeçaria, feita à base de linhas.

A figura foi criada, na verdade, por programa recente de computador que examina a circuitaria cerebral. A partir de mapas em duas dimensões (2D), chega-se a essas conectividades cerebrais, em três dimensões (3D).

O programa é obra de um doutorando do Laboratório de Pesquisa em Visualização da Universidade Brown (EUA), Radu Jianu, que cedeu a figura à *CH*. O objetivo do estudo é entender melhor os chamados axônios (as ‘caudas’ dos neurônios), que estão ligados a doenças como o autismo, marcado pela baixa sociabilização dos portadores.

No artigo em que descrevem o programa, os autores esperam que ele ajude pesquisadores e médicos a iden-

tificar se os axônios – revestidos por uma capa de ‘gordura’ – estão ou não danificados e como eles diferem (ou não) daqueles em indivíduos saudáveis.

O programa age mais ou menos como o *Google Maps*: escolhe-se certo feixe de nervos e, a partir dessa região, é possível ampliar a visualização – como se, do mapa de um país, chegássemos a certa rua de uma cidade.

Outra vantagem do programa: os resultados podem ser compartilhados pela internet, sem a necessidade de os interessados precisarem baixar volumosas quantidades de dados ou usar programas especiais.

Os interessados em mais detalhes devem ou esperar pela publicação (prevista para o final deste ano) em *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, ou baixar o esboço (em inglês) em <http://bit.ly/rIW2Rv>.

FOTO: RADU JIANU / BROWN UNIVERSITY

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



Estudo com camundongos indicou que o neurotransmissor serotonina parece ser importante na escolha de parceiros sexuais

FRANKLIN RUMJANEK

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

OLHO NA SEROTONINA!

O romance *Sementes malditas* (*The wanting seed*), do inglês Anthony Burgess, descreve com humor, se não de maneira cínica, um futuro no qual o excesso de população obriga os humanos a adotar mudanças radicais em seu comportamento. No livro, uma das atitudes tomadas pelas sociedades das grandes urbes é a glorificação do homossexualismo como fórmula natural de controlar o crescimento populacional. O lema da campanha é, apropriadamente, “*É sapiens ser homo*”, e o autor inclui no texto a noção de que a humanidade, em sua história, passou por períodos em que alternou seu comportamento entre o hétero e o homossexualismo, sempre que existiram ameaças antropogênicas ao meio ambiente.

Pragmaticamente, Burgess descreve no livro como tal política é implantada. Em todas as áreas, os cargos mais importantes, ou até empregos em geral, só podem ser ocupados por homossexuais. Há ainda uma polícia homossexual (os *greyboys*) e um conjunto de leis que, entre outras normas, torna ilegal mais de uma gravidez, como ainda ocorre hoje na China. Escrito há quase meio século, *Sementes malditas* faz coro com outras obras de ficção, como o filme *No mundo de 2020* (*Soylent green*), lançado em 1973 e inspirado no romance *Make room! Make room!* (algo como *Abra espaço! Abra espaço!*), do norte-americano Harry M. Harrison. As duas obras preveem que a grande crise populacional se passaria entre 2020 e 2050.

Mas como está a situação real da população mundial? A projeção feita pela Organização das Nações Unidas em maio passado prevê que seremos 10,1 bilhões de pessoas em 2100, o que supera em 1 bilhão a estimativa anterior. Se de fato o planeta tiver que abrigar tanta gente, a alimentação e a energia serão problemas bem sérios. No entanto, como é comum em projeções, o que se verifica atualmente é uma queda de fertilidade na maioria dos países desenvolvidos, em especial nas grandes cidades. O fenômeno é tal que, em muitas regiões, pode haver déficit populacional, isto é, o número de nascimentos pode ficar menor que o de mortes.

O jornalista inglês Fred Pearce, especialista em questões ambientais, afirmou em comentário na revista científica *Nature* de maio deste ano, que essa tendência parece ser universal e nitidamente transborda para a Ásia e América Latina, o que de certo modo traz um alento. Dificilmente, porém, essa redução de fertilidade seria consciente. Para Pearce, a explicação mais provável é de ordem econômica. Quando as pessoas migram do campo para a cidade, as crianças se tornam mais caras, por exigir uma educação que lhes garanta maior competitividade no mercado de trabalho.

Haveria algum componente orgânico associado a essa queda de fertilidade que refletisse o vaticínio de Burgess em *Sementes malditas*? A busca de genes ligados à orientação sexual é relativamente antiga e, a despeito de muitas tentativas, ainda não produziu resultados conclusivos. O consenso entre cientistas é o de que o fator mais importante ainda é o cultural. Entretanto, um interessante trabalho do chinês Yan Liu e colaboradores, publicado em abril último na *Nature*, indicou, usando camundongos como modelo experimental, que o neurotransmissor serotonina (secretado por certos neurônios, chamados de serotoninérgicos) parece ser importante na escolha de parceiros sexuais.

Nesse estudo bem controlado, animais machos transgênicos – sem neurônios serotoninérgicos – exibiram clara preferência por outros machos em situações de acasalamento. Os autores tiveram o cuidado de excluir qualquer influência da serotonina em estímulos olfatórios, confirmando seu envolvimento na decisão comportamental. A conclusão foi a de que a sinalização serotoninérgica é crucial para a escolha sexual. Embora camundongos sejam camundongos e humanos sejam humanos, seria interessante pesquisar se esse estímulo serotoninérgico é afetado pelo estresse inerente ao excesso de população, o que faria com que ele funcionasse, periodicamente, como um dispositivo regulador da população. Seria um goço para a sociobiologia. **GH**



TROPICALISMO

A canção popular transformada e fortalecida

O tropicalismo, atividade artística e cultural que marcou o final dos anos 1960, inovou a música brasileira. Esse movimento trouxe ao cenário artístico do país um procedimento experimental de vanguarda em que se aliavam o imperativo de modernidade e a necessidade de responder de maneira renovada aos problemas ligados à participação dos artistas nas questões políticas da época. Os tropicalistas lançaram os acordes iniciais de uma transformação da música brasileira que continua a repercutir nos dias atuais.

CELSO FAVARETTO

*Faculdade de Educação
e Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas,
Universidade de São Paulo*



Se os anos 1960 foram tão significativos na cultura brasileira, e são hoje alvo de tanto interesse, é porque neles se promoveram transformações profundas nas artes, na produção cultural, na política e nos comportamentos. Evidentemente, o tropicalismo não foi o único acontecimento dessa época, mas foi o mais instigante e crítico. O momento tropicalista da cultura brasileira, em 1967 e 1968, significou uma radicalização do formidável florescimento artístico-cultural em curso desde a década anterior, em consonância com os rumos políticos e socioeconômicos do desenvolvimentismo do governo de Juscelino Kubitschek. Respondeu à altura aos imperativos de modernização do país, aos sinais de internacionalização da cultura e às injunções políticas que resultaram da repressão cultural e política do regime militar implantado pelo golpe de 1964.

As transformações sociais e culturais do país tiveram início logo nos primeiros anos da década de 1960. O mundo idílico gerado pelo otimismo dos anos 1950 começava a se quebrar. A miséria, o analfabetismo, a exclusão social e a dominação imperialista saltavam à cena abruptamente, compondo a imagem de um país 'subdesenvolvido', injusto, culturalmente atrasado.

>>>



A tentativa era a de criar um tipo de expressão artística apta a transmitir informações e recados políticos e capaz de mobilizar as camadas pobres e a classe média para a participação social. Nessa cena, o jovem, em especial o estudante universitário, tornou-se participante, sensível às palavras de ordem das organizações estudantis e sindicais. Sua atitude era de impaciência: não mais marchar para o futuro, seguindo as promessas do país ‘em desenvolvimento’, mas comprometer-se, fundindo seu destino ao destino do país. O golpe de 1964 significou um balde de água fria, que cortou a evolução dessas ações entusiasmadas com a redenção do país, ou seja, com a eliminação da miséria e do analfabetismo, a libertação da tutela política e econômica estrangeira (em especial a norte-americana), a defesa da cultura nacional e assim por diante.



Após a renúncia de Jânio Quadros, em 1961, a ascensão à presidência do país de João Goulart, considerado um político de esquerda, acendeu as reivindicações de reformas de toda ordem, que se desenvolveram até a eclosão do golpe militar, em abril de 1964. Excitada por um fundo sentimento de nacionalidade e de sensibilidade às necessidades básicas do povo brasileiro, a reivindicação de reformas econômicas, sociais, educacionais e culturais articula-se em ininterruptos acontecimentos políticos, em projetos de transformação da realidade brasileira e em movimentos artísticos em que a denúncia das desigualdades mobilizava uma arte comprometida com as causas populares, mas da qual não estava ausente a experimentação.

Cultura e política A mobilização social tinha na juventude uma força de referência, principalmente como realizadora dos projetos de cultura popular, alfabetização e conscientização das camadas populares. Em 1962, a União Nacional dos Estudantes (UNE) criou o Centro Popular de Cultura (CPC), que atuaria em vários lugares do país com um projeto claro de intervenção política com sentido popular. Esse projeto considerava as manifestações artísticas – cinema, teatro, música, literatura – de grande utilidade para a sua realização. Empregando uma linguagem emotiva, de denúncia e exortação à ação revolucionária, as produções do CPC geraram também a imagem de uma juventude comprometida com as questões políticas e sociais, por meio de um tipo de experimentação artística baseada em procedimentos de vanguarda misturados com procedimentos da tradição popular brasileira.

Entre 1965 e dezembro de 1968, quando ocorreu uma nova radicalização repressiva do regime militar, com a edição do Ato Institucional nº 5, que restringiu drasticamente, pela censura e repressão, a liberdade política e cultural do país, desenvolveu-se uma atividade renovadora das artes e na cultura nunca vistas anteriormente. Projetos de vanguarda, em grande parte associados a interesses político-sociais, surgiram em todas as áreas da produção artística. Definiram-se duas direções prioritárias: uma arte de protesto, em que as inovações submetiam-se antes de tudo às necessidades de conscientização e de mobilização do público (diante das exigências de resistência aos cálculos do regime militar), e uma arte de vanguarda, em que o imperativo de renovação das formas, linguagens, processos e comportamentos eram considerados prioritários, servindo não apenas à revitalização das artes e da cultura, mas também à crítica e à participação político-sociais.

Entre as modalidades artísticas surgidas naquele momento, a música de protesto e denúncia (e também de esperança no “dia que virá”, utopia persistente em grande parte das músicas de protesto) sobressai. A música passou a ser o canal mais adequado para a veiculação de projetos políticos, exatamente porque a canção popular sempre foi no Brasil a modalidade artística com maior penetração pública, em todas as camadas da população. Geralmente líricas, misturando informações da bossa nova a ritmos po-

pulares, a música de protesto já é significativa antes mesmo de 1964. O golpe só fez crescer sua importância, pois foi com ela que, em grande parte, foi feita a resposta e a reação ao regime militar, à censura e à repressão.

A partir de 1965, as emissoras de televisão, que ampliavam rapidamente seu alcance e seu público, organizaram os festivais de música popular, onde a canção de protesto tinha lugar, ainda que contraditório e problemático. Nesse mesmo ano ocorreu a inauguração da TV Globo, que se tornaria elemento importante no desenvolvimento da indústria cultural, favorecendo a evidência dos espetáculos musicais.

Explosão criativa O tropicalismo surgiu da conjunção desses vários fatores de ordem artística, cultural e política, que se manifestavam na música popular, no teatro, no cinema, nas artes plásticas e na literatura. O momento de máxima intensidade e de ruptura ocorreu em 1967 e 1968, quando se configurou uma extraordinária explosão criativa, que radicalizou em termos críticos a

intensa renovação da atividade artística que se desenvolvia desde meados dos anos 1950. Nesses dois anos, as inquietações e iniciativas sociais, políticas e culturais dirigidas à realização do imperativo de modernização que, desde o movimento modernista de 1922, determinava o esforço de inovação da arte, da cultura e da reflexão no Brasil, são levados a seu limite expressivo.

O ano de 1967 foi particularmente notável: confluíram ao mesmo tempo o tropicalismo, desencadeado com as músicas *Alegria, alegria*, de Caetano Veloso, e *Domingo no parque*, de Gilberto Gil, apresentadas no 3º Festival de Música Popular Brasileira da TV Record; o lançamento do filme *Terra em transe*, de Glauber Rocha; a montagem de *O rei da vela*, peça de Oswald de Andrade, pelo Teatro Oficina de São Paulo; o aparecimento do projeto ambiental *Tropicália*, de Hélio Oiticica, na exposição Nova Objetividade Brasileira, no Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro; e o lançamento de *Pan-América*, livro de José Agrippino de Paula. Essas produções foram arroladas sob o nome emblemático 'tropicália' e comporiam, por obra da crítica jornalística, um "movimento tropicalista". Apesar de suas diferenças, havia algo de comum entre elas: arte de ruptura, de inovação das linguagens artísticas e das

FOCO NO TROPICALISMO

O autor, mestre e doutor em filosofia, é professor de pós-graduação da Faculdade de Educação e da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, onde vem desenvolvendo estudos sobre questões modernas e contemporâneas da arte, da educação e da cultura, relativas essencialmente à experiência brasileira. Escreveu os livros *Tropicália: alegoria, alegria* (1979) e *A invenção de Hélio Oiticica* (1992).



>>>

estratégias culturais, que propunha mudanças na significação política das ações, repondo o sentido e as formas de participação social das atividades artístico-culturais.

Aliando experimentalismo artístico e crítica cultural, articulando procedimentos de vanguarda e participação política (inovando a canção pela integração de efeitos e recursos não musicais, da música contemporânea e do chamado *pop*, e criando novos processos de composição na letra, na melodia, nos arranjos, na vocalização e na elaboração das imagens com efeitos paródicos e alegóricos), a atividade tropicalista deslocou os modos de expressão do inconformismo estético e social patente na parte mais significativa da arte no Brasil dos anos 1960. Esse inconformismo, que vinha se estruturando desde os anos 1950, foi

apenas superficial pela Jovem Guarda de Roberto Carlos e Erasmo Carlos. A complexidade do tropicalismo nasceu de sua intervenção nos modos de se fazer canção no Brasil, ao explicitar a função crítica desta. A própria materialidade da canção foi modificada com a introdução de procedimentos de vanguarda (musicais, teatrais, cinematográficos, poéticos), de harmonias e ritmos do *rock*, de instrumentos eletrônicos, de uma elaborada encenação etc.

Além disso, a explicitação do político na canção foi diferenciada: não mais havia o emprego de meios didáticos de denúncia e conscientização, mas a proposição de um conjunto sincrético de imagens disparatadas que, referindo-se à “realidade brasileira”, ao mesmo tempo a estilizava. Evidentemente, a recepção e aceitação dessa música como ‘música brasileira’ não foram fáceis. Ela exigia, do público e da crítica, uma mudança na audição e na maneira de conceber o que poderia ser a canção popular para além do que estava fixado pela tradição. Assim, se de um lado o tropicalismo foi recebido com entusiasmo por indivíduos associados à busca do novo, que valorizavam a estranheza como antídoto para a repetição de clichês, por outro não foi aceito pelos que consideravam esse movimento uma desvirtuação da música brasileira autêntica.

Outro aspecto importante é que o tropicalismo apareceu como transgressão não só pelas inovações musicais, mas também por ativar comportamentos e incorporá-los à própria estrutura da canção. A maneira como os artistas se apresentavam, com roupas extravagantes, cabelos desgrelhados e gestos provocativos e mesmo obscenos, compunham uma linguagem de rebeldia, de mau gosto (para o padrão da época), de cafonice, de desafio. Na verdade, estavam assumindo o corpo na canção, não apenas na temática das canções, como tradicionalmente. Nas músicas, os temas eram coerentes com a atmosfera gerada nos espetáculos: crítica à sociedade de consumo misturada à crítica da moral, dos costumes, dos valores pequeno-burgueses; crítica das posições políticas consagradas, de direita e de esquerda; uso de resíduos culturais populares e eruditos, formando uma mistura aparentemente caótica, mas na verdade construída.

Nas músicas e nas apresentações manifestava-se a poética do espetáculo, centrada na eficácia dos gestos simbólicos. A espetacularidade foi a marca da música tropicalista, atingindo a um só tempo a boa consciência burguesa, a música bem comportada e, em especial, as linguagens instituídas de denúncia ou de justificação das posturas políticas imperantes. O que já aparecia nas primeiras apresentações de *Alegria, alegria* e *Domingo no parque* desdo-

retraduzido pelo tropicalismo – em especial na música popular, mas também em outras áreas das artes – com base nas novas condições da produção artística e cultural e do contexto político-social.

O surgimento do tropicalismo em 1967 não só provocou mudanças na situação da música popular no Brasil, colocando em discussão os limites da eficácia da canção de protesto, como marcou a absorção mais incisiva das contribuições do *rock*, até então experimentados de forma



brou-se, especificou-se, tornou-se contundente na produção que vai até o final de 1968, como se pode constatar nos três discos básicos lançados em 1969: os discos individuais de Caetano Veloso e Gilberto Gil e o disco coletivo *Tropicália ou panis et circensis*, com todo o chamado 'grupo baiano' (Caetano, Gil, Torquato Neto, José Carlos Capinam, Tom Zé, Gal Costa – e a participação de Nara Leão) e com o maestro arranjador Rogério Duprat, fundamental para o tropicalismo.

Música popular valorizada Os tropicalistas exploraram na música e nos comportamentos os efeitos de choque e estranheza. As músicas propunham aos ouvintes a experiência da participação, pois não poderiam ser entendidas e apreciadas sem decodificação. Propunham uma experiência de prazer e êxtase dados no espetáculo, interno (na forma das músicas) e externo. Exigia, portanto, uma mudança de comportamento do ouvinte, o que, evidentemente, provocava muita reação. Dizia-se que era pura loucura, mas hoje tudo aquilo parece simples, pois os desenvolvimentos posteriores da música popular, impulsionada pelo *rock*, e a especialização dos espetáculos levaram adiante aquelas primeiras experimentações, transformando o choque e a estranheza em matéria assimilável imediatamente pelos jovens.

Na verdade, o tropicalismo aguçou as relações entre arte e política, entre arte e sociedade, pois levou ao seu limite (naquele tempo, pelo menos) as possibilidades de se fazer música (arte) e ao mesmo tempo produzir significações não imediatamente consumíveis. Certo anarquismo aliava-se a um ímpeto construtivo, gerando um espírito libertário. Embora essa atuação tenha se efetivado dentro do sistema das comunicações (na televisão, nos discos, nos espetáculos), o tropicalismo assumiu essa determinação como estratégia de ação sobre o público.

Não partiam de uma suposta contradição entre os meios de comunicação e a postura libertária; sabiam os tropicalistas que trabalhavam com sistemas e materiais culturalmente datados e localizados socialmente; mas queriam correr o risco. Veja-se o que disse Caetano Veloso na fala inflamada com que reagiu à repressão do público à sua apresentação da música *É proibido proibir*, na eliminatória do 3º Festival Internacional da Canção: “Nós não entramos no festival desconhecendo tudo isto. (...) Tivemos coragem de entrar em todas as estruturas. (...) Mas a verdade é que o festival é um meio lucrativo que as televisões descobriram (...)”.

Esta foi uma de suas apostas mais interessantes, e tal interferência na música popular e na cultura gerou resultados que podem ser percebidos até hoje. De modo especial, o tropicalismo levou a mudanças decisivas nos modos de se entender a música popular: esta deixou de ser apenas manifestação cultural, tornando-se um gênero artístico



FOTO WILMANACERVO UNIFOLHAPRESS



FOTO WILMANACERVO UNIFOLHAPRESS



FOTO ACERVO UNIFOLHAPRESS



FOTO CLAUDEMIRACERVO UNIFOLHAPRESS

da mesma importância que outros no Brasil. Ao retomar criticamente a diversidade da música brasileira (tanto a urbana, que desde os tempos de Noel Rosa constrói um imaginário todo cheio de sentimento, emoção e reflexão sobre o cotidiano, quanto as formas mais antigas e residuais, geradas nas tradições populares), ao misturar essas informações com aquelas que a difusão em massa trouxe de outros países, em especial dos Estados Unidos e do Caribe, o tropicalismo abriu a música popular brasileira para uma inusitada e despreconceituosa transformação, em desenvolvimento até hoje. **CH**

Sugestões para leitura

CALADO, C. *Tropicália – a história de uma revolução musical*. São Paulo, Editora 34, 1997.

CAMPOS, A. e outros. *Balanço da bossa e outras bossas*. São Paulo, Perspectiva, 1974.

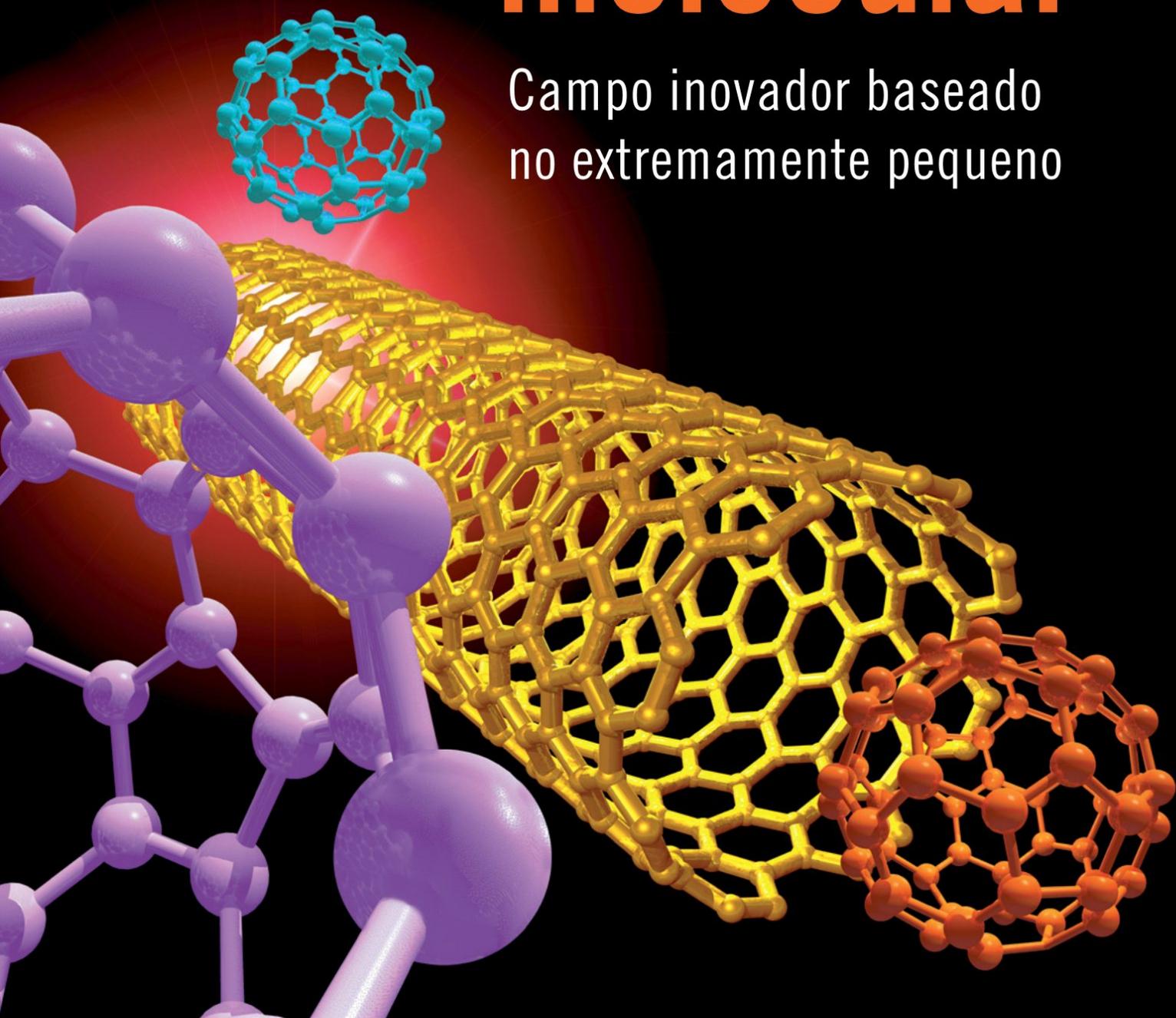
DUNN, C. *Brutalidade jardim – a tropicália e o surgimento da contracultura brasileira*. São Paulo, Editora Unesp, 2009.

FAVARETTO, C. *Tropicália: alegoria, alegria*. São Paulo, Ateliê Editorial (4ª edição), 2008.

WISNIK, J. M. *Sem receita – ensaios e canções*. São Paulo, PubliFolha, 2004.

Nanotecnologia molecular

Campo inovador baseado
no extremamente pequeno





Do encontro da nanotecnologia com a química está surgindo a nanotecnologia molecular. Nesse novo campo científico, as moléculas são peças-chaves de sistemas mais elaborados, projetados para maior desempenho e funcionalidade. Os cristais líquidos (usados nas telas de modernos aparelhos de televisão e computadores) e os dispositivos orgânicos emissores de luz, que prometem substituir o cristal líquido nas telas e em outras aplicações, são bons exemplos do sucesso da nanotecnologia feita com moléculas. Entretanto, é nos seres vivos que encontramos o mais formidável elenco de nanomáquinas moleculares, entre elas as enzimas, sem as quais a vida não existiria. No Ano Internacional da Química, é auspicioso saber que essa ciência está no centro desse novo universo: o da nanotecnologia molecular.



**Henrique Eisi Toma e
Koiti Araki**
*Instituto de Química,
Universidade de São Paulo*

Saltos tecnológicos sempre estão atrelados à descoberta ou ao desenvolvimento de materiais com características inovadoras. Assim, não é sem motivos que estamos presenciando uma verdadeira corrida na busca de materiais com estrutura e tamanho de nanômetros (nm), unidade de medida equivalente a 1 bilionésimo do metro. Os chamados 'nanomateriais' apresentam novas propriedades físicas e químicas, que combinam as do mundo clássico e as do mundo quântico, e despontam de maneira surpreendente e inusitada, na ciência e na vida cotidiana. De fato, os nanomateriais já têm variadas aplicações, impulsionando a era da nanotecnologia (figura 1).

Materiais nanométricos podem ser obtidos por miniaturização progressiva, a partir de materiais de dimensões macroscópicas, ou podem ser construídos pela combinação de átomos e moléculas. A primeira estratégia, conhecida como *top-down* ('de cima para baixo'), é utilizada na eletrônica moderna. A outra, *bottom-up* ('de baixo para cima'), é empregada na síntese química e explora as propriedades e interações entre os componentes moleculares. Essa última foi o caminho adotado pela natureza para montar toda a sofisticada organização molecular que deu origem à vida.

>>>

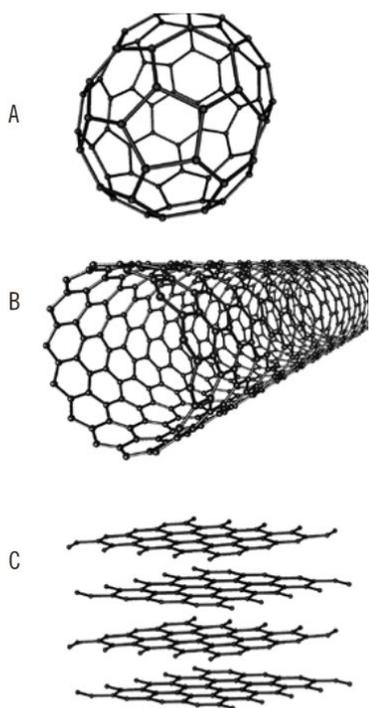


Figura 1. Novas formas de carbono com formato de esferas (fullerenos – A), nanotubos (B) e filmes nanométricos (grafenos – C) têm tido destaque na ciência. O grafeno, uma ‘folha’ plana com átomos de carbono dispostos em hexágonos, como também ocorre na grafite, é o material condutor mais fino que se conhece e tem enorme potencial para aplicações na eletrônica

O mundo ‘nano’ traz, para os químicos, o desafio de lidar com peças maiores que átomos e moléculas, mas também oferece a oportunidade de montar estruturas organizadas e funcionais, gerando dispositivos para converter e armazenar energia, melhores catalisadores de reações químicas, sensores (para detectar, por exemplo, poluentes ambientais) e muitos outros, para uso em eletrônica (circuitos integrados, telas etc.), fônica (dispositivos baseados em propriedades da luz) e medicina (novos meios de diagnósticos e medicamentos e terapias mais eficientes). Essa nova área é a nanotecnologia molecular.

Esse campo de pesquisa tem a vantagem de poder explorar todo o arsenal de propriedades das moléculas, inclusive – entre outras – absorção, reflexão e emissão de luz, transferência e transporte de elétrons, reações térmicas, magnetização, sinalização química e reconhecimento molecular (que expressa o que se pode chamar de ‘inteligência’ química). Como essas propriedades são utilizadas pelas moléculas na superfície, os materiais nano-

métricos, que têm área superficial imensa (em relação a materiais macroscópicos), podem multiplicar interações – com a luz, com elementos químicos e com outros materiais – de modo extraordinário.

Estratégias supramoleculares O aspecto fundamental envolvido na nanotecnologia molecular é a organização e o controle das interações entre os componentes ativos das moléculas, possibilitando concatenar as reações e os eventos desejados tanto em termos de espaço quanto de tempo e gasto de energia. Isso é possível por meio da química supramolecular. Também conhecida como a química além das moléculas, essa nova área nasceu com os trabalhos dos norte-americanos Donald J. Cram (1919-2001) e Charles J. Pedersen (1904-1989) e do francês Jean-Marie Lehn, que receberam o Nobel de Química em 1987. Eles foram os primeiros a construir moléculas desenhadas para interagir de modo específico e seletivo com outras, gerando o que é chamado de reconhecimento molecular.

Para entender a importância da organização molecular, basta lembrar que as reações químicas ocorrem principalmente por meio de colisões aleatórias. Em condições ambientais, essas colisões acontecem bilhões de vezes por segundo, mas raramente são produtivas. Para que exista um resultado, as colisões precisam gerar um complexo ativado, de alta energia, no qual as interações químicas conduzem à formação dos produtos. Esses eventos têm em geral dois ‘participantes’, já que, do ponto de vista estatístico, colisões simultâneas de três ou mais corpos são virtualmente improváveis. Isso só é possível por meio da organização supramolecular (figura 2), que facilita a interação simultânea e cooperativa entre vários corpos, viabilizando transformações complexas, como as observadas nos seres vivos.

Como nos sistemas biológicos, a estratégia supramolecular é baseada na associação de moléculas e/ou nanomateriais para gerar entidades mais complexas e funcio-

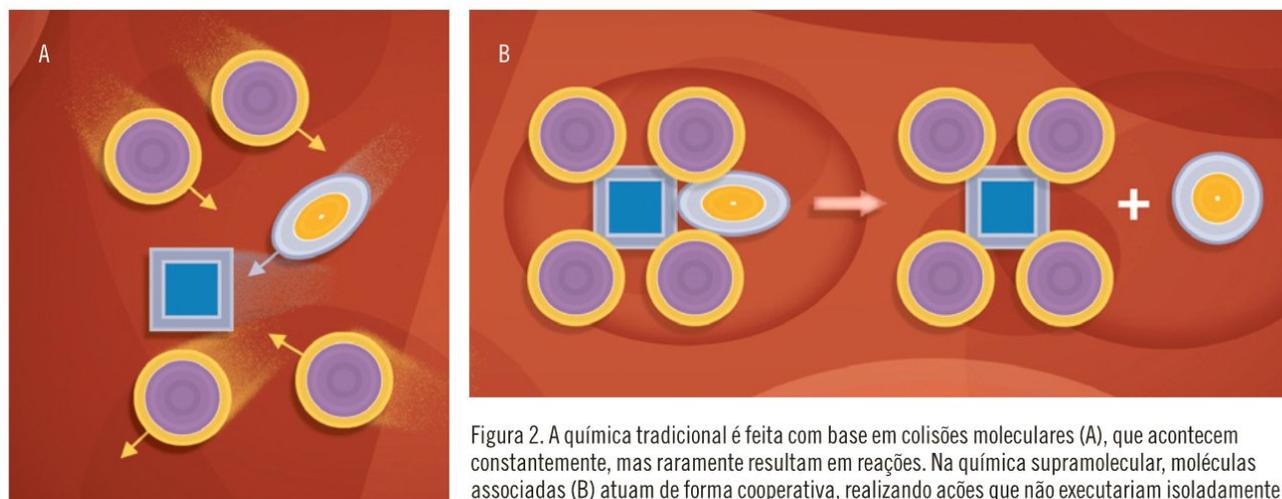


Figura 2. A química tradicional é feita com base em colisões moleculares (A), que acontecem constantemente, mas raramente resultam em reações. Na química supramolecular, moléculas associadas (B) atuam de forma cooperativa, realizando ações que não executariam isoladamente



Figura 3. Uma solução avermelhada de nanopartículas de ouro de 20 nm (à direita) – no detalhe, imagem das partículas por microscopia eletrônica – pode ter sua agregação induzida por agentes químicos, o que muda a coloração da solução para o azul. A agregação também altera a intensidade do fenômeno de espalhamento de luz, o que interfere na visibilidade de um feixe de luz *laser* que incide na solução. Essas propriedades abrem amplas possibilidades de aplicação

nais, por meio de ligações eletrônicas (cessão ou compartilhamento de elétrons) ou, preferencialmente, interações entre moléculas (as chamadas ligações de hidrogênio ou de van der Waals). As interações devem ser suficientemente fracas, do ponto de vista eletrônico, para preservar as características e a identidade química de cada molécula associada. O resultado, no entanto, deve ser diferente do obtido pela simples aglomeração das moléculas. O planejamento – ou engenharia molecular – permite usar moléculas como unidades de montagem de estruturas mais organizadas e ‘inteligentes’ (capazes de exercer efeitos específicos).

A expressão química dos constituintes supramoleculares permitirá que transformações ou processos complexos ocorram de maneira racional, pela ação simultânea ou sequencial dos vários componentes. Além disso, a interação simultânea de vários centros com uma molécula ou algum substrato terá caráter seletivo, condicionado pela afinidade química entre os envolvidos e por sua disposição espacial (estudada pela estereoquímica). Essa propriedade, denominada reconhecimento molecular, torna o sistema supramolecular mais ‘inteligente’ e eficiente.

Nanocompósitos e nanopartículas Nanomateriais, como nanopartículas, nanotubos e nanoplaquetas, apresentam pelo menos uma dimensão física na escala nanométrica. Essa característica lhes confere propriedades distintas das observadas na forma macroscópica. Sua extensa área superficial aumenta sua capacidade de reação, facilitando sua fusão ou agregação para gerar partículas maiores. Para evitar que isso ocorra, devem ser estabilizadas, pela incorporação em matrizes de materiais polimé-

ricos (em geral, plásticos) ou pelo recobrimento com uma ou várias camadas de moléculas. Quando incorporadas, elas mudam as propriedades das matrizes, gerando novos materiais conhecidos como nanocompósitos.

Esses materiais são de alto interesse tecnológico, porque apresentam maior resistência mecânica e térmica, melhor efeito de barreira (dificultam a permeação de gases) e propriedades antifogo. Podem ainda ter efeitos antimicrobianos e de alteração da condutividade elétrica, dependendo da natureza da nanopartícula utilizada no composto.

As nanopartículas têm propriedades inusitadas, que decorrem de sua natureza química e da elevada participação dos átomos presentes em sua superfície. Esses átomos apresentam valência incompleta na camada superficial, adquirindo alta capacidade de interação com outros átomos, moléculas ou substâncias. Em nanopartículas metálicas, isso faz com que apresentem propriedades químicas semelhantes à dos complexos metálicos. No caso das nanopartículas de metais como cobre, prata ou ouro, os elétrons situados nessa camada superficial se movimentam livremente como ondas e são chamados de plasmões de superfície. Quando um feixe de luz incide nesses elétrons, a interação entre os campos elétricos das nanopartículas e da luz incidente provoca fenômenos de absorção de energia e espalhamento de luz, e a intensidade desses fenômenos depende do tamanho das nanopartículas envolvidas (figura 3).

Para evitar que as nanopartículas atraiam umas às outras, elas precisam ser alteradas com agentes que introduzem cargas elétricas em sua superfície, aumentando a repulsão, ou ser recobertas com moléculas de surfactantes e polímeros, impedindo a atração. A agregação dessas partículas, porém, pode ser útil em certas situações: no caso das nanopartículas plasmônicas, como as de cobre, ouro ou prata, a agregação leva a uma interação mútua que dá origem a uma coloração violeta-azulada característica, e isso tem sido usado, por exemplo, para detectar o reconhecimento molecular de antígenos e anticorpos tratados com nanopartículas de ouro.

Uma aplicação muito importante das nanopartículas plasmônicas é a exploração de um tipo especial de espalhamento. Ao serem espalhados, os fótons da luz incidente em uma molécula (ou partícula) podem ganhar ou perder energia, dependendo da interação entre a luz e o material. Esse efeito ganhou o nome de efeito Raman, em homenagem ao físico indiano Chandrasekhara Raman (1888-1970), premiado com o Nobel de Física em 1930, e é estatisticamente raro. No entanto, sob certas condições – uma delas é a presença de nanopartículas –, o espalhamento de fótons ‘alterados’ é multiplicado. Esse fenômeno, chamado de espalhamento Raman intensificado por superfície (SERS, na sigla em inglês), facilita a obtenção de informações sobre as vibrações envolvidas em ligações químicas nas moléculas, e a análise dessas vibrações permite identificar moléculas e estudar suas propriedades.

>>>

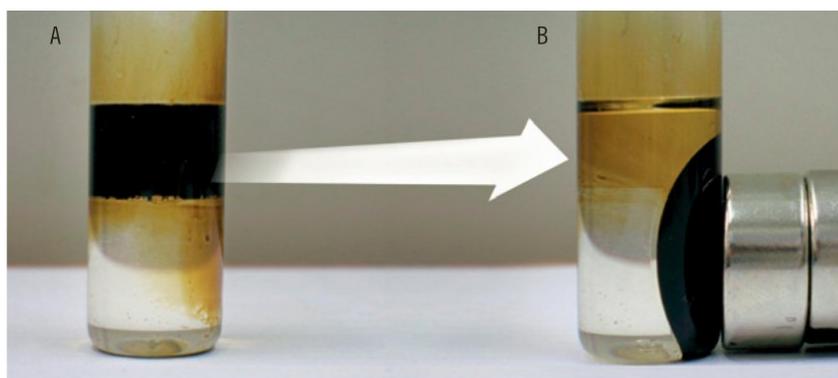


Figura 4. Nanopartículas superparamagnéticas dispersas em óleo (a camada escura, acima de uma camada de água, em A) formam o chamado ferrofluido. A aproximação de um ímã atrai não apenas as nanopartículas, mas todo o ferrofluido (B) – a camada amarelada em B, junto à superfície, é material remanescente da camada escura de óleo

No caso das nanopartículas plasmônicas, existe um campo elétrico intrínseco associado aos plásmons de superfície. Esse campo fica muito forte na junção entre duas ou mais nanopartículas, e dá origem ao SERS. O fenômeno fica ainda mais forte quando a molécula é capaz de absorver a luz, ou de interagir eletronicamente com a superfície das nanopartículas. A intensificação pelo SERS pode aumentar até um trilhão de vezes o espalhamento ‘natural’, possibilitando detectar uma única molécula. Por isso, esse fenômeno está abrindo perspectivas imensas na química e na medicina, principalmente em diagnóstico clínico. Além disso, a absorção de fótons pelos plásmons superficiais das nanopartículas produz um efeito térmico local que poderá ser usado na destruição de células malignas.

Propriedades magnéticas Existem ainda nanopartículas particularmente interessantes por suas propriedades magnéticas. O magnetismo tem origem em uma característica dos elétrons denominada *spin*. Esta é explicada, de modo simplificado, como uma ‘rotação’ do elétron, que pode ter sentido horário ou anti-horário. Em um material, todos os elétrons podem estar emparelhados (e cada dupla apresenta *spins* opostos), e esse emparelhamento leva ao diamagnetismo, fenômeno que faz com que materiais desse tipo sejam repelidos por campos magnéticos. Entretanto, elementos metálicos como ferro, cromo e níquel e seus compostos têm elétrons solitários (desemparelhados). Na presença de um campo magnético, os *spins* desses elétrons orientam-se de acordo com o campo, dando origem a um fenômeno diferente: o paramagnetismo. Os materiais paramagnéticos são atraídos pelo campo magnético.

Na magnetita, um óxido de ferro (Fe_3O_4), e na maghemita (conhecida como $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$), a disposição espacial dos íons de ferro impede que os *spins* fiquem totalmente emparelhados, deixando um *spin* resultante. Por isso, nesses compostos, que têm estrutura cristalina, cada unidade dessa estrutura (cada célula cristalina) torna-se um centro magnético. Em nanopartículas de magnetita ou maghemita menores que 20 nm, todos os centros magnéticos se alinham simultaneamente com o campo magnético, formando um único domínio magnético. Isso aumenta a capacidade de magnetização das nanopartículas, levando ao superparamagnetismo. Quando o campo é removido, esse alinhamento se desfaz.

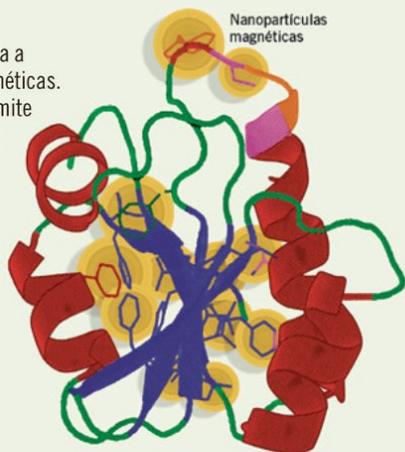
Essa característica faz com que soluções concentradas de nanopartículas magnéticas ajam como um fluido convencional na ausência de um campo magnético, mas mudem para um fluido magnético, ou ferrofluido, quando um campo é aplicado. Nesse caso, as nanopartículas se movem junto com o solvente, como se todo o fluido fosse magnético (figura 4).

A utilização desse tipo de nanopartícula em associação com medicamentos, catalisadores, enzimas, fragmentos de proteínas, DNA, antígenos ou anticorpos, pode gerar transportadores químicos que seriam ‘guiados’, no corpo humano, pela aplicação direcionada de campos magné-

ENZIMAS REUTILIZÁVEIS

Na Universidade de São Paulo, o grupo de pesquisa dos autores utiliza, em processos de biocatálise, enzimas associadas a nanopartículas magnéticas (figura 5). A associação não altera de modo significativo a atividade das enzimas e, em muitos casos, até melhora o desempenho destas. O ponto importante é que, após o uso, essas enzimas – de alto custo – podem ser recuperadas por atração magnética, usando-se um ímã. Isso permite várias reutilizações, reduzindo drasticamente as despesas.

Figura 5. Enzima tiorredoxina associada a nanopartículas magnéticas. Essa associação permite que a enzima, após o uso em reações químicas, seja recuperada facilmente (com um ímã) e reaproveitada, o que reduz custos



ticos. Da mesma forma, podem ser projetados materiais (nanoabsorventes magnéticos) capazes de se ligar a metais pesados e substâncias tóxicas e ajudar a remover esses poluentes em casos de contaminação ambiental ou tratamento de água. Atualmente, as nanopartículas magnéticas são empregadas na medicina como agentes de contraste em ressonância magnética nuclear, e podem ter outras aplicações (ver 'Enzimas reutilizáveis').

Dióxido de titânio O dióxido de titânio (TiO_2) é outro material de destaque na nanotecnologia. Na forma pura, o TiO_2 tem uma cor branca acentuada, e por isso é empregado como pigmento em tintas comerciais. Do ponto de vista físico, ele se comporta como um semicondutor, com alta separação energética entre a banda de valência ('camada' externa do átomo, onde os elétrons, semilivres, ainda estão sob a influência do núcleo atômico) e a banda de condução ('camada', situada além da de valência, na qual os elétrons estão 'soltos' e podem se mover livremente pelo material – essa capacidade de movimento é a condutividade elétrica). A alta separação energética significa que os elétrons precisam de mais energia (no caso, 3 elétrons-volts) para 'saltar' da banda de valência para a de condução.

A incidência de luz ultravioleta em nanopartículas de TiO_2 provoca a passagem de elétrons da banda de valência para a de condução, gerando cargas negativas e positivas (vacâncias) que se deslocam até a superfície para serem captadas pelas moléculas aderidas a elas – de água, oxigênio ou compostos orgânicos. O processo gera energia suficiente para decompor a água em seus elementos, mas normalmente acaba gerando o radical hidroxila (OH^*), ou moléculas de oxigênio com nível de energia alterado, como oxigênio singlete e radical superóxido. Altamente reativos, esses três radicais podem atacar e decompor moléculas orgânicas que estejam em contato com as nanopartículas.

Por isso, nanopartículas de TiO_2 podem ser usadas para produzir superfícies autolimpantes, nas quais a luz solar (na presença de água) provoca a formação desses radicais, que removem a sujeira superficial e facilitam seu arraste pela chuva. Além disso, filmes de nanopartículas de TiO_2 recobertas por corantes estão sendo usados para converter a luz solar em eletricidade, em dispositivos conhecidos como células fotoeletroquímicas (ver 'Nanociência e nanotecnologia', em *CH* n° 217).

Hoje, a estratégia supramolecular também vem sendo aplicada a nanopartículas. Assim como as moléculas, as nanopartículas também podem servir como blocos de montagem de novos nanomateriais de natureza híbrida (ver 'Prevenção do câncer'). Desse modo, é possível desenvolver materiais inovadores, que incorporem variadas características tecnológicas, como as propriedades plasmônicas, fotoquímicas ou magnéticas, o que abre um amplo leque de aplicações futuras. **CH**

PREVENÇÃO DO CÂNCER

Na Universidade de São Paulo, o grupo de pesquisa dos autores desenvolveu um sistema híbrido de nanopartículas de TiO_2 modificado quimicamente com a substância carboxi-beta-ciclodextrina, ótimo receptor químico para compostos aromáticos (compostos que apresentam um anel plano de átomos, quase sempre de carbono). Exposto à luz ultravioleta, o corante aromático ligado à ciclodextrina torna-se o alvo preferencial das espécies reativas de oxigênio produzidas na interface do TiO_2 , o que provoca seu descolorimento (figura 6), indicando visualmente a dose de radiação ultravioleta absorvida. Esse sistema é interessante por ser de baixo custo, proporcionando um recurso importante na prevenção do câncer de pele, um dos grandes problemas de saúde atualmente.

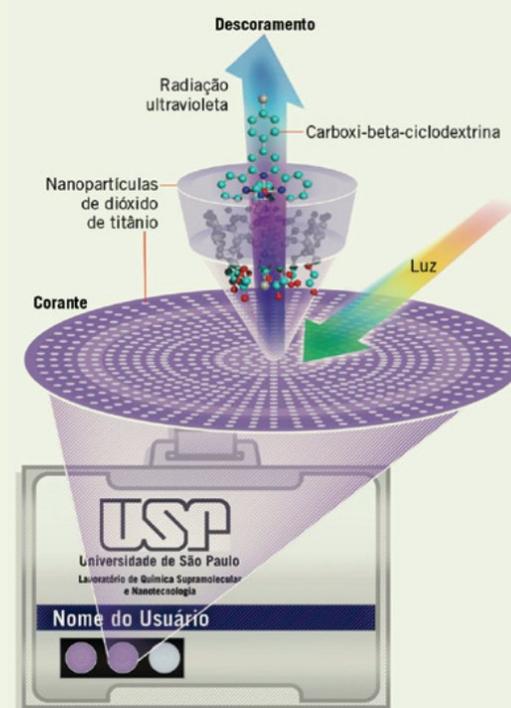


Figura 6. Aparelho simples para medir a quantidade de radiação ultravioleta recebida por uma pessoa (testado com funcionários da USP). Os círculos coloridos contêm um corante associado a nanopartículas de dióxido de titânio ligadas à substância carboxi-beta-ciclodextrina. Quando atingidas pela radiação ultravioleta, as nanopartículas provocam reações que alteram o corante, permitindo um controle visual da exposição a essa radiação

Sugestões para leitura

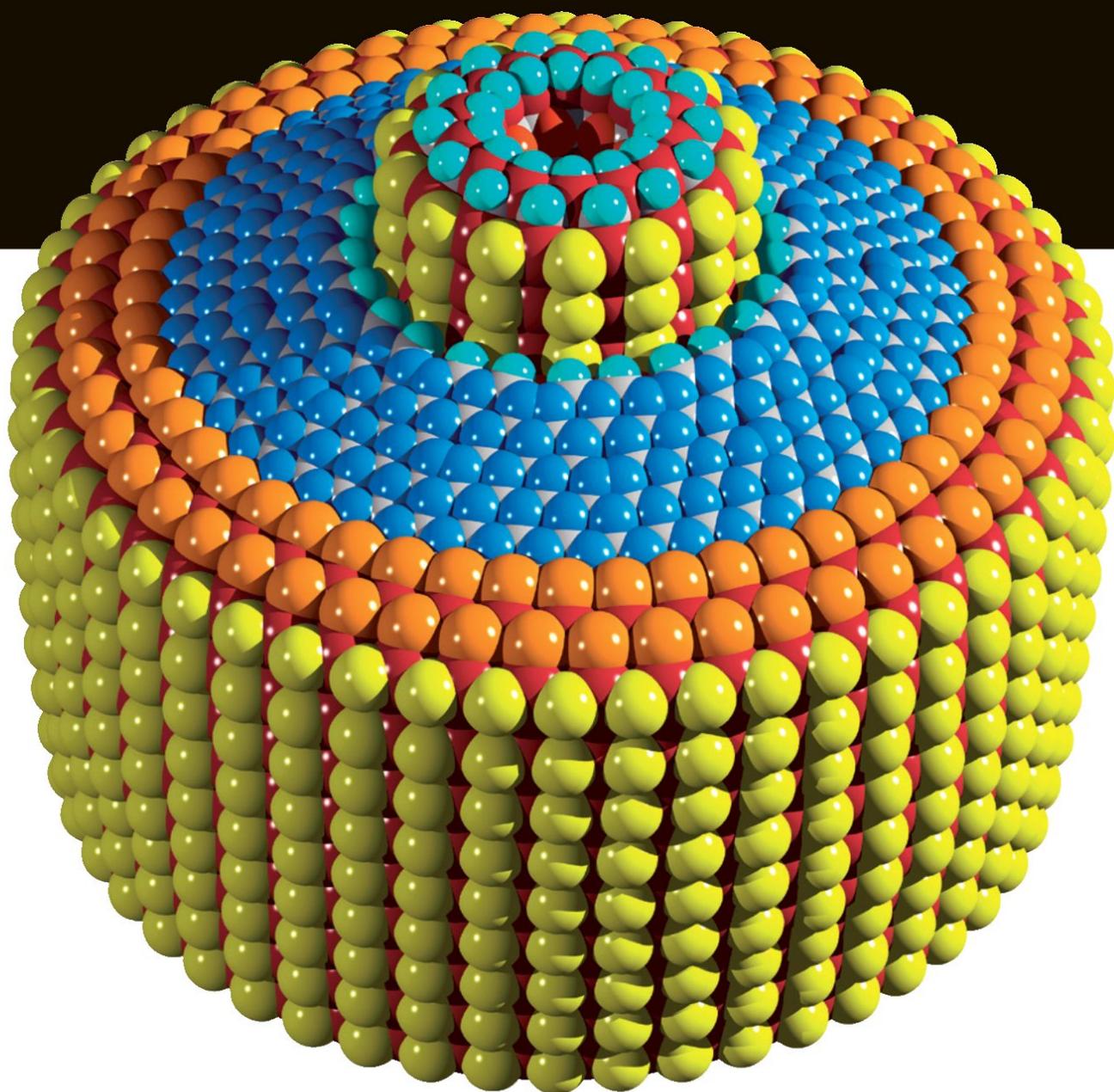
- OZIN, G. A. e ARSENAULT A. C. *Nanochemistry – a chemical approach to nanomaterials*, Cambridge (Reino Unido), RSC Publishing, 2005.
TOMA, H. E. *O mundo nanométrico – a dimensão do novo século*. São Paulo, Oficina de Textos, 2009.

NA INTERNET

- >> Nobel de Física de 2010, concedido a A. Geim e K. Novoselov, pela descoberta do grafeno (http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2010/).

NANOMÁQUINAS

QUÍMICOS COMO ARQUITETOS
DO MUNDO MOLECULAR



Elas são como as máquinas que inundam nosso cotidiano. Têm eixos, rolamentos, engrenagens, rodas, chassis... Giram, dobram, esticam, encolhem, abrem e fecham partes de sua complexa estrutura. Respondem a comandos e são alimentadas por energia. A diferença é que suas dimensões são da ordem do bilionésimo de metro. Ou seja, dispositivos cujos tamanhos equivalem a dezenas ou centenas de átomos enfileirados. As nanomáquinas já invadiram os laboratórios do mundo. E esse arsenal vem sendo recrutado para executar tarefas – na área médica, ambiental e farmacêutica – impossíveis para seus congêneres macroscópicos.

Célia Machado Ronconi

*Laboratório de Química Supramolecular e Nanotecnologia,
Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense*



U

ma máquina pode ser definida como um aparelho – formado por componentes, como motor, pistão, válvula e engrenagem – que executa uma tarefa ao ser fornecida a ele energia.

Máquinas permeiam nosso cotidiano. Por exemplo, acordamos ao som do despertador; preparamos café usando uma cafeteira elétrica; conferimos nossas mensagens de correio eletrônico no computador; andamos de carro, ônibus, metrô, avião, trem, barco... Máquinas nos ajudam a economizar e otimizar nosso tempo, para que possamos empregá-lo de outras maneiras.

Uma máquina molecular, também denominada nanomáquina – o prefixo nano (anão, em grego) indica que a máquina tem dimensões na ordem de um bilionésimo de metro (10^{-9} m) –, pode ser descrita com base nos mesmos conceitos empregados para definir uma máquina macroscópica: dispositivo que executa determinada função ao receber um estímulo externo que pode ser elétrico, luminoso, químico ou térmico. Contudo, os componentes que formam uma nanomáquina são moléculas ou aglomerados de átomos.

As nanomáquinas podem ser naturais ou artificiais. As mais importantes – e mais estudadas – do primeiro tipo são a proteína miosina e a enzima F_0F_1 -ATP sintase. Esta última, formada por proteínas, é uma das máquinas moleculares naturais mais eficientes conhecidas. Converte a energia que vem da molécula adenosina trifosfato (ou simplesmente ATP) em movimento rotacional com quase 100% de eficiência, percentual praticamente inalcançável no reino das máquinas macroscópicas.

>>>

Modelo feito em computador de um diferencial molecular cujo funcionamento é baseado na peça usada em veículos para permitir que as rodas girem com velocidades diferentes nas curvas. No caso, cada esfera representa um átomo

A miosina, responsável pela contração e extensão muscular, pertence a uma classe de motores lineares proteicos que convertem energia química em trabalho, com base nos movimentos coletivos de seus componentes moleculares. São máquinas biológicas complexas e sofisticadas cujo funcionamento é responsável por processos vitais do organismo.

O primeiro protótipo Inspirados por motores proteicos naturais, cientistas – entre eles, vários químicos – desenvolveram nanomáquinas artificiais – daí, merecidamente, serem, por vezes, chamados arquitetos ou engenheiros do mundo molecular.

Essas nanomáquinas de laboratório são ainda primitivas quando comparadas às naturais. Mas não podemos esquecer que a natureza levou milhares – ou milhões – de anos para que as nanomáquinas naturais pudessem realizar suas tarefas de modo eficiente.

O norte-americano Richard Feynman (1918-1988), Nobel de Física de 1964, é considerado o pai da nanotecnologia. Cerca de 20 anos depois de sua palestra profética e desafiadora em 1959 (ver ‘Há muito mais espaço lá embaixo’), a equipe de Seiji Shinkai, da Universidade de Kyushu (Japão), construiu o primeiro protótipo de nanomáquina. No caso, uma molécula que funciona como uma chave liga-desliga acionada pela luz.

A partir desse primeiro protótipo de nanomáquina artificial, houve progresso gigantesco nessa área de pesquisa,

principalmente devido à combinação de fatores como: i) o avanço de métodos de síntese (‘fabricação’) de substâncias orgânicas e inorgânicas; ii) o desenvolvimento de técnicas computacionais que permitem entender os tipos de ligações e interações químicas presentes nos sistemas; iii) o avanço de técnicas analíticas para caracterizar a estrutura das moléculas.

O grande sonho dos químicos que trabalham nessa área é construir nanomáquinas que sejam tão eficientes quanto as naturais e que executem tarefas como transporte de medicamentos para pontos específicos do corpo humano; localização e destruição de moléculas orgânicas tóxicas presentes no ar e na água; transporte mais rápido de informações etc.

Pode parecer ficção científica, mas muitos sistemas assim já foram fabricados. Entre os mais interessantes, estão nanomáquinas que exercem a função de músculos artificiais, caminhões, rotores, elevadores, válvulas etc. Todas são movidas por um combustível específico, que pode ser químico, fotoquímico, eletroquímico ou térmico.

Algumas dessas nanomáquinas: i) músculos moleculares artificiais, com componentes capazes de se contrair e se estender, com movimento similar aos músculos naturais; ii) caminhões moleculares, formados por rodas, chassi e eixos; iii) rotores à base de moléculas com duas partes que giram uma em torno da outra de forma controlada, de modo semelhante a um giroscópio; iv) nanoelevadores com plataformas moleculares que sobem e descem entre duas estações; v) nanoválvulas que lembram

ADAPTOU-DE: J. AM. CHEM. SOC. 2005, 127, P. 9745; AMERICAN CHEMICAL SOCIETY; DALTON TRANS. 2010, 39, 10.1039/T9JM10370H; THE ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY

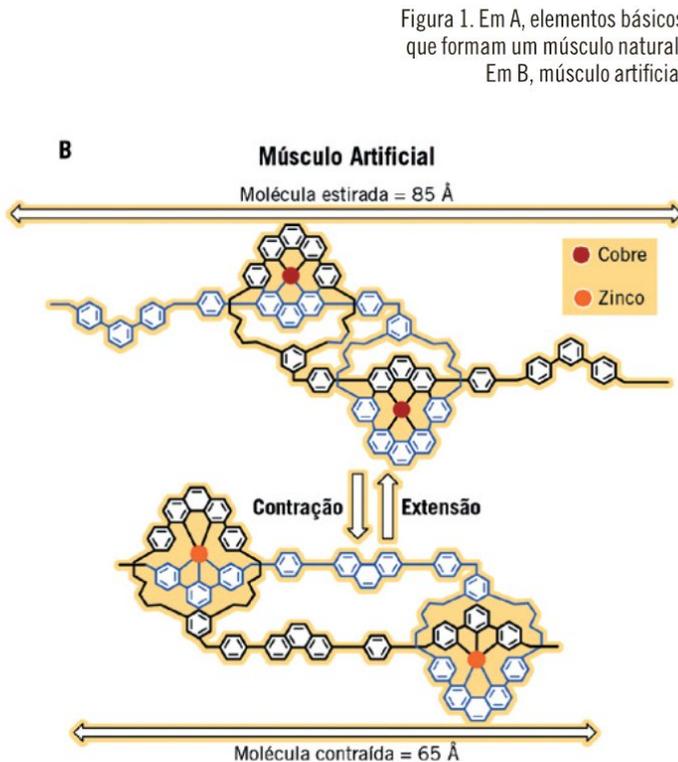
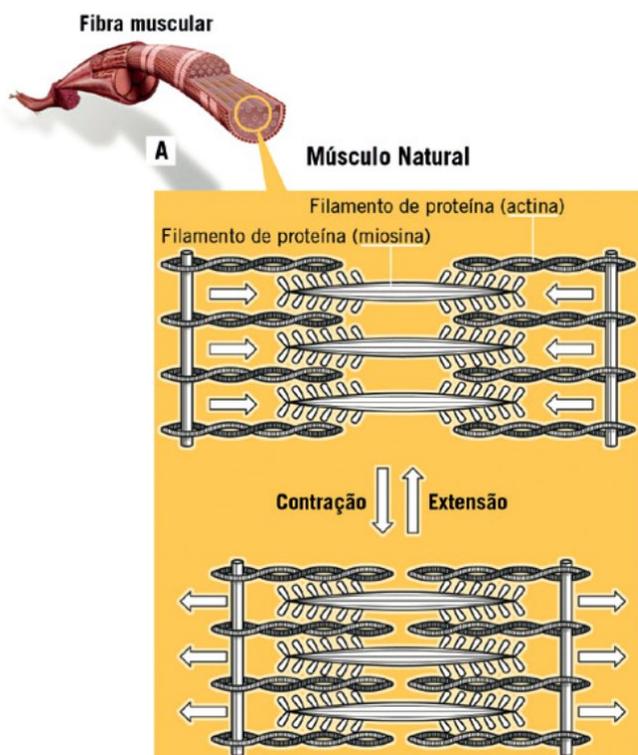


Figura 1. Em A, elementos básicos que formam um músculo natural. Em B, músculo artificial

reservatórios com um componente móvel que se abre e fecha, como uma porta, liberando seu conteúdo.

Músculos artificiais O grupo de pesquisa de Jean-Pierre Sauvage, da Universidade Louis Pasteur, em Estrasburgo (França), há cerca de 15 anos vem desenvolvendo nanomáquinas artificiais, explorando a química dos chamados metais de transição – elementos que ocupam a parte central da tabela periódica, como o cobre e o zinco. A equipe construiu um músculo artificial que pode se expandir e se contrair de modo reversível, pela simples troca do íon cobre pelo de zinco (figura 1). Para isso, foi sintetizada uma molécula orgânica – azul e preto na figura –, com uma parte linear e outra em forma de roda.

Tanto na parte linear quanto na roda, há grupos com dois e três átomos de nitrogênio, respectivamente. Quando o cobre perde um elétron, ele se liga a quatro átomos de nitrogênio, e a molécula ganha uma forma expandida. Mas, ao ser substituído pelo zinco (que perdeu dois elétrons), este prefere se ligar a cinco nitrogênios, e aí ocorre a contração. Para voltar a expandir a molécula, basta adicionar o íon cobre novamente à solução.

Por meio de cálculos computacionais, determinou-se o comprimento da molécula de uma ponta a outra. Na forma estirada, ele é de 85 Å (angström), unidade que homenageia o físico sueco Anders Jonas Ångström (1814-1874), igual a um centésimo de milionésimo de centímetro. Na forma contraída, o comprimento cai para 65 Å. Esse valor de contração corresponde a 27% daquele que ocorre em músculos naturais.

ACC. CHEM. RES. 2009, 42, 473 / 2009 / 2005 AMERICAN CHEMICAL SOCIETY

HÁ MUITO MAIS ESPAÇO LÁ EMBAIXO

Um dos primeiros cientistas a cogitar a possibilidade de construir nanomáquinas foi o físico norte-americano Richard Feynman em sua palestra 'There is plenty of room at the bottom' (Há muito espaço lá embaixo), em 29 de dezembro de 1959, no Instituto de Tecnologia da Califórnia (EUA).

Segundo Feynman, "se pudéssemos arranjar átomos da maneira como desejamos, quais propriedades eles poderiam ter? Quem sabe? Eu não sei exatamente o que pode acontecer, mas tenho quase certeza de que, quando tivermos algum controle sobre como arranjar as coisas em escala molecular, conseguiremos uma gama enorme de possíveis propriedades que as substâncias podem ter e de coisas que poderemos fazer."

A palestra (em inglês) está em <http://bit.ly/nREZT>

Nanoveículos Do Texas (EUA), vieram nanomáquinas que se assemelham a nanocarros e nanocaminhões. O feito é da equipe de James Tour, da Universidade de Rice. Essas moléculas contêm a mecânica básica de um carro: rodas, chassi, eixos. E mais: são capazes de se mover sobre uma superfície quando abastecidas.

As rodas são formadas por moléculas de carbono com 60 átomos desse elemento, lembrando uma bola de futebol. O chassi é formado por moléculas planas em forma de anéis. Os eixos são unidos às rodas por meio de ligações triplas de carbono que, por sua vez, são ligados ao chassi (figura 2A).

>>>

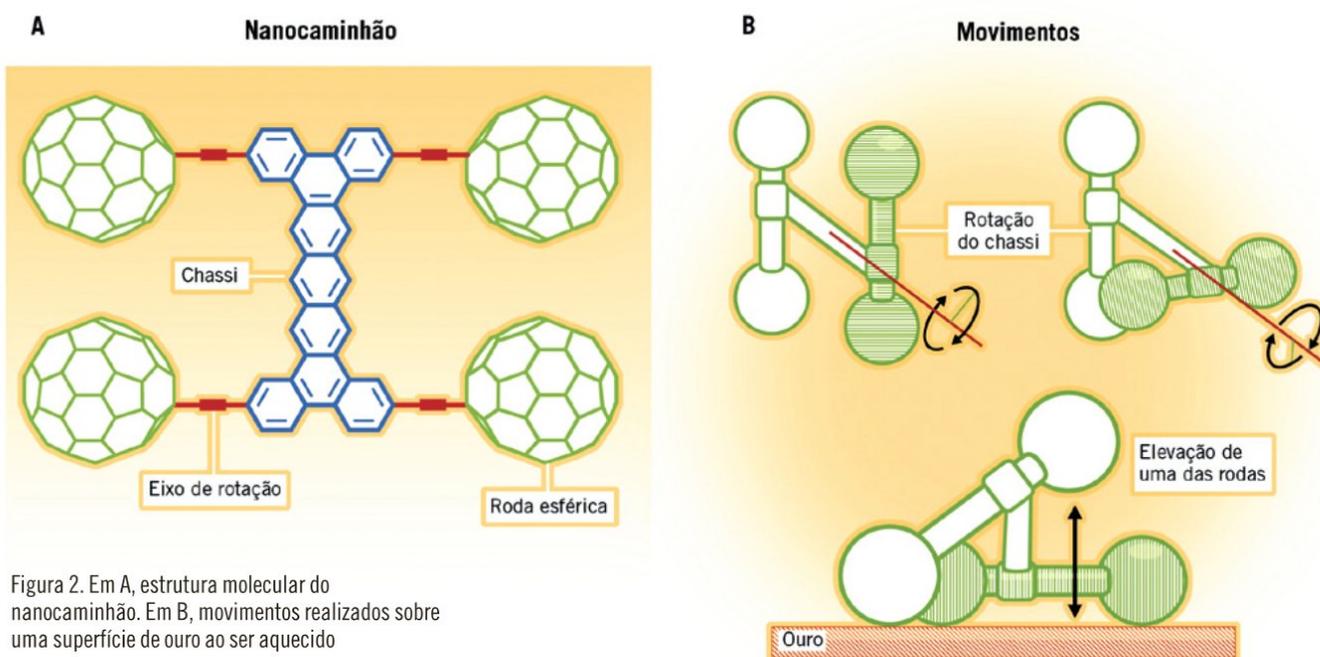


Figura 2. Em A, estrutura molecular do nanocaminhão. Em B, movimentos realizados sobre uma superfície de ouro ao ser aquecido

O movimento de um único nanocaminhão sobre a superfície de uma folha fina de ouro foi monitorado por um microscópio especial (chamado de varredura por tunelamento) que gera imagens de superfícies com resolução atômica. Ao aquecer a folha de ouro a 200°C, o nanocaminhão executa dois movimentos radicais: i) ergue uma de suas rodas; ii) gira duas rodas em torno do chassi (figura 2B). Contudo, o controle dos movimentos é difícil, e seus criadores vêm efetuando ajustes (modificações estruturais) para melhorar seu desempenho.

O objetivo é o uso dessas nanomáquinas para o transporte de moléculas ou informações.

Giroscópio molecular Você já brincou com um pião? Um giroscópio é um instrumento que executa um movimento semelhante ao desse brinquedo. É formado por um eixo e uma roda (rotor) inserida no interior de uma segunda roda perpendicular (figura 3A).

Quando é aplicada uma força ao rotor, o giroscópio começa a girar na direção do eixo. Assim como no pião, há também aquele ‘bamboleio’ em torno do eixo, chamado movimento de precessão. A soma dos dois movimentos

faz o giroscópio girar sobre uma superfície sem cair, parecendo desafiar a lei da gravidade. O giroscópio é empregado para auxiliar a orientação de aeronaves.

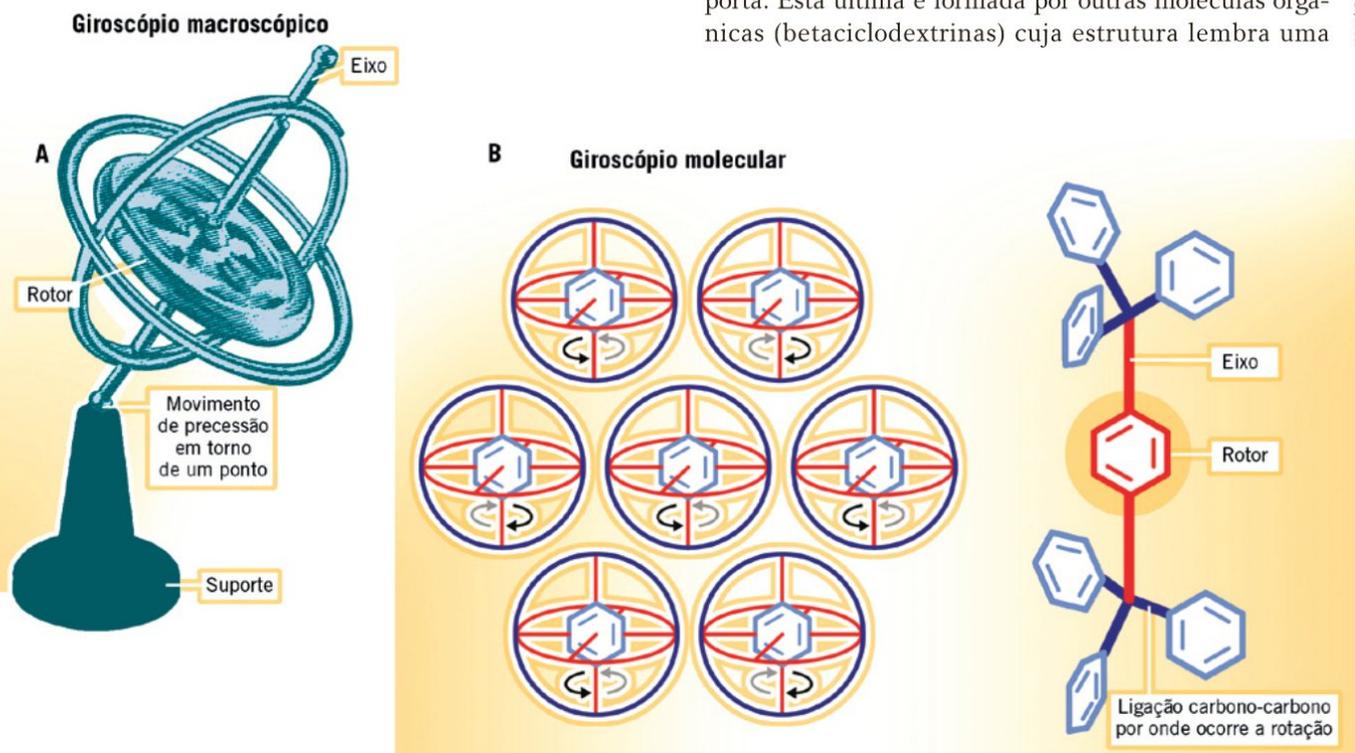
Inspirado por esse fascinante instrumento, Miguel Garcia-Garibay, da Universidade da Califórnia, em Los Angeles (EUA), fabricou moléculas e identificou o movimento rotacional delas com a forma e a função de giroscópios macroscópicos. Por meio de estímulo elétrico, magnético ou luminoso, as moléculas sofrem rotação de 180° tanto no sentido horário quanto anti-horário. O movimento ocorre por meio das ligações entre átomos de carbono, que apresentam baixa barreira energética para a rotação. Esse tipo de molécula poderia ser empregado, por exemplo, para armazenar informações (figura 3B).

Válvulas, portas e rolhas Nosso grupo de pesquisa, no Instituto de Química da Universidade Federal Fluminense, desenvolveu uma nanoválvula formada por um reservatório fechado por uma porta. Nesse reservatório, são aprisionadas moléculas de corante que podem sair de modo controlado quando a porta se abre.

O nanoreservatório é formado pelo principal componente da areia, a sílica (SiO₂), que, no entanto, tem, nesse caso, uma estrutura peculiar: poros alinhados paralelamente com diâmetros de 3 nanômetros (ou seja, 3 bilionésimos de metro).

Para a montagem da nanoválvula, primeiramente os poros da sílica foram recobertos com moléculas organometálicas (ferroceno) que servem como encaixe para a porta. Esta última é formada por outras moléculas orgânicas (betaciclodextrinas) cuja estrutura lembra uma

Figura 3. Em A, giroscópio macroscópico executando movimento de precessão em torno de um ponto. Em B, giroscópio molecular que executa movimento em torno da ligação carbono-carbono



PROB. NUT. ACAD. SCI. U.S.A., 2010, 107, 14973-14977 / 2010 NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, U.S.A.

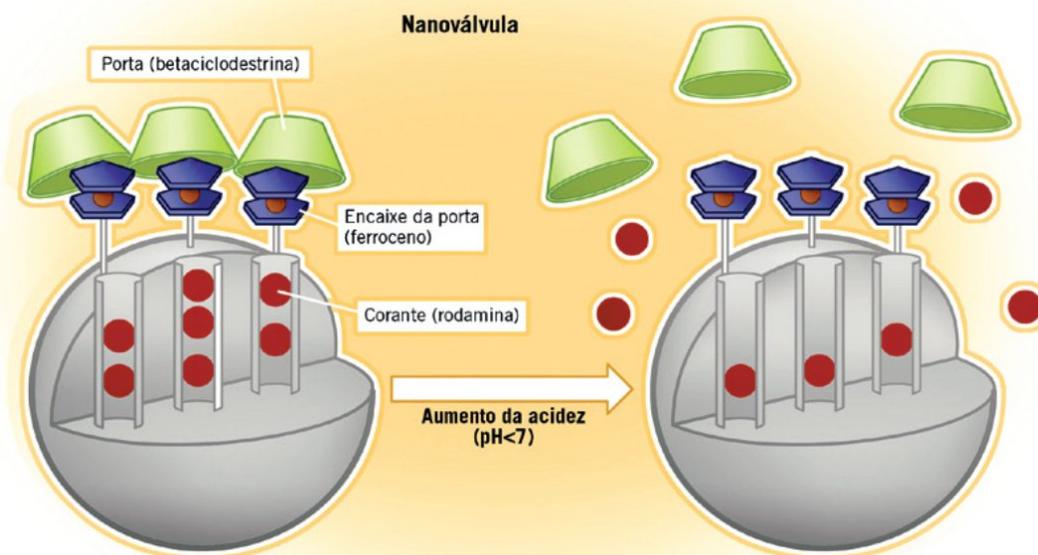


Figura 4. Funcionamento de uma nanoválvula

‘rolha perfurada’. Quando a cavidade da ‘rolha’ se encaixa no ferroceno, ela fecha os poros da sílica.

Para abrir o nanorreservatório, usamos um combustível químico (oxigênio molecular, O_2), bem como a mudança da acidez do meio (pH). O primeiro oxida o ferroceno – o ácido acelera esse processo. Oxidado, o ferroceno já não se encaixa mais na cavidade da ‘rolha’, que se solta, abrindo os poros da sílica. Com isso, o corante aprisionado escapa para o meio (figura 4).

Substituindo o corante por um medicamento, poderíamos empregar a nanoválvula como um carreador de drogas para tumores malignos ou tecidos com inflamação. O fármaco seria liberado só na região doente, com a alteração do pH do meio – sabe-se que tumores malignos e tecidos com inflamação são levemente ácidos.

Arsenal nos laboratórios Diversos laboratórios de pesquisa no mundo já contam com um arsenal de nanomáquinas fascinantes. Os exemplos apresentados aqui mostram enorme sofisticação em relação à estrutura e ao funcionamento desses nanodispositivos, que só foram construídos graças às técnicas químicas que permitem arquitetar estruturas cada vez mais complexas.

Além disso, o avanço nas técnicas de identificação das formas dessas nanomáquinas permitiu investigar de maneira detalhada o funcionamento desses sistemas. O objetivo maior é o uso das nanomáquinas para executar tarefas na área médica, ambiental e farmacêutica.

Muitas limitações precisam ser resolvidas. Mas a solução para isso é simples: pesquisar. **Ch**

NANOMÁQUINAS E O AQUECIMENTO GLOBAL

A autora deste artigo, pesquisadora do Instituto de Química da Universidade Federal Fluminense, trabalha com temas ligados à fabricação e ao funcionamento de nanoválvulas, nanorreservatórios e materiais funcionais para a captura de gases que causam efeito estufa.

Sugestões para leitura

- DUROT, Stéphanie; REVIRIEGO, Felipe; SAUVAGE, Jean-Pierre. ‘Copper-complexed catenanes and rotaxanes in motion: 15 years of molecular machines’. *Dalton Transactions*, v. 39, p. 10.557, 2010.
- VIVES, Guillaume; TOUR, James M. ‘Synthesis of Single-Molecule Nanocars’. *Accounts of Chemical Research*, v. 42, p. 473, 2009.
- KARLEN, Steven S.; REYES, Horacio; TAYLOR, R. E.; KHAN, Saeed I.; HAWTHORNE, M. Frederick; GARCIA-GARIBAY, Miguel A. ‘Symmetry and dynamics of molecular rotors in amphidynamic molecular crystals’. *Proceedings of the National Academy of Sciences U. S. A.*, v. 107, p. 14.973, 2010.
- SILVEIRA, Gleiciani Q.; VARGAS, Maria D.; RONCONI, Célia M. ‘Nanoreservoir operated by ferrocenyl linker oxidation with molecular oxygen’. *Journal of Material Chemistry*, v. 21, p. 6.034, 2011.

NA INTERNET

>> Revista Virtual de Química: <http://bit.ly/qPrkqX>

O MERCÚRIO E OS JOGOS



Para que as provas de remo dos Jogos Pan-americanos de 2007 pudessem ser realizadas na lagoa Rodrigo de Freitas, no Rio de Janeiro, foi necessário dragar a área das raias de competição. Para avaliar a influência dessa dragagem na distribuição do elemento tóxico mercúrio nos sedimentos da lagoa, pesquisadores determinaram essa distribuição antes, durante e após essa atividade. O estudo apontou um considerável aumento nos níveis de mercúrio na superfície do sedimento logo após a atuação das dragas, mas revelou ainda que as concentrações do elemento retornaram aos valores anteriores em menos de dois anos. O aumento constatado, porém, sugere que o revolvimento do fundo pode afetar significativamente a qualidade da água em lagoas de áreas urbanas, e indica a necessidade de realizar estudos prévios sobre a contaminação do sedimento em futuras dragagens nesses corpos d'água.

Daniel Dias Loureiro

Empresa de Pesquisa Energética (EPE)

Luiz Drude de Lacerda

*Laboratório de Biogeoquímica Costeira, Instituto de Ciências do Mar,
Universidade Federal do Ceará*

Clarissa Lourenço de Araújo

Departamento de Geoquímica, Universidade Federal Fluminense

PAN-AMERICANOS DE 2007



Dragagem para prova de remo liberou poluente em lagoa

O mercúrio, metal tóxico presente em efluentes de variadas atividades humanas, acumula-se nos sedimentos de lagos e lagoas que recebem esses efluentes, podendo atingir elevadas concentrações. Uma vez depositado no fundo, porém, permanece relativamente imóvel, ou seja, pouco disponível para ser absorvido ou ingerido por organismos, pelo menos enquanto as condições físicas e químicas dos sedimentos são mantidas estáveis. O mercúrio é eliminado lentamente pelos seres vivos e sua acumulação pode provocar sérios danos.

Em muitas lagoas, os efluentes de indústrias e empresas de mineração são os principais responsáveis pelo aporte de mercúrio. No caso da lagoa Rodrigo de Freitas, situada na Zona Sul no Rio de Janeiro, e de outras lagoas costeiras de áreas urbanas, mesmo não havendo indústrias ou mineração nas proximidades, esse elemento pode ser emitido por fontes difusas e chegar até suas águas. Entre essas fontes se destacam o escoamento superficial da água das chuvas (que 'lava' as ruas, atingindo a lagoa pelas galerias pluviais, e inclui com frequência resíduos sanitários, lixo e efluentes de postos de combustíveis e consultórios dentários), a descarga de córregos e rios que passam por regiões com saneamento deficiente e a deposição de materiais em suspensão na atmosfera.

Existe, no entanto, o risco de que os poluentes acumulados por longos períodos no fundo das lagoas sejam liberados para a água quando o sedimento é perturbado, ameaçando os organismos que ali vivem. Esses eventos de res-suspensão podem ter causas naturais (enxurradas fortes nas margens e ventos intensos, por exemplo, movimentam parcelas do sedimento) ou decorrer de ações humanas (entre elas as dragagens).

FOTO: REUTERS/MORRIS

>>>

O mercúrio na lagoa A lagoa Rodrigo de Freitas foi palco das competições de remo dos Jogos Pan-americanos realizados em 2007 no Rio de Janeiro. Para que as raíais obedecessem às exigências da Organização Desportiva Pan-americana, foi necessário dragar parte dos sedimentos de fundo da área escolhida para a competição, que estava assoreada, e isso ocorreu entre junho de 2006 e março de 2007. A retirada do material foi feita com uma draga de sucção, para minimizar o revolvimento do sedimento – em geral, se este é muito revolvido, a qualidade da água da lagoa é reduzida e pode causar mortandade de peixes, como quando ocorrem fortes ventos e tempestades. O material retirado foi depositado em diferentes locais na própria lagoa, sendo escolhidos os pontos de maior profundidade (cerca de 9 m).

A Lagoa Rodrigo de Freitas tem uma bacia de drenagem de cerca de 16 km², altamente urbanizada. Diversos estudos realizados nessa bacia, no âmbito dos projetos Instituto do Milênio Estuários e Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Transferência de Materiais Continente-Oceano, caracterizaram a distribuição do mercúrio e sua acumulação nos sedimentos da lagoa. Esses estudos revelam que os sedimentos da lagoa apresentam concentrações elevadas desse elemento, que poderia ser liberado para a água caso o material depositado no fundo seja perturbado – como, por exemplo, nas ações de dragagem.

A determinação da quantidade de mercúrio em perfis verticais de sedimentos da lagoa Rodrigo de Freitas, coletados em áreas que poderiam ser dragadas, mostrou uma distribuição bastante característica desse poluente. Uma técnica que usa o isótopo ²¹⁰Pb do chumbo como traçador da acumulação de sedimentos permitiu datar os sedimentos do fundo da lagoa, estimando-se que uma camada em torno de 0,75 cm se deposita por ano. Os dados revelam ainda o padrão de distribuição vertical do mercúrio para dois perfis (em pontos diferentes) na lagoa e a época em que a emissão desse poluente aumentou na cidade e chegou até suas águas.

Considerando a taxa de sedimentação estimada, as concentrações de mercúrio começaram a aumentar a partir do início dos anos 1920 (profundidade de cerca de 60 cm). Na mesma época, foi construído o canal do Jardim de Alah (que liga a lagoa Rodrigo de Freitas ao oce-



A

ano) e começou a ocupação humana nas margens da lagoa, que levou à drenagem dos terrenos pantanosos em seu entorno e à regularização das cheias dos rios de sua bacia.

A partir daí, as concentrações de mercúrio aumentam até seus valores máximos, entre 25 e 35 cm de profundidade no sedimento – o que corresponde ao período entre 1970 e 1990. Nas últimas duas décadas, graças ao controle crescente das emissões de poluentes em toda a bacia, a uma coleta mais eficiente do lixo, à substituição do mercúrio em amálgamas dentários e ao direcionamento das galerias de águas usadas e pluviais para outra ligação da lagoa com o mar (o canal do Leblon), houve redução significativa das concentrações desse elemento nos sedimentos da lagoa.

A interpretação da distribuição do mercúrio nos sedimentos mostra que, devido à alta taxa de sedimentação, o material mais contaminado vem sendo soterrado por depósitos mais recentes, com concentrações mais baixas do metal, o que reduz sua disponibilidade para os seres vivos. Esse processo, porém, não pode ser visto como uma descontaminação, pois os poluentes permanecem na lagoa, embora não circulem e não participem de seu ciclo ecológico. Eles podem voltar a ser liberados na água se os sedimentos forem perturbados.

Efeitos da dragagem Para avaliar o efeito da dragagem sobre a mobilização do mercúrio depositado foram realizadas quatro coletas na lagoa, apenas do sedimento superficial: em maio de 2006 (antes da dragagem), fevereiro de 2007 (ao final da dragagem), agosto de 2007 (seis meses após a dragagem) e março de 2009 (24 meses após a dragagem). As medições realizadas permitiram elaborar mapas de distribuição do metal tóxico nos sedimentos superficiais.

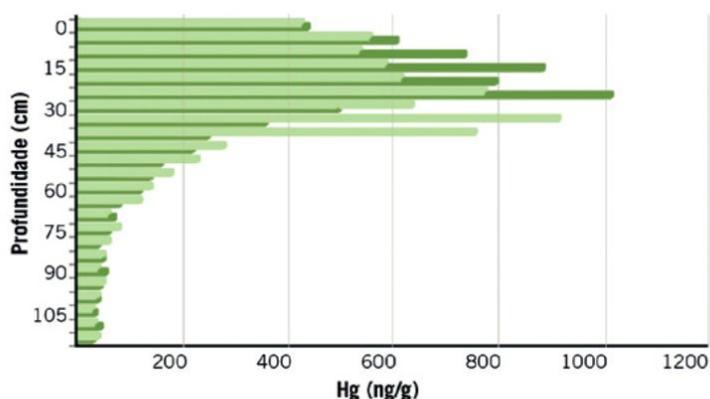
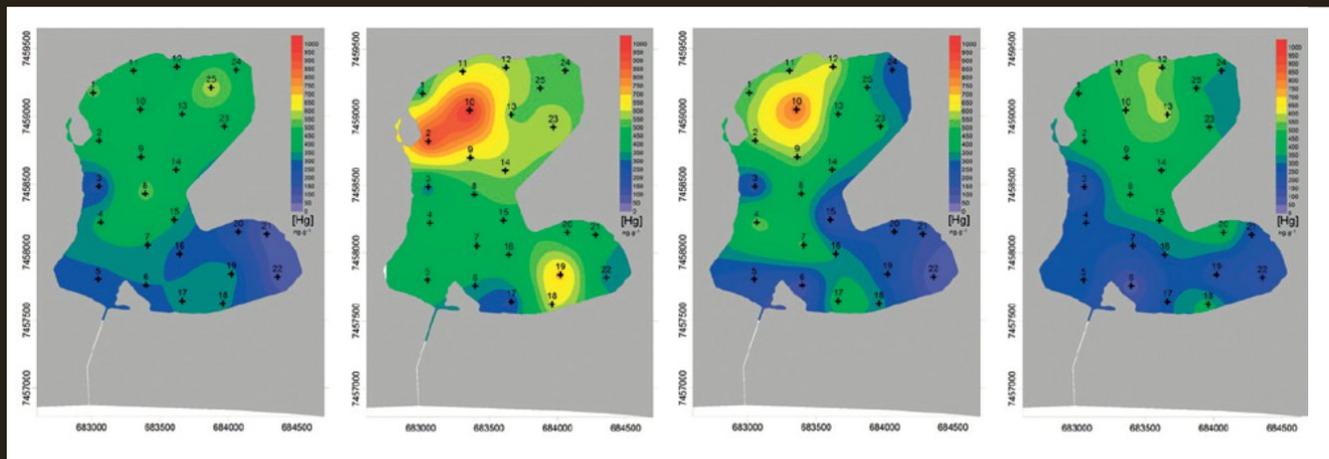


Figura 2. Concentrações de mercúrio em dois perfis de sedimento da Lagoa Rodrigo de Freitas, no Rio de Janeiro, antes da realização da dragagem para a competição de remo dos Jogos Pan-americanos de 2007.



A lagoa Rodrigo de Freitas (A), no Rio de Janeiro, onde foram realizadas as provas de remo dos Jogos Pan-americanos de 2007, está situada em área de intensa urbanização, como mostra a imagem de satélite. Os estudos sobre a concentração de mercúrio nos sedimentos superficiais dessa lagoa permitiram elaborar mapas (B) que revelam a movimentação desse metal tóxico no ambiente, em épocas diferentes, antes e após a dragagem para os Jogos

A concentração média antes da dragagem era de 366 nanogramas de mercúrio por grama de sedimento (ng/g) – com variação, para mais ou para menos (\pm), de 138 ng/g. Imediatamente após o término da dragagem, essa média aumentou para 529 ng/g (\pm 180 ng/g), com máximo de 993 ng/g. Esse valor é similar ao encontrado em estudos de sedimentos das épocas em que houve maior deposição, indicando que esse material foi liberado pela dragagem. Nas coletas seguintes, os valores retornaram aos obtidos antes da dragagem: 370 ng/g (\pm 189) em agosto de 2007 e 349 ng/g (\pm 130) em março de 2009.

Os mapas revelam que as concentrações de mercúrio nos sedimentos em maio de 2006, antes da dragagem, foram maiores na parte da lagoa mais distante do canal do Jardim de Alah (ponto 25 no mapa) e menores na parte mais próxima do mar. Isso retrata a maior acumulação de mercúrio nessa parte, em que a renovação de águas é menor.

Já na segunda coleta, em fevereiro de 2007, imediatamente após a dragagem, as concentrações do elemento, além de mais elevadas, apresentaram os maiores valores na parte noroeste da lagoa (pontos 10 e 2 nos mapas), bem como leve elevação na parte sudeste (pontos 18 e 19), decorrentes, provavelmente, (1) da ressuspensão do sedimento e transporte por correntes, (2) da exposição de sedimentos de camadas mais profundas, e (3) da deposição do material dragado na própria lagoa. Em agosto de 2007, seis meses após a dragagem, as análises revelaram redução nos níveis de concentração de mercúrio, embora ainda tenham sido medidas concentrações relativamente mais elevadas no ponto 10.

Na última avaliação, em março de 2009, dois anos após a dragagem, os valores de concentração de mercúrio no sedimento superficial apresentaram níveis similares aos encontrados antes dessa atividade. Esse tempo de recuperação das condições pré-dragagem, considerado rápido, está provavelmente associado à mistura e à redistribuição de sedimentos por ventos, marés e correntes, facilitada pela pouca profundidade da lagoa. Análises das concen-

trações do metal em peixes da lagoa ao longo desse período, entretanto, não mostraram aumentos de concentração, sugerindo que o tempo de recuperação não foi longo o suficiente para disponibilizá-lo para esses organismos.

Um risco potencial Embora as análises feitas em peixes revelem que a acumulação de mercúrio nesses animais não respondeu às variações de concentração observadas nos sedimentos, os resultados do estudo mostram que a dragagem resultou em aumento considerável dos níveis desse metal no sedimento superficial da lagoa Rodrigo de Freitas, o que favorece a liberação para a água e a contaminação de organismos aquáticos.

Também foi observado que, ao menos para a dimensão da dragagem realizada, restrita às raia de remo, o tempo necessário para que o ambiente recuperasse as condições originais, avaliadas antes da transferência dos sedimentos, foi relativamente rápido: menos de dois anos. No entanto, operações de dragagem de maior volume, em lagoas semelhantes, podem liberar maiores quantidades de mercúrio e outros contaminantes acumulados nos sedimentos e exigir períodos de recuperação mais longos, o que poderia comprometer a qualidade de vida no ambiente aquático, com reflexos – se existir, por exemplo, consumo de peixes e outros organismos capturados nesse ambiente – até na saúde da população humana próxima. 

Sugestões para leitura

- LACERDA, L. D.; ARAÚJO, D. S. D.; CERQUEIRA, R. & TURCO, B. *Restingas: origem, estrutura, processos*. Niterói, EDUFF, 1984.
- ESTEVES, F. A. & LACERDA, L. D. *Ecologia de restingas e lagoas costeiras*. Rio de Janeiro, UFRJ/NUPEM, 2000.
- KNOPPER, B.; BIDONE, E. & ABRÃO, J. J. (eds.) 'Environmental geochemistry of coastal lagoon systems: Rio de Janeiro' (série *Geoquímica ambiental*). Niterói, Universidade Federal Fluminense, 1999.

NÚCLEOS EXÓTICOS

ELOS EXTINTOS
DA FORMAÇÃO
DOS ELEMENTOS
NO UNIVERSO



Seu brinco, sua aliança, pulseira, corrente ou outra joia são de prata ou ouro? Há algo de chumbo em sua casa ou entre seus pertences? Existe um termômetro de mercúrio em sua farmácia caseira? Se a resposta é sim, você, então, carrega consigo a memória de um dos fenômenos mais instigantes da história do universo: a formação de átomos pesados.

As fornalhas estelares podem produzir elementos químicos tão massivos quanto o ferro. Mas esse processo se esgota aí. Para ir além desse limite e fabricar núcleos de maior massa, é preciso que estrelas de massa suficientemente grande estejam no final de sua evolução ou explodam.

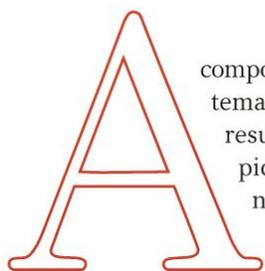
No processo de formação de elementos pesados, os núcleos exóticos – ricos em prótons e nêutrons – têm papel essencial. Com propriedades distintas daquelas encontradas na matéria comum, são muito instáveis: nascem e se desintegram rapidamente. Mas deixam herança fundamental: parte dos elementos químicos que estão à nossa volta.

Nilton Teruya

*Departamento de Física,
Universidade Federal da Paraíba (campus João Pessoa)*

Sérgio Barbosa Duarte

*Laboratório de Física Experimental de Altas Energias,
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (RJ)*



A composição atômica da matéria tem sido tema de grande interesse científico, e os resultados dessa investigação têm propiciado amplo desenvolvimento tecnológico de nossa sociedade. O modelo do átomo nuclear de Ernest Rutherford (1871-1937), com elétrons envolvendo um núcleo minúsculo, completa este ano seu centenário. O núcleo atômico, como determinou o físico neozelandês, é cerca de 100 mil vezes menor que o átomo, mas concentra 99,9% de sua massa.

Para iniciar essa nossa jornada rumo ao coração do átomo, precisaremos relembrar conceitos simples que aprendemos no ensino médio. A eles, portanto.

No diminuto volume nuclear, se acomodam dois tipos de partícula: prótons e nêutrons, chamados genericamente núcleons. A principal diferença entre eles: a carga elétrica do próton é positiva; a do nêutron, nula.

A chamada força nuclear forte – intensa, de curto alcance e atrativa – é a responsável por

manter coeso o núcleo, ou seja, por confinar prótons e nêutrons em uma região equivalente a um milésimo de trilionésimo de metro (10^{-15} m). Para se ter uma ideia, se o núcleo fosse do tamanho da cabeça de um alfinete, o átomo teria as dimensões de algo como o estádio do Maracanã.

Os elementos químicos são classificados por seu número atômico (Z), ou seja, a quantidade de prótons no núcleo. Se somarmos o número de prótons (Z) e nêutrons (N) de um núcleo, teremos o chamado número de massa ($A = Z + N$).

Quando dois ou mais átomos têm o mesmo Z – diferindo no número de nêutrons –, eles são denominados isótopos. Cada elemento pode ter vários isótopos, estáveis ou não. Os estáveis são mais abundantes. E a razão é simples: os instáveis – em busca de sua estabilidade – emitem radiação e se desintegram (decaem, no vocabulário da física).

Se um núcleo emite uma partícula com carga elétrica – elétrons ou partículas alfa (aglomerado de dois prótons e dois nêutrons) –, modifica-se o número atômico, e ocorre a transmutação do ele-

>>>

mento químico, isto é, um elemento se transforma em outro – o que foi o sonho dos alquimistas por séculos, mas impossível de realizar por reações químicas, somente acontecendo por processos nucleares.

Núcleos radioativos decaem. Uma medida do tempo associado a esse processo é a chamada meia-vida. Essa grandeza estabelece o tempo para que metade da quantidade inicial de núcleos de uma amostra qualquer decaia. Exemplos de meia-vida: a platina com número de massa 190 (Pt 190) – presente residualmente na platina natural – tem meia-vida de 650 bilhões de anos; o radônio 220, de cerca de um minuto.

Números mágicos A abundância de um elemento químico no universo está relacionada com a estabilidade e com a massa de seus isótopos. Em geral, observa-se que, quanto mais pesado é o elemento, menor sua abundância na natureza. O hidrogênio, o mais leve (um só próton no núcleo), é o mais abundante dos elementos no universo.

Para compor toda a diversidade de material do mundo que nos cerca, há apenas 90 elementos naturais – o hidrogênio é o mais leve; o urânio, o mais pesado. Desse total, 81 são estáveis – isso se considerarmos como limite de estabilidade meias-vidas maiores que cem quatrilhões (10^{17}) de anos. Entre eles, chumbo e bismuto são os mais pesados.

Elementos com número atômico maior que o do urânio, como o plutônio, são todos radiativos e se apresentam ou em quantidades ínfimas na natureza, ou são apenas produzidos artificialmente – neste último caso, os físicos fazem dois núcleos pesados se fundirem por meio de colisões energéticas.

Temos ainda os elementos chamados superpesados – hoje, os de maior número atômico conhecidos são os elementos 117 e 118, ambos produzidos artificialmente.

A estabilidade de um núcleo atômico envolve um balanço adequado entre os números de prótons e nêutrons, bem como a forma como eles estruturam o núcleo. Observa-se que núcleos com número par de prótons ou de nêutrons (ou com ambos pares) tendem a ser mais coesos que seus vizinhos de número de massa. Em especial, os números de prótons (ou de nêutrons) iguais a dois, oito, 20, 28, 50, 82 (e 126 apenas para nêutrons) são conhecidos como números mágicos, e os núcleos correspondentes são mais estáveis contra modificações em suas estruturas e mais abundantes que seus vizinhos. Exemplos: oxigênio (oito prótons), cálcio (20 prótons), chumbo (82 prótons).

Dos quase 300 núcleos estáveis conhecidos, mais da metade tem número par de prótons e nêutrons (núcleos par-par); apenas cinco têm ambos os números ímpares (núcleos ímpar-ímpar); os restantes são núcleos par-ímpar ou ímpar-par.

FERRO É O LIMITE

A energia de ligação média por núcleon, em um núcleo de número atômico Z e de número de massa A , é representada pela letra B , que depende tanto de Z quanto de A . Essa grandeza tem um comportamento médio crescente até a região de massa do ferro e do níquel ($A \sim 60$). A partir daí, diminui pouco e lentamente para núcleos mais pesados (como mostra o gráfico ao lado).

O rápido crescimento inicial dessa grandeza se deve ao caráter atrativo da força forte nuclear. Mas, com o aumento do número de massa, a atração dos núcleons, devido ao curto alcance dessa força, se satura, ou seja, se limita a seus vizinhos mais próximos.

Observamos que essa energia de ligação média depende também de outros fatores que limitam seu crescimento com o número de massa. Um deles é a repulsão elétrica entre os prótons, que tem grande influência na queda lenta da energia de ligação média por núcleon para núcleos pesados.

RICHARD KAUSCHKE/PHOTO LIBRARY/STOCK/JOHNSTOCK

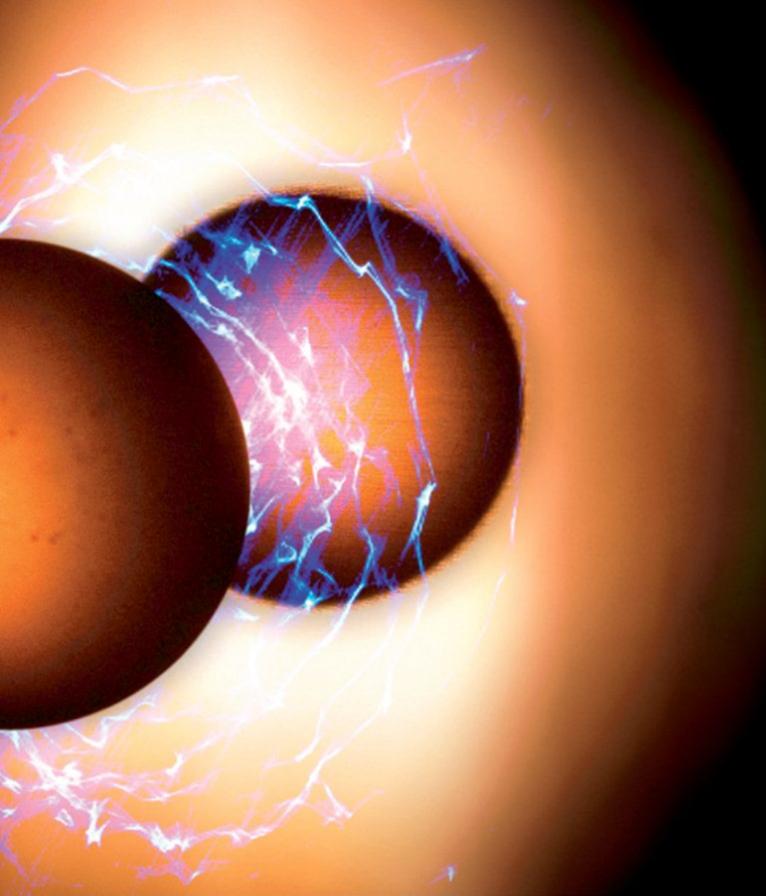
Energia de ligação A energia de ligação nuclear dá uma medida da dificuldade de desmembrar o núcleo em seus núcleons. Essa energia tem a seguinte peculiaridade: se somarmos a massa individual de certa quantidade de núcleons, notaremos que o total é maior que a massa do núcleo resultante da união dessas partículas.

Onde foi parar essa diferença?

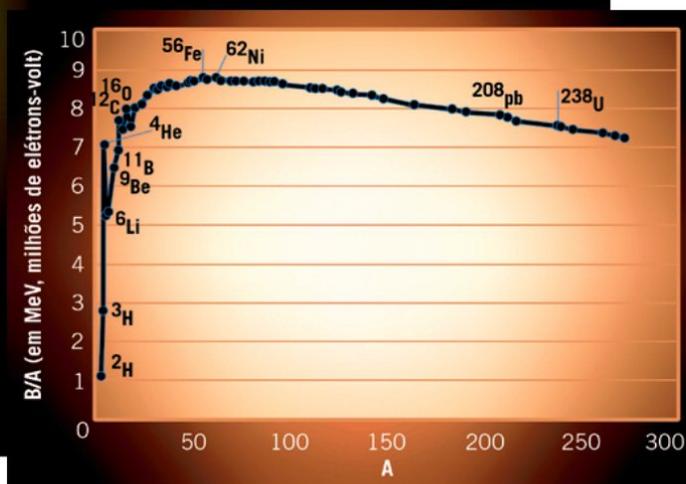
Resposta: essa massa se transforma em energia – mais especificamente, energia de ligação, que mantém os núcleons unidos para formar um núcleo. Essa transformação de massa em energia (e vice-versa) foi estabelecida pelo físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955) em sua famosa fórmula $E = mc^2$, na qual ‘ m ’ é a massa convertida e ‘ c ’ é a velocidade da luz no vácuo (300 mil km/s). Um modo de interpretar essa equivalência é dizer que uma massa diminuta pode gerar uma quantidade assombrosa de energia.

Rico em nêutrons Os núcleos leves que são estáveis têm números de prótons e nêutrons iguais ou próximos. Mas, à medida que os elementos ficam mais pesados, o número de prótons aumenta, e somente um excesso de nêutrons pode levar à estabilidade nuclear, contrabalançando a repulsão elétrica entre os prótons.

Esse excesso de nêutrons é próprio de cada elemento e, se for grande, acaba também por criar instabilidades. Uma consequência é que núcleos ricos em nêutrons são instáveis e decaem por meio de um processo denominado emissão beta menos, ou seja, um nêutron se transforma em um próton, gerando um elétron e um antineutrino,



Comportamento da energia média de ligação por núcleon (B/A) como função do número de massa (A)



sendo que essas duas partículas são expulsas do núcleo – o antineutrino é praticamente imperceptível, pois quase não interage com a matéria. O decaimento beta menos leva à transmutação de um elemento químico em outro, pois acrescenta um próton ao núcleo, fazendo o número atômico aumentar em uma unidade.

O aumento contínuo de nêutrons também contribui para diminuir a energia de ligação dessas partículas que estão na periferia do núcleo. No limite, nêutrons adicionais não mais se ligam ao sistema e acabam escapando.

Para ilustrar o efeito do excesso de nêutrons sobre a estabilidade nuclear, chamamos a atenção para o chumbo 208 (82 prótons e 126 nêutrons), isótopo estável que tem um número de nêutrons 1,5 vez maior que o de prótons. Mas, para o núcleo exótico lítio 11 (três prótons e oito nêutrons), muito instável (meia-vida de 8,6 milissegundos), essa proporção é quase três, o que não é normal, principalmente para núcleos leves. Outro dado interessante: o tamanho do núcleo do lítio 11 é próximo ao do núcleo do chumbo 208. Seu grande diâmetro se deve à baixa energia de ligação dos dois nêutrons periféricos, que acabam formando um halo.

Núcleos ricos em nêutrons têm características exóticas e são muito instáveis. Precisam ser produzidos em laboratório para serem estudados. Experiências com núcleos exóticos são feitas em laboratórios de vários países. No Brasil, há o sistema de feixes exóticos Ribras (sigla, em inglês, para Feixes de Íons Radioativos no Brasil), em operação no Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

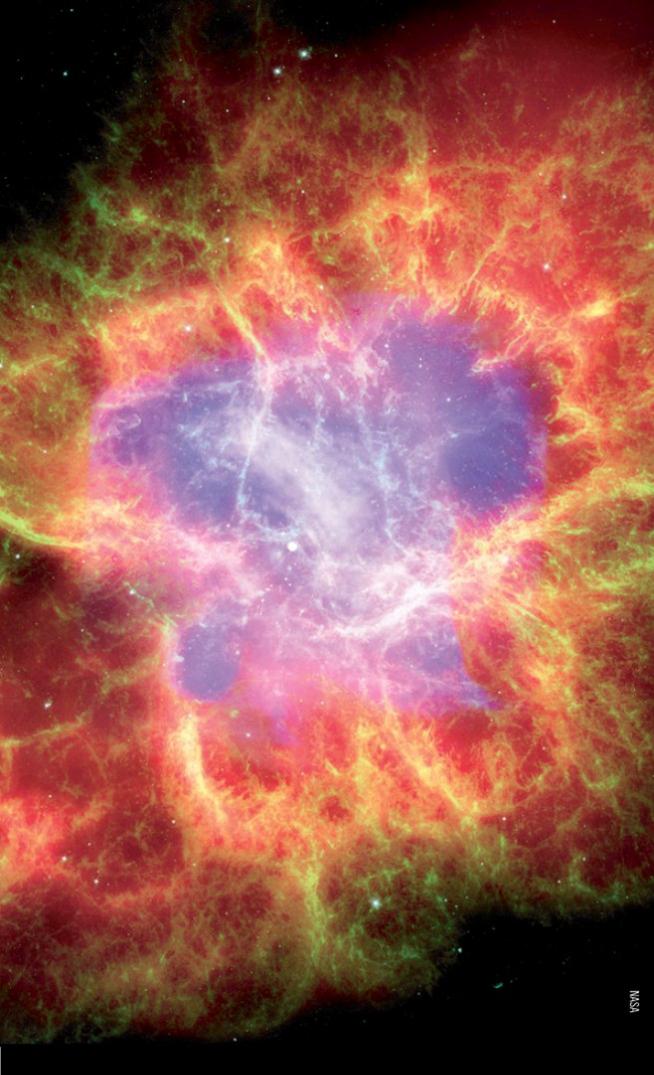
Outros núcleos exóticos recentemente observados apresentam deficiência em nêutrons, como o oxigênio 12, com oito prótons e quatro nêutrons. Esse núcleo é altamente instável e apresenta um fenômeno radioativo incomum: a emissão de dois prótons.

Para além do ferro Elementos leves, como hidrogênio, hélio e lítio, foram, em grande parte, produzidos nos primeiros momentos da evolução do universo. Os demais, além do restante do próprio lítio e hélio, vêm sendo produzidos principalmente em reações nucleares nas estrelas.

As condições físicas nas estrelas (por exemplo, temperatura, densidade dos núcleos reagentes e pressão) devem alcançar certos valores para que ocorram reações nucleares. Em uma primeira fase, as estrelas ‘queimam’ (fundem núcleos de) hidrogênio e produzem os de hélio, como acontece nas reações de fusão nuclear no Sol. A seguir, dependendo das condições físicas do ambiente interno das estrelas, podem ser produzidos outros elementos mais pesados, como carbono e oxigênio. Quanto maior a massa da estrela, maior é a massa dos elementos que podem ser queimados e produzidos.

A produção de elementos em reações de fusão nas estrelas pode seguir até a região do ferro. A partir daí, a formação de núcleos mais pesados é energeticamente inviável (ver ‘Ferro é o limite’). Até o ferro, o processo de fusão de núcleos leves libera energia. Para os núcleos pesados, porém, o processo que libera energia é a fissão (ou seja, a quebra do núcleo).

>>>



PROCESSOS RÁPIDO E LENTO

Há dois processos para a captura de nêutrons por um núcleo atômico. Eles diferem entre si quanto às condições do meio estelar e dos elementos que produzem.

O processo-s ('s' de *slow*, lento, em inglês) ocorre durante a evolução da estrela nos estágios finais do processo de queima nuclear. Esse ambiente não é tão rico em nêutrons, e, portanto, os tempos de captura são demorados quando comparados àqueles da desintegração radioativa desses núcleos por emissão beta menos. No processo-s, há a possibilidade de produzir elementos até o bismuto.

Elementos mais pesados que o bismuto, além de outros de maior massa que o ferro, são formados pelo processo-r ('r' de *rapid*, rápido, em inglês). Essa produção ocorre em estrelas massivas nos eventos explosivos de supernova, em condições extremas de pressão, temperatura e densidade de nêutrons. O enriquecimento por nêutrons é rápido e pode formar núcleos próximos ao limite da ligação de nêutrons. Uma consequência disso é que nêutrons adicionais são facilmente retirados quando os núcleos absorvem radiação do meio.

Nessa fase de capturas e emissões de nêutrons, há um tempo de espera até que o decaimento beta menos ocorra, produzindo novos elementos químicos e gerando novas ramificações na cadeia de formação.

No Brasil, a linha de pesquisa que investiga os processos de produção de elementos pesados foi desenvolvida a partir da década de 1970, no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, no Rio de Janeiro (RJ). Essa área ainda se ressentia do pouco conhecimento que temos sobre os ambientes estelares e os núcleos exóticos envolvidos.

Portanto, quando as possíveis queimas de elementos leves esgotam por meio da fusão nuclear, temos o final da vida ativa da estrela. Nessa fase, as estrelas seguem diferentes trajetórias evolutivas, dependendo de suas massas. Estrelas de massas grandes (mais que 10 vezes a massa do Sol) explodem, dando origem a um fenômeno denominado supernova. Esse é o mecanismo principal de abastecer o meio interestelar dos elementos produzidos nas estrelas.

Os elementos mais pesados que o ferro são produzidos a partir dele, por processos de enriquecimento por nêutrons. A explicação desses processos de produção dos elementos pesados surgiu na década de 1950, quando foram propostos dois tipos de capturas de nêutrons nas estrelas (ver 'Processos rápido e lento').

Elos extintos Embora a variedade e a abundância dos elementos químicos estejam diretamente relacionadas com a estabilidade nuclear – uma vez que seus isótopos se acumulam ao longo da história de suas formações, sem perdas por decaimentos –, são os núcleos exóticos que possibilitam a síntese de grande parcela dos elementos químicos pesados e de massas intermediárias.

Porém, como esses núcleos exóticos são altamente instáveis, acabaram se extinguindo no decorrer do tempo. Hoje, laboratórios sofisticados no mundo inteiro colidem íons para buscar recuperar a presença desses núcleos. Objetivo: estudar suas propriedades como elos extintos na formação dos elementos. **CH**

FÍSICA NUCLEAR

Os autores fazem pesquisa em física nuclear, com ênfase em temas como estrutura do núcleo, reações nucleares e decaimentos. Dedicam-se ainda à nucleossíntese estelar e ao estudo de explosões de supernovas.

Sugestões para leitura

- GAMOW, G. *Nascimento e morte do Sol*. Cidade: Editora Globo (1961).
SILK, J. *O Big Bang*. Brasília: Editora UnB, 2ª ed. (1988).
BERTULANI, C. A.; SCHECHTER, H. *Introdução à física nuclear*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ (2007).
GALETTI, D., LIMA, C. L. *Energia nuclear com fissões e com fusões*. São Paulo: Editora Unesp, 1ª ed., (2010).
TAVARES, O. A. P. '100 anos com o núcleo atômico'. *Ciência Hoje* n. 278 (2011).
GUIMARÃES, V.; HUSSEIN, M. S. 'O futuro do coração da matéria'. *Ciência Hoje* n. 278 (2011).

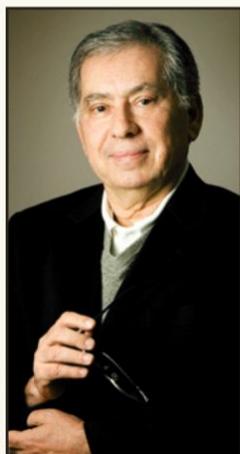


FOTO: CICERO RODRIGUES

*Cidades mágicas
são aquelas que
nos encantam no
trivial de sua
vida urbana,
lembradas pelo
poder de suas ruas*

SÉRGIO MAGALHÃES

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

QUALIDADE ESSENCIAL

A partir de meados do século 20, o processo de urbanização brasileiro adquiriu consistência e se tornou hegemônico no contexto de ocupação demográfica do território nacional.

Em sua primeira motivação, ele expressa o desejo pela vida urbana, isto é, pela possibilidade de interação social que a cidade proporciona. “Por que desejas a cidade?”, perguntou o arquiteto-antropólogo Carlos Nelson Ferreira dos Santos (1943-1989) ao urbanizar uma favela, nos anos 1960. “Pelo movimento”, respondeu o emigrante nordestino, recém-chegado ao Rio de Janeiro. A resposta surpreendeu, pois se esperaria algo mais objetivo, como encontrar emprego, ou estudar, ou porque seus amigos também emigraram.

A troca de experiências, o encontro da diversidade, o ‘movimento’, essa é a base da vida urbana. As outras respostas são a racionalização daquela escolha. Contudo, as cidades têm experimentado uma mudança qualitativa que alcança o próprio cerne.

A urbanização acelerada, fruto da Revolução Industrial, imprimiu às cidades europeias um crescimento desestruturador. As teorias arquitetônicas então formuladas, buscando combater a desigualdade intolerável que se estabelecia, idealizaram propostas de produção industrializada da habitação e cidades perfeitamente programadas. Ao homem-tipo, a arquitetura respondeu com a cidade-tipo. Habitar, trabalhar, divertir, circular – cada função em seu lugar. Tudo previsto, tudo resolvido, todos felizes.

Nessa cidade da igualdade, o espaço para o encontro das diferenças não faria o menor sentido. Ao contrário, a expressão urbanística deveria contemplar os valores do homogêneo. Essa idealização do início do século 20 influiu poderosamente no sistema urbano brasileiro, desenvolvido após os anos 1950. Brasília é o exemplo mais que perfeito.

Mas, as respostas modernistas seriam consistentemente contestadas já nas décadas seguintes. Um livro essencial foi *Morte e vida das grandes cidades*, lançado em 1961 pela norte-americana Jane Jacobs (1916-2006), a que se seguiram estudos do aus-

tríaco Christopher Alexander, do norte-americano Robert Venturi, do italiano Aldo Rossi (1931-1997) e de tantos outros.

É justamente nesse período, de expansão do sistema urbano brasileiro, que nossas cidades reiteram os conceitos já sob contestação. O privilégio ao transporte sobre pneus (ônibus e automóveis) é um de seus esteios. Somam-se a ele, fortemente correlacionados, o estímulo ao aumento da área ocupada pela cidade e à baixa densidade. Nesse modelo, destacam-se os subúrbios monofuncionais, pobres de vida urbana, mesmo quando encapsulados nos condomínios de alta renda. O comércio de rua, animador do espaço público, é tragado pelos *shopping centers*.

Novas cidades ou expansões das existentes seguem esse padrão. É o caso de Palmas, capital do Tocantins, ou da Barra da Tijuca, no Rio de Janeiro. Trechos tradicionais das cidades são rendidos ao trânsito pesado, de ônibus displicentes e ruidosos, em um mar de automóveis. Avenidas outrora bonitas, bem dimensionadas, com escala agradável, transformam-se em meros corredores de tráfego. Como não reconhecer essa situação em nossas cidades?

Agora, quando entra em cena o tema da sustentabilidade, quando nos preocupa o mundo que iremos legar aos nossos filhos, não há como desconhecer que o mundo urbano vive momento crucial. As expansões exageradas não apenas são predatórias do ambiente natural, como, ao promover o isolamento entre funções e entre estratos sociais, desqualificam a vida urbana. O espaço público perde vitalidade. Mal mantido, poluído, descaracterizado, enfraquece-se a identidade coletiva nele representada. Enfraquece-se a cidade como lugar da política.

Cidades mágicas são aquelas que nos encantam no trivial de sua vida urbana, lembradas pelo poder de suas ruas. É o “movimento”, diria o emigrante. É essa possibilidade da interação social, da troca entre os diferentes, da diversidade, que se coloca como a qualidade essencial das cidades, que precisamos defender. **CH**

// DIAGNÓSTICO MÓVEL

Faz tempo que o celular deixou de ser só um telefone. Graças a pesquisadores das universidades federais do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Fluminense (UFF) e do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), o aparelho também vai se tornar uma ferramenta para o diagnóstico da catarata, doença oftalmológica que mais causa cegueira no mundo.

Os cientistas trabalham no desenvolvimento do

Catra, aplicativo para celulares do tipo *smartphone*, que, usado junto com uma lente especial acoplada à tela do aparelho, detecta a doença em minutos, mesmo em seu estágio inicial.

O teste é simples. O usuário deve olhar através da lente e se concentrar em um ponto verde que aparece na tela. Se o ponto parecer borrado ou intermitente pode ser sinal da doença. A pessoa com visão sadia enxerga o



ponto nitidamente, pois a luz emitida pela tela do celular não sofre desvios. No olho com a catarata, os raios de luz têm seu percurso alterado ao passar pelas lesões provocadas pela doença.

Para confirmar o diagnóstico, o ponto luminoso aparece mais de uma vez em diferentes posições na tela e o usuário deve responder aos comandos pedidos pelo programa pressionando certas teclas do celular. Ao final do exame, o aplicativo gera um mapa do olho que identifica o arranjo e o tamanho das possíveis lesões provocadas pela catarata. “Uma das ideias é levar o diagnóstico para comunidades carentes e locais onde não há oftalmologistas disponíveis”, conta um dos criadores do dispositivo, Vitor Pamplona, doutorando de Ciências da Computação na UFRGS.

O aplicativo já pode ser baixado para o celular pela loja da Apple, mas a lente necessária para o exame ainda não é comercializada. Os pesquisadores já estão atrás de parcerias para criar uma empresa que venda o produto, que será bem mais barato do que os aparelhos tradicionalmente usados em consultórios médicos.



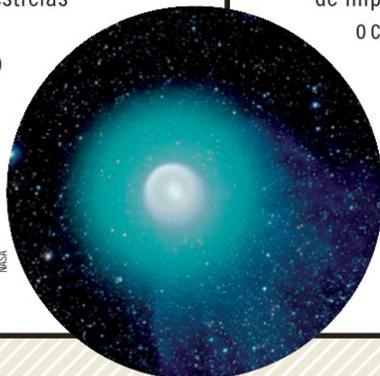
FOTOGRAFIA: G. PEREIRA

// PENEIRA CELESTE

Os caçadores de cometas ganharam uma nova ferramenta. O físico e astrônomo amador Paulo Holvorcem, que já descobriu mais de 400 asteroides e um cometa, desenvolveu o SkySift, programa de computador que funciona como uma peneira que extrai a imagem desses astros do meio dos outros objetos do céu. O programa reconhece as imagens captadas por telescópio e, por meio de um algoritmo de subtração, apaga os pontos brilhantes fixos, como estrelas e galáxias, deixando apenas as imagens dos astros que se movem mais, como os cometas e asteroides.

O SkySift foi desenvolvido para observação de regiões do céu próximas à Via Láctea, sobretudo na constelação de Sagitário e Escorpião, onde há grande densidade de estrelas cuja luz ofusca os asteroides e cometas. “Os observadores de estrelas costumam dizer que os asteroides são as pragas do céu, porque estão sempre passando na frente na observação deles, mas, para nós, caçadores de cometas, é o contrário: são as estrelas que atrapalham”, diz Holvorcem.

Programas para esse tipo de observação costumam ser restritos aos projetos de grandes observatórios e instituições. O SkySift ainda não está à venda, mas poderá ser usado por qualquer um que tenha um computador comum e um telescópio popular com câmera fotográfica.



NSA

// Medida precisa

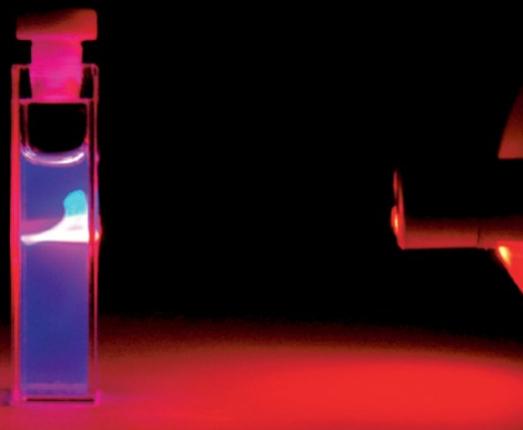
Quem é que nunca precisou medir alguma distância ou objeto, mas estava sem régua à mão? Pensando nisso, o estudante de engenharia da computação Victor Cesco, da Universidade de Taubaté (Unitau), criou um aplicativo que mede a altura e a distância de um objeto em relação a outro por meio da câmera do iPhone. O usuário só precisa inserir a própria altura no programa e apontar o celular para o objeto que deseja medir. Simples assim!

// Impressora em braile

Alunos do Instituto de Ensino Superior de Brasília (IESB) apostaram na reciclagem para criar uma impressora capaz de imprimir em braile a baixo custo. Eles substituíram o cartucho de tinta de uma velha impressora comum por um solenoide, espécie de canhão de prego que perfura o papel formando os pontinhos característicos do braile. Além de promover uma reforma física da máquina, foi preciso desenvolver um sistema de informática que fizesse a comunicação da impressora com o computador. Agora, os alunos tentam construir mais impressoras como essa.

CONTRA A CORRENTE

Reação entre elementos converte luz vermelha em azul e pode ter aplicações na área clínica



É possível converter, por meio de reação química, uma luz de determinada cor em outra que tenha energia mais alta que a primeira? Sim – foi o que mostrou estudo realizado em conjunto por pesquisadores das universidades de São Paulo (USP), Federal do ABC (UFABC, em São Paulo), e Friedrich Schiller (em Jena, Alemanha), que conseguiu transformar luz de cor vermelha em luz azul. A pesquisa deu origem a um artigo publicado em abril último no *New Journal of Chemistry*, publicação do Centro Nacional de Pesquisa Científica da França.

Na física, essa transformação já é comum e ocorre quando dois fótons correspondentes à cor vermelha, de mais baixa energia, são ‘somados’ para produzir um fóton correspondente à cor azul. Na conversão química, a luz vermelha produzida por um *laser* ativa uma reação entre o oxigênio e um alceno (substância que contém ligações duplas entre carbonos) que produz um composto instável e de alta energia. Esse produto é chamado de dioxitano e se decompõe emitindo luz cuja cor depende da estrutura do dioxitano formado.

O estudo foi idealizado por Luiz Ciscato, da universidade alemã, e coordenado por Josef Wilhelm Baader, do Instituto de Química da USP. “Não é incomum uma reação química produzir luz, a novidade é usar esse pro-

cesso para aumentar a energia da luz”, explica Erick Leite Bastos, químico da UFABC, também autor do artigo que descreveu o novo método.

APLICAÇÕES NA MEDICINA Como a conversão química depende do oxigênio para produzir luz azul, os pesquisadores acreditam que esse método possa ser usado como um sensor para detectar a concentração desse gás no organismo. “Com a vantagem de detectar quantidades muito pequenas de oxigênio, em lugares bastante incomuns, como dentro de uma célula”, aponta Bastos.

Ele faz uma analogia com o luminol, substância usada para a resolução de crimes, que, em contato com o ferro da hemoglobina e um oxidante, emite luz, denunciando quaisquer vestígios de sangue. O oxigênio, nesse caso, seria o que o ferro do sangue é para o luminol: quanto mais luz azul fosse emitida na reação final, maior seria a concentração do gás em determinada célula ou região do corpo.

Essa possível aplicação poderia ser útil para detectar doenças ligadas à variação da concentração de oxigênio no organismo, como o envelhecimento precoce causado por radicais livres derivados de oxigênio. “A quantidade de luz azul obtida poderia ser uma referência importante para identificar as diferentes concentrações e observar se há ou não patologia.”

Oxigênio dissolvido em solução de alceno, hidrocarboneto de ligação dupla. Ao reagir com a luz vermelha, a molécula formada se decompõe, liberando energia, instantaneamente, na forma de luz azul

O método poderia servir também para tornar menos invasivas algumas terapias e medicamentos que dependem da luz azul para serem ativados. “A ação de algumas drogas, como as usadas para controlar tumores, depende desse tipo de luz”, informa Ciscato. O problema, como ele explica, é que a luz azul é muito absorvida pelo organismo e, por isso, logo se extingue, exigindo que se recorra a processos hostis ao paciente para fazê-la desempenhar seu papel. “Com a luz vermelha, pouco absorvida, isso não acontece. É como se o meio biológico fosse mais ‘transparente’ a ela”, observa. Ao permanecer visível dentro do corpo, ela possibilitaria aos pesquisadores controlar seu trajeto sem necessidade de lançar mão de métodos cirúrgicos.

Substituir a luz azul pela vermelha, portanto, pode ser uma solução para se chegar ao órgão que se deseja tratar. “Depois de conduzir a luz vermelha até o local onde deve atuar determinada droga, bastaria provocar a reação que a converte em luz azul. Esta poderia, assim, ativar a ação terapêutica da droga de forma não invasiva”, resume Bastos.

CAROLINA DRAGO | CIÊNCIA HOJE | RJ

EFEITO ADVERSO

Câncer de colo do útero está associado ao uso contínuo de pílula anticoncepcional

Cinquenta anos após revolucionar a vida das mulheres, a pílula anticoncepcional teve comprovado um efeito nada desejável. De acordo com estudo feito na Universidade Johns Hopkins, Estados Unidos, o contraceptivo é responsável pelo aumento no número de casos de infecção por HPV (sigla, em inglês, para vírus do papiloma humano) e de câncer de colo do útero. A descoberta não é exatamente nova (há duas décadas cientistas associam o método de contracepção hormonal à incidência da doença), mas

até agora as pesquisas sobre o tema eram pouco conclusivas.

A confirmação não significa que mulheres que fazem uso da pílula devam abandonar imediatamente o método. “A infecção genital por HPV e a evolução da lesão para um câncer dependem também de outros fatores, como comportamento sexual”, explica o epidemiologista norte-americano Morgan Marks, um dos autores do estudo. Em maio passado, ele esteve em Curitiba para participar do 8º Congresso da Sociedade Brasileira

de Doenças Sexualmente Transmissíveis (DST) e falou sobre o assunto em uma conferência.

O termo HPV designa uma família de vírus transmissíveis sexualmente, alguns com baixo e outros com alto risco de provocar câncer. Como são transmitidos pelo contato direto com a mucosa infectada, os HPVs podem causar lesões na vagina, no colo do útero, no pênis, no ânus e, mais raramente, na laringe e no esôfago. O câncer de colo do útero, ou cervical, é o segundo tipo mais comum entre mulheres, atrás apenas do câncer de mama, e está diretamente relacionado com o HPV (ver ‘HPV e câncer cervical’).

Uma série de estudos realizados em vários países – entre eles o Brasil – aponta a relação entre o uso de contraceptivo hormonal oral e a incidência de infecções por HPV e câncer cervical. Alguns medicamentos chegam a trazer esse alerta na bula. Mas as conclusões não estavam claras para a equipe de Marks. “Sabíamos que havia essa associação, mas a questão era: em que ponto da evolução do HPV os contraceptivos hormonais interferem?” Antes de tornar-se câncer, uma infecção por HPV evolui para um estágio de displasia, ou seja, um crescimento anormal e pré-maligno, que ainda pode ser curado. As doses de hormônio estariam facilitando a infecção, a permanência do vírus ou a evolução das lesões?

RESSALVA Para a pesquisa, a equipe da Universidade Johns Hopkins selecionou, na Tailândia, 1.256 mulheres com idade entre 20 e 37 anos. Para que



WIKILIN DE ODOU

Células escamosas, que formam o revestimento do colo do útero, em aspecto normal (em azul, mais acima) e infectadas por HPV (de coloração rosada, abaixo)



Cartelas de pílulas anticoncepcionais. Uso do método de contracepção hormonal combinada por mais de seis anos está diretamente associado à persistência de uma infecção por HPV

FOTO CREATIVE COMMONS

a análise não sofresse qualquer tipo de distorção, provocada por influência de outros fatores, as voluntárias foram agrupadas de acordo com dados socio-demográficos, comportamento sexual de risco, histórico médico, reprodutivo e contraceptivo, entre outras características. As mulheres foram então submetidas a exame pélvico e de papanicolau (método usado para detecção de anomalias nas células da região da vagina e do útero). Para que o diagnóstico fosse ainda mais preciso, células coletadas no colo uterino passaram por teste que analisa o DNA do HPV.

Corrigidos os desvios por comportamento sexual de risco e anormalidades citológicas, os pesquisadores observaram uma associação direta entre o uso por mais de seis anos de contraceptivos hormonais combinados (que contêm estrogênio e progestágeno) e a persistência de uma infecção por HPV. A combinação hormonal é o princípio de quase todo anticoncepcional em pílula, método de controle de gravidez mais usado na maior parte do mundo, inclusive no Brasil. Entre as pacientes que nunca tomaram pílulas e as que fizeram uso por menos de seis anos não foi notada qualquer diferença na aquisição ou evolução de

infecções. O comportamento do HPV também não apresentou mudança significativa em usuárias de contraceptivo à base de progestina, que é aplicado por meio de injeção.

Ainda de acordo com o epidemiologista, testes feitos em laboratório mostraram que hormônios femininos, principalmente progesterona e estrogênio, induzem o aumento do número de determinados genes do HPV em culturas de células e provocam o desenvolvimento de lesões pré-neoplásicas em cobaias.

Marks ressalta que o resultado do estudo, embora conclusivo, não é um contraindicativo ao uso dos contraceptivos hormonais combinados. “Observamos que a prevalência maior do HPV também está associada ao comportamento sexual tanto das participantes do estudo quanto dos parceiros delas”, explica. A quantidade de parceiros sexuais, o tabagismo e o não uso de preservativo, por exemplo, também

HPV e câncer cervical

A infecção por HPV é considerada a doença sexualmente transmissível mais comum no mundo. Um estudo publicado em 2007 na revista inglesa *The Lancet* estima que 291 milhões de mulheres em todo o mundo estão infectadas com algum subtipo do vírus. Outra pesquisa, divulgada em 2006, calcula que 80% das mulheres sexualmente ativas irão adquirir HPV em algum momento da vida. Na maior parte dos casos, no entanto, as infecções regridem espontaneamente e as pessoas infectadas desenvolvem anticorpos contra o vírus.

Alguns subtipos de HPV, como o 16 e o 18, são considerados de alto risco, ou seja, têm potencial para formar tumores malignos. Se a infecção ocorre no colo do útero, a lesão provocada pelo vírus pode evoluir para um câncer cervical.

O câncer cervical, ou de colo do útero, é o segundo mais comum entre as mulheres. Em 2008, a Organização Mundial da Saúde registrou mais de 529 mil novos casos e mais de 274 mil mortes em consequência da doença. Em quase 100% dos casos, o câncer cervical tem origem em uma infecção por HPV, embora haja raras exceções.

A principal forma de prevenção do HPV é o uso de preservativo masculino ou feminino durante a relação sexual, embora a medida não evite totalmente a transmissão. Além disso, duas vacinas estão disponíveis comercialmente com o objetivo de prevenir a infecção por HPV: uma protege contra os subtipos 6, 11, 16 e 18 do vírus, enquanto a outra é específica para os subtipos 16 e 18. Quando uma lesão é detectada, há várias formas possíveis de tratamento, como uso de medicamentos, aplicação de *laser* ou intervenção cirúrgica.

mostram relação direta com a infecção. Além disso, a pílula anticoncepcional é um dos métodos mais eficazes de contracepção e seu mecanismo de ação pode combater doenças como endometriose e síndrome do ovário policístico (ver ‘Natalidade sob controle’, em *Ciência Hoje* nº 278).

O que o grupo da Universidade Johns Hopkins deixa claro é a necessidade de um rastreamento maior de câncer de colo do útero, principalmente em mulheres que fazem uso de pílulas anticoncepcionais há muitos anos. No Brasil, de acordo com o Instituto Nacional do Câncer, estima-se que é possível reduzir em 80% a mortalidade por esse tipo de doença com o rastreamento de mulheres na faixa etária de 25 a 65 anos por meio do teste de papanicolau e do tratamento das lesões com alto potencial de malignidade.

CÉLIO YANO | CIÊNCIA HOJE | PR

SOMOS TODOS MÍOPES

Tese pioneira comprova que a cultura também determina a visão de mundo de um povo

Reza a lenda que o antropólogo Carlos Fausto teve certa vez uma experiência frustrada ao se aventurar em uma caçada com os índios Parakanã. No meio da mata, eles lhe apontavam um ponto na copa das árvores onde deveria estar um pássaro, mas Fausto nada via. Envergonhado, ele arriscou um tiro de espingarda ao léu, e só acertou algumas folhas. A história é contada pelo historiador e indigenista José Ribamar Bessa Freire em crônica no *Diário do Amazonas*.

Anos mais tarde, a ortoptista Viviam Secin, do Instituto Brasileiro de Medicina e Reabilitação (IBMR), atendeu pacientes de comunidades quilombolas e estudantes de baixa renda. As reclamações mais comuns a respeito da leitura e dos estudos: cansaço visual, sonolência, dor de cabeça, dor nos olhos, embaralhamento das

letras, perda de foco, desatenção, tensão cervical etc. O resultado era a dificuldade de aprendizado e a desistência da leitura, sintetizada na frase mais ouvida pelos ortoptistas, segundo Secin: “odeio ler”.

Comumente, ao serem encaminhadas aos setores de ortóptica dos serviços de oftalmologia, essas pessoas eram diagnosticadas como incapazes ou insuficientes em termos binoculares para a leitura. “Mas o brasileiro não é insuficiente”, pensou a ortoptista, uma vez que essas reclamações eram de uma frequência alarmante – tanto entre pessoas de baixa escolaridade e renda quanto em comunidades quilombolas. E considerou: por trás desse diagnóstico, estaria um elemento que diferencia drasticamente esses grupos de outros que vivem em áreas urbanas, de escolarida-

de e índice de desenvolvimento humano (IDH) mais altos: a cultura. Talvez fosse ela a causadora tanto da dificuldade de leitura em determinados grupos, quanto do fracasso do antropólogo em distinguir um animal em meio à mata.

Quatro anos depois, Secin comprovou sua hipótese em uma tese de doutorado defendida no Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Proped-Uerj). Seu pioneirismo foi tal que o trabalho deu origem a um neologismo derivado do seu campo de estudo: etnortóptica. Se a ortóptica estuda o movimento dos olhos, a etnortóptica reconhece a existência de uma ‘cultura visual’ – adquirida a partir do maior exercício de determinados músculos oculares em detrimento de outros. Assim, Secin chegou à conclusão de que a maneira de olhar de cada povo é culturalmente determinada. As implicações desse pensamento na educação e no letramento são múltiplas.

NOVO OLHAR Durante a pesquisa, a ortoptista estudou o controle do movimento ocular em homens e mulheres de 18 a 60 anos pertencentes a dois grupos culturalmente distintos: 99 índios Mbya, da comunidade guarani Sapukai, em Angra dos Reis (RJ); e 59 universitários da capital fluminense. O primeiro representa uma cultura predominantemente oral, enquanto o segundo representaria uma cultura mais letrada, na qual a leitura tem papel central. A partir de um protocolo de avaliação com diferentes testes específicos da função binocu-



FOTOS CEDIAS POR VIVIAM SECIN

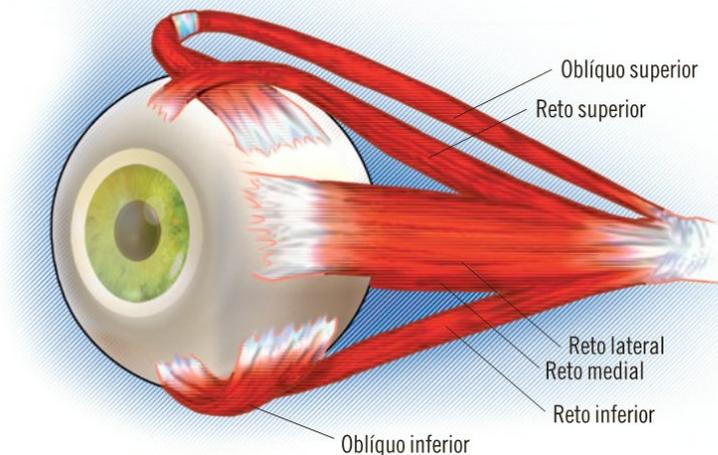
Alguns exames realizados com indígenas durante a pesquisa de Secin: oftalmológico (à esquerda); função acomodativa monocular (à direita, ao alto); e percepção visual estereoscópica (vista de objetos em três dimensões)

lar, Secin conseguiu avaliar aspectos sensoriais e motores, como o desempenho dos músculos oculares utilizados durante a leitura e na visão periférica (que é o que vemos fora do centro do nosso olhar).

Após quatro anos de pesquisa, Secin pode afirmar com categoria que há uma diferença significativa entre o perfil visual dos dois grupos. Embora ambos tivessem os olhos paralelos ao olhar objetos distantes – situação chamada de ortoforia ou ‘paralelismo binocular para longe’ –, o mesmo não acontecia para objetos próximos, como é o caso da leitura de um livro ou no computador. Nesse caso, o estudo comparativo realizado por Secin revelou que os estudantes universitários mostravam maior prevalência de ortoforia para perto (60,8%) e “alguns mostravam até esoforia, um tipo latente de estrabismo convergente”, comenta. Já a maioria dos indígenas demonstrou ter exoforia (75%) – um tipo de estrabismo divergente ao olhar a curta distância, o que confere a esse grupo um custo funcional adicional ao desempenho da leitura.

No Teste do Ponto Próximo de Convergência (PPC) – que determina o ponto mais próximo a nós que conseguimos convergir o olhar – as diferenças se mostraram ainda mais marcantes: 54,5% dos indígenas não conseguiam sustentar a convergência visual a partir de 9 cm – um dos olhos se desviava e eles passavam a ver a imagem de teste duplicada. Esses casos são chamados de insuficiência de convergência, que representaram apenas 9,8% dos universitários. No grupo indígena, 27,3% apresentavam um bom valor no Teste do PCC. Isso significa que poucos apresentavam boa capacidade de controlar a convergência proximal a uma distância de até 7 cm. Entre os universitários, esse valor foi de 64,7%.

“A melhor capacidade de controlar a visão binocular para perto demonstrada pelos universitários está relacionada ao modo de ver próprio à cultura letrada”, analisa Secin. Já entre os



O ato de leitura exige o controle de seis músculos externos em cada olho. Alguns se contraem e outros devem se relaxar para possibilitar a rotação ocular desejada, o ajuste focal e o controle de luminosidade – elementos necessários para que se forme uma boa imagem

indígenas, adaptados a um modo de vida diferente – em lugares mais abertos, onde a percepção do entorno é mais importante que uma visão central – a visão proximal não é tão exercitada. “Esse tipo de visão é mais discriminativo e requer mais iluminação. Já a visão periférica está relacionada à detecção rápida de mudanças no ambiente, própria aos ambientes com pouca iluminação”, explica Secin.

ACADEMIA PARA OS OLHOS Para realizarmos qualquer atividade visual, utilizamos músculos como quaisquer outros. “Se não exercitarmos determinados músculos desde a infância, teremos mais dificuldades para realizar trabalhos com eles mais tarde”, complementa a ortoptista. Para a leitura, exercitamos seis músculos externos em cada olho, além de três pares de músculos internos, utilizados para focar e controlar a luminosidade.

Em uma sala de aula, há também a variação entre a leitura a pequena distância – no livro, por exemplo – e a distância média ou longa – no quadro-negro. Ajustar a visão para essa variação também requer um maior esforço acomodativo dos olhos, atividade mais difícil se não houver o costume de realizar esses movimentos. Na leitura de um texto convencional, há movimentos musculares diferentes tanto ao ler uma única linha quanto ao

passar para a linha seguinte. Não parece, mas uma complexa orquestra muscular acontece quando lemos um simples texto.

“A noção de que a visão diferia entre as culturas já existia, mas agora está comprovada por métodos científicos”, relativiza Secin. Para uma educação indígena realmente inclusiva, de modo que a leitura se torne uma atividade mais agradável e menos cansativa, a pesquisadora propõe a elaboração de estratégias ortópticas e pedagógicas voltadas à transição do olhar. “Se essas estratégias forem integradas à educação indígena, ou mesmo à educação de alunos pertencentes a comunidades mais orais, os resultados dos processos de letramento podem ser muito mais substanciais”, reflete Secin.

A via não é de mão única: ao mesmo tempo em que a etnortóptica pode ajudar culturas oralizadas na educação pela leitura, o movimento também pode ser feito em outro sentido: no exercício da visão periférica. Um olhar mais apurado para o ambiente contextual pode contribuir para uma maior compreensão de outras culturas, como a indígena. E – quem sabe? – talvez o antropólogo Carlos Fausto não tivesse passado vergonha durante sua caçada na mata com os índios Parakanã.

ISABELA FRAGA | CIÊNCIA HOJE | RJ

ROTA PRÉ-HISTÓRICA

Rio Paraná teve papel-chave no povoamento da América do Sul

Escavações recentes feitas na margem direita do alto curso do rio Paraná e afluentes – entre São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul – revelaram que grupos de indivíduos caçadores-coletores viviam na região há aproximadamente 11 mil anos. Como até agora não havia registros da presença desses povos na área, a descoberta lança luz sobre as origens do povoamento humano na América do Sul e reforça a hipótese de que o rio Paraná teria sido uma das principais rotas usadas para a expansão humana. O mérito do achado cabe à equipe liderada pelos arqueólogos Gilson Martins e Emília Kashimoto, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). O estudo foi publicado no periódico britânico *Quaternary International*.

Formado pela confluência dos rios Grande e Paranaíba (no ponto de contato entre os estados de Mato Grosso do Sul, São Paulo e Minas Gerais), o rio Paraná desponta como o segundo maior em extensão do continente sul-americano, com cerca de 4 mil km. Percorre, no Brasil, os estados de Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Paraná, banhando uma zona de transição ambiental entre o cerrado (ao norte, a oeste e a leste) e a mata

Detalhe do mais antigo sítio arqueológico escavado por pesquisadores da UFMS na bacia do rio Paraná, no município de Paraíso das Águas (MS). Objetos daí extraídos, com cerca de 11.200 anos, são o registro mais antigo da presença humana no Mato Grosso do Sul.

Entre esses achados está um disco de pedra polida, com incisões abstratas nas duas faces (à direita), encontrado pelos arqueólogos da UFMS. O objeto foi confeccionado provavelmente por grupos indígenas pré-coloniais

atlântica, ao sul. “Por interligar diferentes áreas, o rio Paraná funciona como espinha dorsal hidrográfica da região”, define Martins. “Graças a ele, o deslocamento de populações pré-históricas pelo interior do continente se tornou mais viável.”

Os povos indígenas que viveram nas imediações do rio Paraná, desde a época dessas primeiras ocupações, exploraram bastante essa trilha natural entre diferentes regiões. Outra importante ocupação identificada nos sítios pesquisados na região está ligada, de acordo com Emília Kashimoto, a um período de aridez iniciado há cerca de 3.500 anos, que estimulou a

migração de antepassados dos povos da tradição arqueológica tupi-guarani da Amazônia para o interior e o litoral brasileiro. “Por meio de datações por radiocarbono, constatamos que índios daquela tradição viviam no rio Paraná há 1.500 anos”, afirma Kashimoto.

Segundo a pesquisadora da UFMS, os 199 sítios arqueológicos identificados pela equipe (48 já escavados) estão em lugares que reuniam condições favoráveis à permanência humana. As áreas não eram inundadas na época das cheias anuais, garantiam boa visibilidade do entorno e estavam situadas em locais com boa oferta de recursos naturais.



FOTO GILSON MARTINS



FOTO GILSON MARTINS

PEÇA RARA Ao longo de 15 anos de pesquisas no local, os arqueólogos recolheram dezenas de milhares de objetos. Entre as muitas peças líticas (pedras manipuladas para a confecção de instrumentos) que coletaram, uma tem especial relevância. Trata-se de um disco de pedra polida, com inscrições gravadas nas duas faces, cujo significado os pesquisadores ainda não puderam identificar. Aos olhos leigos, o objeto parece não guardar nada de especial. Mas, segundo os especialistas, esse disco é o único exemplar do gênero encontrado até hoje na região. “Por enquanto ainda não foi possível associar essa tecnologia à de nenhuma das tradições líticas já classificadas pela arqueologia brasileira”, destaca Kashimoto.

Agora os pesquisadores vão fazer uma análise comparativa dos vestígios encontrados nos principais sítios arqueológicos escavados, com a finalidade de obter informações detalhadas e mais precisas das ocupações. Segundo Kashimoto, entre 11 mil e 3.500 anos atrás, esses povos caçadores-coletores não viviam em aldeias, não dominavam métodos de agricultura e pastoreio de animais nem conheciam técnicas de confecção de recipientes de cerâmica.

“Adotavam uma estratégia de subsistência predadora”, conta a arqueóloga. Segundo ela, não produziam os alimentos que consumiam nem possuíam habitações fixas. Por isso acampavam nas proximidades das fontes de captação de recursos naturais e se apropriavam do que estava disponível.

A maior parte dos sítios arqueológicos escavados pela equipe de Martins e Kashimoto está submersa atualmente, devido à construção de quatro usinas hidrelétricas na região. “Mas felizmente conseguimos resgatar a herança arqueológica antes que as águas inundassem as áreas”, comemoram os pesquisadores da UFMS.

LUAN GALANI | ESPECIAL PARA CIÊNCIA HOJE | PR

POR UM FIO

Análise de cabelo indica uso de maconha

Pesquisadores da Universidade Federal de Sergipe (UFS) desenvolveram um novo método para identificar o uso de maconha por uma pessoa. A amostra, composta de 10 miligramas de cabelo, prima pela simplicidade em comparação à urina e ao sangue – cuja coleta é mais invasiva – e tem como vantagem apontar, ainda, a frequência de uso da droga. Dependendo do comprimento do fio, é possível detectar se o último uso ocorreu até um ano ou mais antes do exame.

A pesquisa durou dois anos e coletou amostras de 10 pacientes de uma unidade da Fazenda Esperança, projeto social ligado à Igreja Católica que atua no tratamento de dependentes químicos, localizada na cidade de Lagarto, a 75 km de Aracaju. De acordo com o coordenador do estudo, Haroldo Dórea, do Departamento de Química da UFS, a pesquisa se baseou na chamada ‘técnica de microextração em fase sólida’ (ou extração de solvente zero), muito adequada à ‘química limpa’, prática que incentiva a redução de resíduos tóxicos em laboratório. “São métodos novos, que podem ser aplicados em amostras ambientais e até de alimentos”, explica Dórea.

A análise é feita com o cabelo extraído da região da nuca, onde o crescimento é constante. Cada centímetro do fio corresponde a um mês de uso da maconha. Se a amostra tem 10 cm, por exemplo, é possível saber a frequência do uso da maconha no período de 10 meses. A amostra é triturada e dissolvida com ajuda de hidróxido de sódio, aquecida a 90°C. A partir daí extraem-se os canabinoides, compostos que dão o efeito psicoativo da *Cannabis sativa*, a planta da maconha. Entre os compostos, o

‘tetraidrocannabinol’ (THC) é mais ativo, mas o estudo também envolveu outras duas substâncias: o ‘cannabinol’ (CBD) e o ‘cannabinol’ (CBN). “A fumaça inalada entra no sangue, que transporta essas substâncias para várias partes do corpo. Ao serem metabolizadas, impregnam-se no cabelo”, explica o pesquisador.

É justamente a análise do metabólito do THC, substância gerada pelo organismo após o consumo, que diferencia o usuário ativo do passivo, conforme explicou o farmacêutico Elissandro Emídio, que participou da pesquisa durante o curso de mestrado em química da UFS. O estudo seguiu os parâmetros da legislação alemã, que aponta a quantidade limite de 0,1 nanograma do THC por miligrama do cabelo para caracterizar o uso da maconha. Apenas homens participaram dos testes. Nos pacientes avaliados – internos da Fazenda Esperança –, o índice encontrado ficou abaixo do limite, uma vez que eles já se encontravam em tratamento e não estavam mais usando a droga.

Enquanto em amostras de sangue e urina, comumente usadas nos testes, a análise demora até duas horas, com o fio de cabelo o processo dura 50 minutos. Diferentemente dos exames tradicionais, mais limitados, a amostra de cabelo analisada pode ser armazenada em temperatura ambiente. Além do acompanhamento terapêutico, a técnica pode ser aplicada em exames antidopagem, investigações policiais, em escolas etc. O estudo foi publicado em 2010 nas revistas científicas internacionais *Analytica Chimica Acta* e *Journal Chromatography B*.

DIÓGENES DE SOUZA | ESPECIAL
PARA CIÊNCIA HOJE | SE



FOTO: CHAO GATELLO/FOLHAPRESS

CESARIANA E OBESIDADE

Estudo identifica associação entre tipo de parto e excesso de peso

Será que uma criança nascida de cesariana terá maior propensão a desenvolver obesidade do que um filho de parto normal? Estudo brasileiro publicado em abril na revista científica *American Journal of National Nutrition* sugere que sim. A relação, que a princípio pode parecer duvidosa, foi apontada por pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) de Ribeirão Preto, que analisaram dados de quase sete mil indivíduos e observaram que um número expressivamente maior daqueles nascidos de cesariana desenvolveu obesidade na idade adulta, em relação aos nascidos de parto normal.

O estudo se baseou nos registros de peso e tamanho ao nascer, idade e tabagismo materno e tipo de parto de

crianças nascidas na cidade de Ribeirão Preto, no interior de São Paulo, entre 1978 e 1979. Em 2002 e 2004, 2.057 desses indivíduos – então adultos de 23 e 25 anos – foram reavaliados. Nessa segunda etapa do estudo, os adultos preencheram um detalhado questionário sobre seu estilo de vida e situação socioeconômica, além de serem submetidos à avaliação física e antropométrica, com cálculo do peso, percentual de gordura e Índice de Massa Corporal (IMC).

Os resultados indicaram uma taxa de obesidade 46% maior nos indivíduos nascidos de cesariana do que nos nascidos de parto normal. Quando se considerava, na análise, fatores como peso ao nascer, renda, tabagismo, es-

colaridade e atividade física, essa diferença se elevava para quase 60%.

Apesar das evidências, a gastroenterologista Helena Goldani, uma das autoras do estudo e pediatra do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, é cuidadosa ao analisá-las. “Esse é um estudo populacional e não podemos inferir que bebês nascidos de cesárea serão obesos, porque o desenvolvimento da obesidade é provocada por muitos fatores”, explica a pediatra, descartando uma relação de causa e efeito direta.

UMA HIPÓTESE Mas o que explicaria a relação – mesmo que não seja de causa e efeito direta – entre o parto cesáreo e a obesidade? A diferença na

formação da flora intestinal é uma das hipóteses levantadas pelos pesquisadores da USP de Ribeirão Preto e por outros estudos.

Antes de vir ao mundo, o bebê não tem flora intestinal. Ao passar pelo canal vaginal materno – o que ocorre somente durante o parto normal –, o recém-nascido começa a estabelecer sua microbiota intestinal, ou seja, o conjunto dos micro-organismos que habitam o intestino. Já em bebês que nascem de cesariana, a colonização da flora acontece tardiamente, pela interação com o ambiente.

A rica presença de bactérias na flora intestinal – há mais células bacterianas no nosso corpo do que células humanas – e sua interação com o organismo é uma característica evolutiva fundamental no ser humano. Esses micro-organismos, entre eles as bifidobactérias e lactobacilos das propagandas de iogurtes, desempenham funções variadas; atuam tanto na digestão quanto indiretamente nos sistemas imunológico, inflamatório e alérgico.

Para os pesquisadores, o número de bactérias na flora intestinal (e a atuação desses organismos no corpo) e adultos com obesidade podem estar associados. “A obesidade tem sido relacionada a alterações no sistema inflamatório e sabe-se que pacientes obesos adultos apresentam menor quantidade dessas bactérias benéficas”, explica Goldani.

Para testar a hipótese da flora intestinal, uma nova pesquisa, já em andamento e que envolve aproximadamente sete mil crianças nascidas em Ribeirão Preto em 2009, vai incluir a análise da microbiota intestinal dos indivíduos e outros elementos não considerados no primeiro estudo, como o grau de obesidade materna, o ganho de peso da mãe durante a gravidez e as condições de aleitamento materno.

“O aleitamento materno é uma das formas de o bebê adquirir bifi-

dobactérias e lactobacilos, enriquecendo sua flora intestinal, e, portanto, é um fator que deve ser considerado nesse tipo de estudo”, complementa a pesquisadora.

CESARIANA EM ALTA O alerta dado pela pesquisa chega num momento em que as taxas de partos cesáreos aumentam no mundo todo. Inicialmente utilizada como alternativa ao parto normal em casos de risco para mãe ou para o bebê, a escolha pela cesariana vem sendo cada vez mais associada a fatores socioculturais, psicológicos e estéticos.

A ausência das dores do trabalho de parto, a programação prévia da data do nascimento, a manutenção intacta da anatomia do canal vaginal e do períneo e a conveniência para os médicos do agendamento da operação estão entre as principais razões para a realização desse tipo de parto, de acordo com estudos desenvolvidos no Brasil.

“Infelizmente, os médicos, muitas vezes, induzem a opção pela cesárea”, comenta o obstetra José Geraldo Ramos, do Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Para ele, um dos motivos que levam a esse comportamento é a má remuneração profissional. “A cesariana é mais rápida e o médico, realizando mais cirurgias, receberá mais”, completa.

Ramos acrescenta mais um fator à escolha pelo parto cesáreo: “Há um preconceito cultural em relação ao parto normal no Brasil e em outros países latinos, que o associam à dor e ao sofrimento”. No Brasil, o percentual de partos cesáreos foi de 87% em 2007. Do total, 35% foram realizados pelo Sistema Único de Saúde (SUS).

GABRIELA REZNIK |
ESPECIAL PARA *CIÊNCIA HOJE* | RJ

POR QUE DIVULGAR CIÊNCIA PARA A SOCIEDADE?

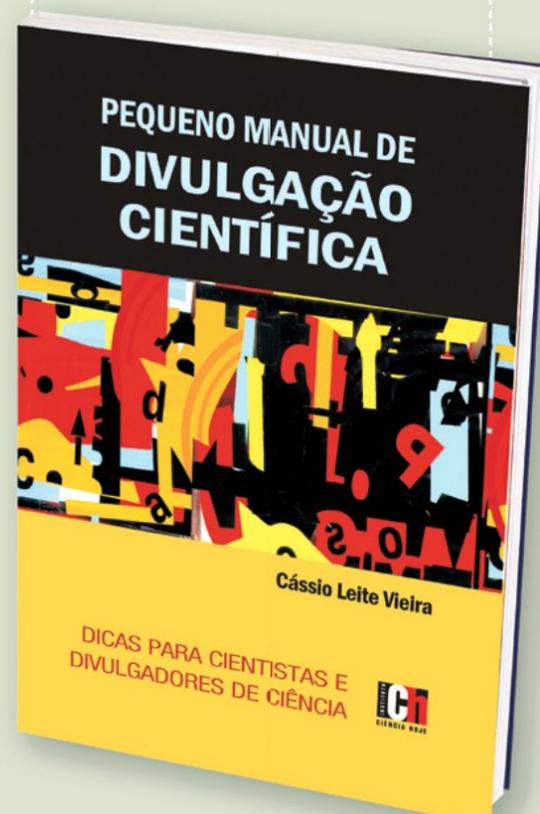
COMO TRANSMITIR CONCEITOS DIFÍCEIS DE FORMA SIMPLES?

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

Peça já seu exemplar.

LIGUE 0800 727 8999 OU VISITE

WWW.CIENCIAHOJE.ORG.BR



TIJOLO HOJE, ADUBO AMANHÃ

Fossa séptica revestida com tijolo biodegradável não contamina e ainda pode servir de nutriente para o solo

Grãos colhidos, fim de safra. A ‘vida-útil’ dos restos de uma colheita poderia terminar aí. Mas a fabricação de um tijolo sustentável, feito de bioplástico à base de amido e fibras vegetais, acaba de dar mais um novo destino a esses resíduos. Modelados em forma de paralelepípedos, eles servem para revestir fossas sépticas, substitutas das redes de esgoto e normalmente construídas com tijolos de barro ou blocos de cimento.

“Esse novo material, biodegradável, não agride o meio ambiente nem contamina o solo”, afirma o engenheiro mecânico Antonio Ferreira Ávila, da Universidade Federal de Minas Gerais, que coordena o projeto, em andamento. Ele explica que, depois de dois anos revestindo uma fossa, o tijolo sustentável será absorvido como adubo pelo solo.

O mesmo não acontece com as latrinas convencionais de concreto, que costumam ser usadas por um ano e – caso não haja a limpeza dos resíduos – aterradas, deixando o terreno inutilizado. Mas uma das promessas dos pesquisadores é otimizar essa prática: “Com os novos tijolos, a mesma área poderá, depois de um tempo, ser usada para a agricultura familiar ou até a construção de outras fossas”, propõe o pesquisador.

A receita do novo tijolo está na mistura entre resíduos de vegetais como feijão, milho e café triturados e um tipo de plástico à base de amido – feito com água, glicerina, vinagre e amido de milho. O plástico funciona como uma cola que, misturada aos vegetais ‘em pó’, forma uma pasta. Ela corresponde ao ‘tijolo’, ainda sem molde, e será co-



Protótipo do tijolo em forma circular, para facilitar os testes de resistência à pressão dos dejetos. O processo de degradação já é visível na área esverdeada do bloco, tomada por fungos

FOTO WASHINGTON ALVES

locada em uma forma para secar ao sol. Cada estrutura dessas, depois de seca, lembra uma peça de Lego, brinquedo infantil de encaixe. A intenção dos projetos é que qualquer pessoa possa montar a fossa.

SANEAMENTO FÁCIL Premiado pela fundação norte-americana Bill e Melinda Gates, o projeto de saneamento básico será implantado primeiro no Quênia, onde a organização sem fins lucrativos já atua. “No Brasil, também é alta a demanda na área de saneamento”, reconhece Ávila. “Por isso, depois que o projeto for concluído no país africano, esperamos ter apoio para trazê-lo para cá.”

Facilitar a difusão desse modelo de saneamento em locais carentes é um dos principais objetivos da equipe. Daí a simplicidade da técnica de en-

caixe das fossas e a preocupação em aproveitar todo o resíduo da colheita. “Nossa receita é a fácil utilização dos tijolos fabricados, com os recursos que estiverem disponíveis”, confirma o pesquisador. Para isso eles estão estudando, primeiro em laboratório, aspectos como o clima, o solo da região e os vegetais cultivados no Quênia, além da resistência do protótipo à pressão dos dejetos.

A etapa seguinte será visitar o país por dois anos para entender como os resíduos vegetais utilizados se degradam em contato com o tipo de terreno onde as fossas serão construídas. “Nessa fase vamos adaptar as condições estudadas em laboratório à realidade da região”, conclui Ávila.

CAROLINA DRAGO | CIÊNCIA HOJE | RJ

PINHO, E NÃO CEDRO

Análise identifica madeira que dá forma à escultura de Nosso Senhor do Bonfim, na Bahia

Como saber a origem de uma escultura que chegou ao Brasil há mais de 200 anos? E a madeira de que foi feita, é possível precisar? É o que respondem Lazaro Benedito da Silva, do Instituto de Biologia, e Túlio Vasconcelos de Almeida, da Escola de Belas Artes, ambos professores da Universidade Federal da Bahia (UFBA). A obra em questão é a imagem sacra de Nosso Senhor do Bonfim, importante símbolo religioso do estado, que fica na igreja homônima, em Salvador, sob os auspícios do grupo Devoção, responsável pela curadoria da Igreja e da escultura desde a sua vinda para Bahia até hoje.

Até agora, as pesquisas do trio, que inclui a bióloga Kelly Regina B. Leite, também da UFBA, contribuem com alguns dados novos para a ciência e também para a arte: a madeira trabalhada para dar forma à escultura não é de cedro, como alguns pesquisadores chegaram a pensar, mas de pinho, madeira leve, fácil de cortar, usada para fazer móveis, palitos de fósforo, caixotes e outros. “No Brasil, muitas esculturas eram feitas de cedro – talvez por isso a confusão”, avalia Silva. “O pinho, por outro lado, só che-

gou aqui muito depois, reforçando as evidências históricas de que essa imagem foi trazida de Portugal.”

As conclusões partiram da análise de uma lasca da madeira feita no Laboratório de Anatomia Vegetal e Identificação de Madeiras do Instituto de Biologia da UFBA, coordenado por Silva, onde se costuma fazer o reconhecimento desse tipo de material a pedido de museólogos, historiadores ou mesmo da polícia técnica. A amostra da imagem sacra, por ser muito pequena, foi primeiro adaptada a um molde de resina, com a colaboração de Leite.

Em seguida, o material foi submetido a um procedimento padrão para a identificação de madeiras, que inclui fervura, corte e análise da amostra em lâminas histológicas. “Nós já suspeitávamos que não se tratava de cedro, por causa de características básicas reveladas anteriormente na tomografia”, observa Silva. Mas foram os aspectos específicos identificados na análise em laboratório que permitiram afirmar que a escultura era de pinho: “A coloração, a presença de anéis bem marcados no tronco e os canais de secreção foram determinantes”, exemplifica.

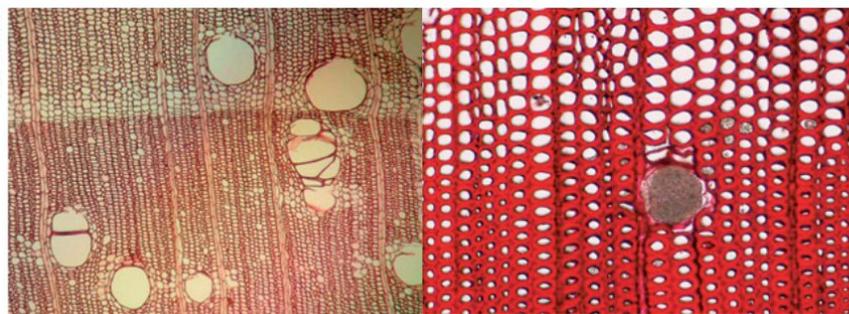


DA CIÊNCIA À CULTURA Segundo dados históricos – alguns já confirmados pelo estudo – a escultura de Nosso Senhor do Bonfim foi trazida para o Brasil em 1754 da cidade de Setúbal, a sudeste de Lisboa, por um capitão português. O desgaste ao longo do tempo foi inevitável, não apenas pela idade da madeira: “Ela foi se deteriorando, sobretudo por causa da participação frequente em procissões e eventos religiosos”, lembra Almeida.

Em 1993, o professor de Belas Artes tornou-se seu restaurador. Nessa época, teve a ideia de estudá-la, ao lado de Silva, para compreender melhor a situação do desgaste e, com isso, facilitar o trabalho de conservação. Os dados da tomografia, por exemplo, ajudaram os estudiosos a localizar o que chamaram de galeria interna, na região torácica da escultura, que teria contribuído para formar as fissuras superficiais da imagem.

No entanto, como lembra Almeida, o estudo não contribuiu apenas para a restauração da escultura. “Esse trabalho não traz informações novas apenas para a ciência, mas enriquece também a história da arte, com destaque para a escultura sacra”, ressalta.

FOTOS LAZARO SILVA



A grande quantidade de fibras torna o cedro (em marrom) uma madeira densa e dura. Já o pinho (em vermelho), sem fibras, é mais leve e mole

CAROLINA DRAGO | CIÊNCIA HOJE | RJ

CIÊNCIA EM MASSA

SBF reúne quase 3 mil pesquisadores em Foz do Iguaçu no maior encontro de sua história

No início do mês de junho, a cidade de Foz do Iguaçu, no oeste do Paraná, serviu de palco para a maior concentração de físicos por quilômetro quadrado da história do Brasil. O Encontro de Física 2011, ou Encontrão, como foi apelidado, reuniu, ao longo de seis dias, um programa extenso com palestras e debates sobre plasmas, matéria condensada, partículas e campos, física nuclear e pesquisa e ensino de física, tópicos que até o ano passado tinham eventos específicos realizados separadamente. Foi a primeira vez que pesquisadores de todas as subáreas da física se reuniram em um único grande congresso.

Ao todo, quase 3 mil pessoas participaram do Encontrão, realizado no Rafain Palace Hotel. Segundo Celso Pinto de Melo, presidente da Sociedade Brasileira de Física (SBF) e coordenador geral do evento, a iniciativa, que deve se repetir nos próximos anos, tem o propósito de melhorar a interação da comunidade de físicos do país, apro-

ximando pesquisadores de diferentes especialidades. A reunião marcou ainda a comemoração dos 45 anos de fundação da SBF, criada no dia 14 de julho de 1966.

Apesar de ser um encontro nacional, a maior parte das apresentações foi feita em inglês, já que o evento contou com diversos convidados estrangeiros. A escolha da cidade para sediar a reunião não foi por acaso: por ficar na tríplice fronteira com Paraguai e Argentina, Foz do Iguaçu foi o cenário ideal para simbolizar a integração da SBF com as comunidades de física da América Latina, compromisso da entidade que virou lema do evento.

Entre os destaques da semana estiveram as palestras dos norte-americanos Douglas Osheroff, da Universidade Stanford, e William Phillips, do National Institute of Standards and Technology, ambos ganhadores do prêmio Nobel de Física na década de 1990. Baseado no exemplo de sua própria carreira, Osheroff destacou a im-

portância do acúmulo de conhecimento para a consolidação de avanços na ciência, enquanto Phillips abordou descobertas recentes sobre a manipulação de átomos com luz – tema de estudo pelo qual foi laureado em 1997.

Na cerimônia de abertura das atividades, o ministro da Ciência e Tecnologia, Aloizio Mercadante, defendeu a utilização dos *royalties* oriundos da exploração petrolífera da camada pré-sal em investimentos científicos e tecnológicos. “O petróleo é um recurso energético não renovável, que as gerações futuras não vão ter. O que vamos deixar para o futuro de nosso país? Uma máquina pública que vai gastar esse dinheiro sem nenhum critério na próxima década, ou vamos exigir que esses *royalties* sejam canalizados prioritariamente para educação, ciência e tecnologia?”

Durante o evento foram discutidos aspectos importantes para o futuro da pesquisa em física no país, como o desenvolvimento do programa nuclear brasileiro, experiências de físicos na indústria e sistemas de avaliação de instituições e pesquisadores. Foram apresentados ainda o novo projeto do *Brazilian Journal of Physics*, periódico da SBF reformulado recentemente, e os primeiros resultados do mapeamento da comunidade de física, espécie de censo dos cientistas da área realizado pela SBF em parceria com o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).

O evento manteve também um programa de atividades de divulgação científica voltado para professores e alunos de ensino médio de Foz do Iguaçu e região. De acordo com a SBF, cerca de 600 estudantes acompanha-





Douglas Oscheroff, um dos palestrantes do encontro, descobriu a superfluidez do hélio-3, seguindo linhas de pesquisa nas quais atuaram dezenas de físicos: ciência se faz por acúmulo

ram palestras sobre temas como física de partículas, radiação ionizante e energia nuclear. Confira a seguir alguns dos temas debatidos no evento.

FÍSICOS NA INDÚSTRIA A participação de físicos no setor industrial foi tema de várias discussões no Encontro de Física 2011. Conforme mostrou o ex-ministro da Ciência e Tecnologia, Sérgio Machado Rezende, da Universidade Federal de Pernambuco, o Brasil teve um crescimento exponencial na quantidade de físicos graduados e pós-graduados, mas o ingresso desses profissionais em empresas não acompanhou essa evolução. “Os físicos brasileiros estão contribuindo em áreas de fronteira em um ritmo cada vez mais rápido”, disse, em plenária sobre educação científica. “Mas, para que a física contribua mais decisivamente para o desenvolvimento do país, é necessário haver mais físicos trabalhando na indústria.”

Ao longo do evento, a SBF organizou quatro simpósios para tratar do tema. Participaram dos debates físicos que atuam em grandes companhias, como a Petrobras e a Embraer, e em empresas de pequeno e médio portes. A ideia era mostrar para o público que

há possibilidade de desenvolver projetos de alta tecnologia em setores que vão da construção de equipamentos médicos a satélites espaciais. Tanto nessas discussões quanto na palestra de Rezende, foi consenso que a solução para o desinteresse de físicos em atuar na indústria passa por uma mudança na formação acadêmica. “É preciso incluir no currículo do ensino superior de física disciplinas que tratem de empreendedorismo, para estimular os profissionais a interagir com o mercado”, defendeu o ex-ministro da Ciência e Tecnologia.

DE ONNES A OSHEROFF Um misto de palestra motivacional com apresentação científica marcou a sessão especial do Encontro de Física 2011, comandada pelo norte-americano Douglas Oscheroff, da Universidade Stanford. Para falar para físicos sobre “como os avanços na ciência são feitos”, ninguém melhor que um dos ganhadores do prêmio Nobel de Física de 1996. E Oscheroff faz questão de se apresentar como “um dos ganhadores”, não “o ganhador”, já que, segundo ele, os avanços são, via de regra, resultado de trabalhos de vários cientistas.

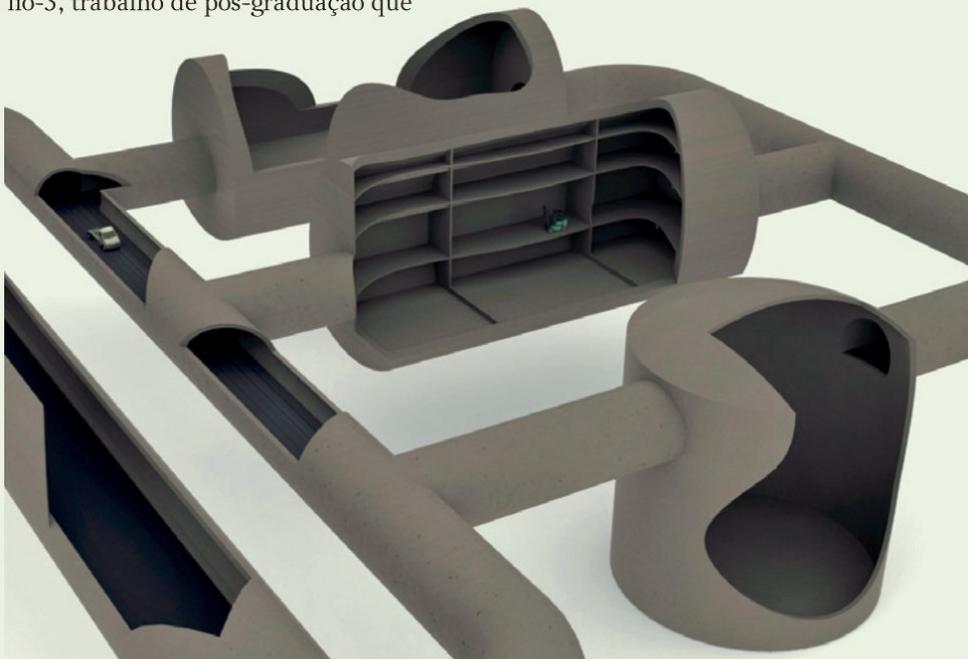
Para ilustrar sua tese, o físico relatou, em detalhes, como os trabalhos desenvolvidos por outros pesquisadores ao longo de seis décadas o levaram à descoberta da superfluidez do hélio-3, trabalho de pós-graduação que

rendeu a ele o Nobel. A história começa com o holandês Heike Kamerlingh Onnes (1853-1926) – agraciado com o Nobel de Física em 1913 por ter conseguido liquefazer o hélio – e passa por pesquisas de mais de uma dezena de outros físicos.

Osheroff deu dicas também de estratégias de investigação que podem aumentar a probabilidade de um pesquisador fazer uma descoberta. “Utilize tecnologias novas; não desista se as coisas começam a dar errado; gaste um pouco de tempo fazendo algo diferente; abra mão de muitos compromissos; e afaste-se ocasionalmente do que está fazendo para ter uma perspectiva melhor de sua atividade.” As recomendações, segundo ele, valem para qualquer área de conhecimento.

PESQUISA DE FUNDO O primeiro laboratório subterrâneo do hemisfério Sul, essencial para a realização de pesquisas com neutrino e matéria escura, foi tema em um simpósio do Encontro de Física 2011. O Andes, como foi batizado, é iniciativa de um consórcio latino-americano formado por Brasil, Argentina, Chile e México, e teve a primeira reunião para discussão de >>>

Ilustração do portal argentino de acesso ao laboratório Andes, que será construído a uma profundidade de aproximadamente 1.750 m na fronteira entre Chile e Argentina



seu projeto no último mês de abril em Buenos Aires. Detalhes do laboratório foram apresentados pela física argentina Carla Bonifazi, do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O laboratório será construído como uma espécie de anexo do túnel rodoviário Água Negra, que ligará Chile e Argentina, atravessando a cordilheira dos Andes, e ficará em um trecho do túnel situado abaixo de 1.750 m de rocha. A licitação para a construção da passagem subterrânea, que terá 14 km de extensão, deverá ser lançada em setembro, e a previsão é de que a obra esteja concluída até 2018.

O projeto do laboratório Andes prevê três grandes câmaras e um túnel linear para a instalação de um acelerador de partículas. Segundo Bonifazi, estima-se que os custos para a construção do laboratório cheguem a US\$ 10 milhões. Laboratórios subterrâneos são essenciais para a realização de experimentos na área de física de partículas por estarem expostos a níveis baixíssimos de radiação cósmica.

CRIME E CASTIGO Em meio a temas como magnetismo, efeito Kondo e sistemas eletrônicos fortemente correlacionados, o físico José Roberto Iglesias, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, dedica-se também à sociofísica, linha de pesquisa que utiliza métodos e conceitos da física para o estudo de interações sociais. Em um

de seus trabalhos, apresentado no encontro, Iglesias analisa até que nível crimes econômicos podem ser tolerados em uma sociedade, sem que haja aumento de criminalidade devido à impunidade.

Segundo seus estudos, crimes como furto e assalto, considerados 'pequenos', podem ser deixados impunes, sem que haja prejuízos significativos à sociedade. "Há ocasiões em que o custo social para punir um criminoso é mais alto que o prejuízo que ele causou", disse o físico na apresentação. Iglesias fez simulações de sociedades artificiais a partir de uma fórmula que leva em conta um coeficiente de honestidade da população, o nível de impunidade e a percepção de criminalidade por parte da população.

As projeções – que serão publicadas em breve no periódico científico *Journal of Physics A* – apontam, por exemplo, que o índice de honestidade de uma sociedade, que reflete, entre outras coisas, valores éticos e nível de educação, é um ingrediente essencial para a existência ou não de um crime. Outra conclusão é que é muito mais difícil reverter uma situação de alto índice de criminalidade do que manter um baixo nível, já que o índice de honestidade varia em função da probabilidade de punição. Para Iglesias, punição a um criminoso não pode se resumir apenas a multas e a prisão, já que um ex-detento pode se sentir ainda mais motivado

a cometer um crime após sair da cadeia devido a uma situação econômica desfavorável. Em um modelo ideal, o criminoso que já cumpriu pena deve obter imediatamente uma atividade remunerada.

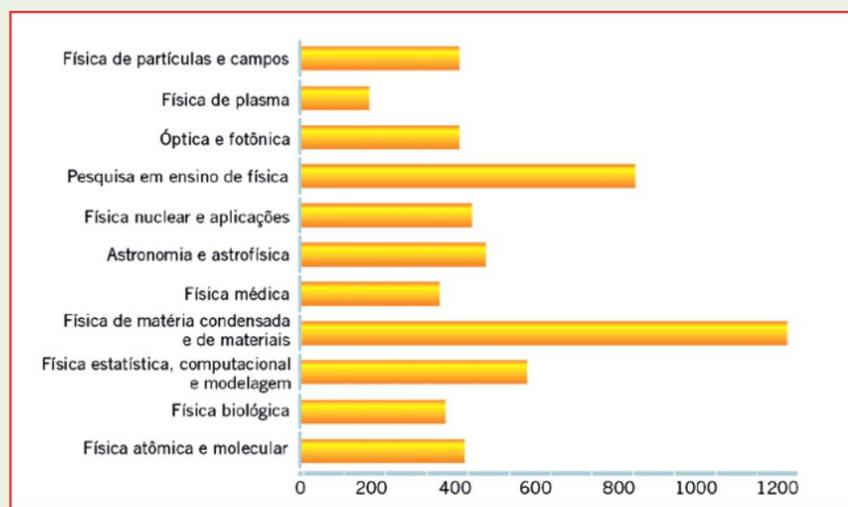
DINÂMICA ESTOCÁSTICA E DENGUE Em uma sessão de apresentações orais sobre aplicações de física teórica em sistemas vivos, Suani Pinho, da Universidade Federal da Bahia, mostrou como sua equipe investiga, com base em conceitos matemáticos, o modelo de propagação da dengue. A fala da pesquisadora misturava o linguajar das ciências exatas com discursos semelhantes ao de profissionais da saúde. "Aplicamos dinâmica estocástica em um modelo de matriz de dengue para analisar a transição entre as fases ativa e inativa da doença em termos de parâmetros relacionados ao controle de vetores", disse.

Em termos gerais, a dinâmica estocástica prevê a evolução de um processo aleatório em função do tempo e pode ser analisada em termos de probabilidades. A fase ativa da dengue diz respeito ao período em que há epidemia da doença, uma virose transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*.

Além do inseto transmissor, há mosquitos chamados suscetíveis, ou seja, que não têm o vírus, mas que podem se infectar quando picam uma pessoa infectada. Entre humanos, existem três possibilidades de classificação: suscetível, infectado ou recuperado. A partir de fórmulas que calculam as probabilidades, por exemplo, de um humano suscetível ser picado por um mosquito infectado, ou de um mosquito suscetível picar um humano infectado, os físicos descobriram um modelo contínuo de transição de fase inativa para ativa da enfermidade.

O gráfico, com dados preliminares do primeiro censo da comunidade de físicos do Brasil, mostra as áreas com que os profissionais mais se identificam. Cerca de 3 mil físicos (que podiam escolher mais de uma área) responderam os questionários aplicados

FONTE: SBF/CFEE



Uma análise do quadro de infecção pela doença na cidade de Salvador mostrou que o modelo se aplica adequadamente à propagação do vírus entre a população. “Prever a sistemática da transmissão da dengue é essencial para o desenvolvimento de programas de prevenção da doença”, concluiu Pinho.

CENSO DE FÍSICA O esforço de integrar grupos de físicos de diferentes áreas de pesquisa está por trás também de outra iniciativa inédita da SBF: o primeiro mapeamento da comunidade de físicos do país, uma espécie de censo dos pesquisadores e profissionais da área. O levantamento está em sua primeira etapa e é feito por meio de questionários de múltipla escolha respondidos pela internet. A segunda fase do estudo deve ser concluída até o fim do ano.

“O Brasil é o quinto maior país do mundo, a sétima economia e logo podemos ser uma das maiores potências em produção científica, mas não sabemos exatamente que desafios vamos enfrentar para essa posição se consolidar”, explicou Celso Pinto de Melo, na apresentação de resultados preliminares da pesquisa. A pesquisa permite saber desde faixa etária, gênero e área de afinidade dos respondentes até os temas em que consideram que o Brasil mais vai se destacar.

Até o dia 16 de junho, o questionário havia sido preenchido por pouco mais de 3 mil pessoas, de um total de 19 mil que foram convidadas a respondê-lo. Entre os resultados que chamaram a atenção estava o fato de 11% dos pesquisadores que atuam em instituições brasileiras dizerem que o Brasil não enfrentará desafios em qualquer área de pesquisa em física. Entre os físicos brasileiros que trabalham no exterior, a visão é diferente: o índice cai para 7%. Os resultados preliminares podem ser consultados em http://www.cgee.org.br/sbf/flex_estat/main.html.

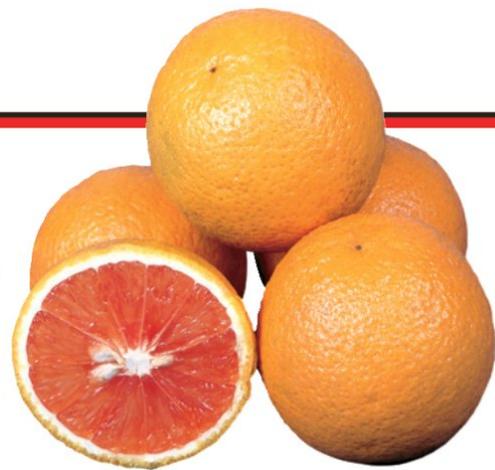
CÉLIO YANO | CIÊNCIA HOJE | PR

NUTRIÇÃO

Vermelha como o coração

Para quem sofre do coração, uma boa notícia: beber diariamente suco de laranja vermelha pode ajudar a diminuir os níveis de colesterol e os riscos cardíacos. Foi o que comprovou o estudo da nutricionista Cláudia Gonçalves de Lima, desenvolvido durante seu mestrado na Universidade Estadual Paulista (Unesp), em Araraquara (SP), feito com 35 voluntários saudáveis orientados a ingerir 750 ml do suco por dia, ao longo de dois meses.

Os exames de sangue dos participantes indicaram a redução de 9% do colesterol total, 11% do LDL, ou colesterol ‘ruim’, e 49% da proteína C reativa, ligada a doenças cardiovasculares. “Mas é preciso mais estudo até que possamos recomendar doses do suco para tratar pacientes com problemas cardíacos”, pondera Lima. Ela explica que, em alguns casos, como o dos



A coloração avermelhada da polpa se deve à concentração maior de carotenoides, como o licopeno

diabéticos, essa indicação deve ser avaliada com mais cuidado.

Participaram do teste 16 mulheres e 19 homens, na faixa dos 35 anos, todos orientados a manter os hábitos alimentares durante o período. Entre eles, havia obesos, pré-obesos e os que praticavam alguma atividade física. O suco pasteurizado, conta a nutricionista, foi fornecido por uma indústria paulista. “A laranja de polpa vermelha, mais rica em carotenoides que a laranja clara, ainda não é produzida em escala comercial no Brasil”, lembra.

FONTE: CENTRO AFPA CIBROS / SIVIVO MOREIRA/LAC

MEXILHÃO EM PÓ

Salgadinhos, sopas e algumas bebidas em breve poderão ser aromatizados com um ingrediente novo, à base de mexilhão. Feito em pó, o aroma desse molusco pode ser estocado por mais tempo do que se estivesse na forma líquida. Ele foi desenvolvido pela engenheira de alimentos Vanessa Martins da Silva durante seu doutorado na Universidade Estadual de Campinas.

Para produzi-lo, a pesquisadora quebrou as enzimas da carne de mexilhão em um processo chamado hidrólise, tornando mais fácil sua absorção e digestão pelo organismo. Em seguida, ela submeteu o produto à secagem – ou *spray drying* –, mesmo procedimento usado na fabricação do leite em pó. “O pó aromático resultante não é um tempero pronto, fornece somente o aroma e o sabor de mexilhão”, lembra Silva.

A ideia de desenvolvê-lo veio de uma empresa interessada em usar o aroma de mexilhão em alimentos desidratados e bebidas à base de tomate, mas essa não é sua única aplicação. “Esse produto poderá ser empregado também como emulsificante em alimentos, tornando-os mais homogêneos, ou como suplemento, já que o hidrolisado de mexilhão é rico em peptídeos e aminoácidos, que têm alto valor nutricional”, ressalta a engenheira.

Pó aromático à base de mexilhão: novo produto poderá ter várias aplicações



FOTO: VANESSA MARTINS DA SILVA

ENERGIA

NOVA FONTE DE ETANOL

Obtido principalmente da cana-de-açúcar, o etanol brasileiro em alguns anos já poderá ser produzido também a partir da casca do eucalipto. A ideia é aproveitar as quase 20 milhões de toneladas de resíduos descartados por ano pelas fábricas de celulose. É o que propõe a pesquisa de doutorado do químico Juliano Bragatto, orientada por Carlos Alberto Labate na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da USP, em Piracicaba.

“A análise química das cascas mostrou que elas são ricas em açúcar solúvel”, diz Bragatto. Os resultados comprovam: uma tonelada delas gera até 200 kg de açúcar, que produzem 100 litros de etanol. Para extrair o carboidrato, a equipe lavou os resíduos com água quente, para então submetê-los à fermentação – mesmo processo ao qual se submete a cana para a geração de etanol. Como as cascas vão secando com o passar do tempo, o ideal é aproveitá-las logo depois do corte.

Para Labate, o álcool obtido a partir dos resíduos de eucalipto deverá ser mais competitivo no mercado, em função dos menores custos dessa forma de produção. “Além disso, converter em biocombustível essa matéria orgânica que seria incorporada pelo solo, contribuindo para o efeito estufa, pode resultar em créditos de carbono para o Brasil”, defende o engenheiro. Agora seu grupo estuda como aproveitar a parte da casca sem o açúcar solúvel, a fim de aumentar o rendimento do etanol.



Casca do eucalipto rica em açúcares é usada para a produção do etanol. A ideia do grupo, em longo prazo, é industrializar os processos de obtenção dessa nova versão do combustível, a partir da infraestrutura da própria indústria do álcool

BIOLOGIA

DESCOBERTO NOVO SAPO NO CERRADO

Das cerca de 6 mil espécies de anfíbios conhecidas, pouco mais de 2 mil são consideradas ameaçadas de extinção. Apesar desse cenário preocupante, novas espécies ainda são descobertas no Brasil. Um dos mais recentes animais descritos é o sapo *Proceratophrys vielliardi*, coletado pelo biólogo Ariovaldo Antônio Giaretta, da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, em Goiás.

O sapo é o segundo do gênero *Proceratophrys* encontrado na região central do país. Giaretta acredita que a espécie é endêmica, ou seja, só habita a região em que foi coletada. No entanto, são necessários mais estudos para uma confirmação. “Apesar de ser um sapinho relativamente convencional, sua descoberta mostra como ainda não sabemos o suficiente e como estudos básicos de prospecção de biodiversidade ainda são importantes”, afirma o biólogo.

O nome *Proceratophrys vielliardi* é uma homenagem ao ornitólogo Jacques Marie Edme Vielliard, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), falecido no ano passado. Vielliard foi um dos pioneiros no país da bioacústica, ramo da biologia que estuda o som produzido pelos animais. “O Jacques ajudou a difundir a ideia de que deve haver um padrão de canto para cada espécie”, conta o biólogo que, entre muitos aspectos, levou em conta o coaxar do sapo para caracterizá-lo como uma nova espécie.



FOTO ARIIVALDO ANTÔNIO GIARETTA

Contra o tempo

O diagnóstico do vírus da Aids no Brasil está prestes a se tornar mais rápido. Em vez de demorar semanas, como ocorre com os exames disponíveis, o resultado do teste que detecta a presença do HIV poderá sair em 20 minutos. É o que promete a elaboração de um novo *kit* pelo Instituto de Tecnologia em Imunobiológicos da Fiocruz. Basta colocar uma gota de sangue do paciente em uma das aberturas de uma placa de plástico, com um líquido especial. O diagnóstico é obtido, a partir de um padrão de linhas, quando essa amostra entra em contato com os antígenos, em outro campo da placa. Cinco vezes mais barato que os testes importados, o *kit* deve começar a ser distribuído para a rede pública de saúde no segundo semestre deste ano.

IMUNOLOGIA

Fiocruz desenvolve vacina para esquistossomose

Uma doença que atinge 200 milhões de pessoas no mundo está próxima de ganhar um programa de prevenção e controle de transmissão. Pesquisadores da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) estão desenvolvendo uma vacina contra a esquistossomose. O produto, feito com tecnologia nacional, obteve ótimos resultados em testes com animais e terá a eficácia avaliada em seres humanos ainda em 2011.

“Obtivemos cerca de 70% de imunidade em testes com camundongos”, informa Miriam Tendler, médica responsável pela pesquisa. De aplicação intramuscular, a vacina gerou defesa duradoura no organismo dos animais. Agora, o produto será testado com seres humanos, num esquema vacinal em três doses, conforme aprovação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).

A principal substância da vacina brasileira é a proteína **Sm-14**, extraída do *S. mansoni*, verme causador da doença. Presente na estrutura da maioria dos helmintos, vermes que parasitam o interior de outros organismos, a proteína amplia a atuação do produto. “A vacina combate doenças como a fasciolose hepática, principal parasitose do gado de consumo”, exemplifica a médica.

Devido a esse aspecto, a Fiocruz firmou parceria com a Ourofino Agronegócios, empresa especializada em produtos veterinários, que vai ficar responsável pela produção da vacina para uso animal. Segundo Tendler, ainda não há previsão de quando o produto chegará ao mercado.

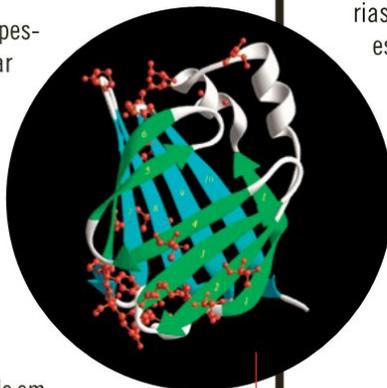


FOTO RICHARDO GARRATI

MEDICINA ESPORTIVA

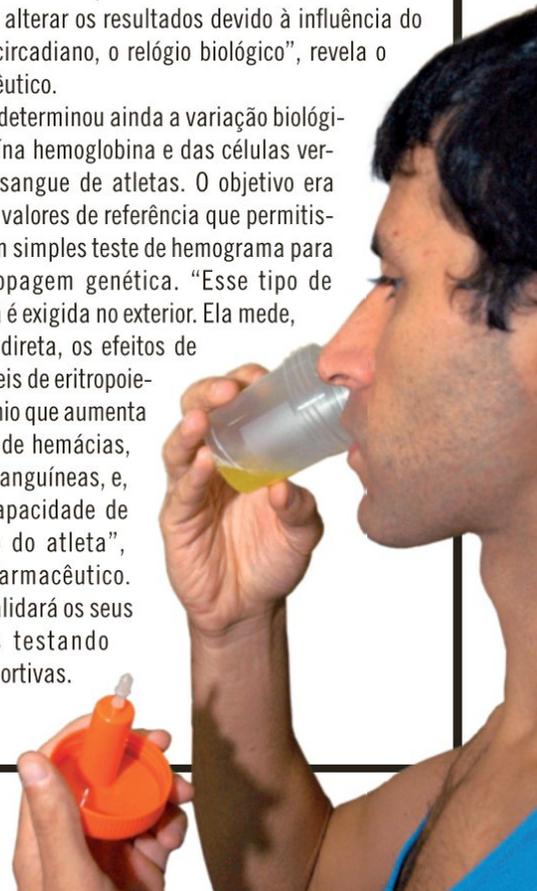
Saliva substitui sangue em teste de estresse

A saliva é um meio mais prático do que o sangue para medir o estresse físico e psicológico dos atletas durante o treinamento e as competições. Mas seu uso no Brasil esbarrava na falta de valores de referência das substâncias presentes no fluido corporal. A tese de doutorado do farmacêutico Lázaro Alessandro Soares Nunes, defendida no Departamento de Bioquímica da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), propõe uma solução para o problema.

Usando um *kit* de coleta de saliva importado por uma multinacional do ramo de produtos médico-hospitalares, em Americana (SP), Nunes analisou amostras de 115 jovens da Escola Preparatória de Cadetes do Exército (Espcex). “Esses rapazes têm a mesma faixa etária, são originários de diferentes regiões do nosso país, vivem em um ambiente controlado e fazem atividades físicas diárias. São um excelente grupo-controle para esse tipo de estudo”, diz Nunes.

Segundo o farmacêutico, foi possível estabelecer valores de referência para a capacidade antioxidante, que protege o organismo contra possíveis lesões celulares; e para a proteína alfa-amilase, relacionada a estresse psicológico. “Também descobrimos que o horário da coleta de saliva pode alterar os resultados devido à influência do ciclo circadiano, o relógio biológico”, revela o farmacêutico.

Nunes determinou ainda a variação biológica da proteína hemoglobina e das células vermelhas no sangue de atletas. O objetivo era estabelecer valores de referência que permitissem usar um simples teste de hemograma para detectar dopagem genética. “Esse tipo de avaliação já é exigida no exterior. Ela mede, de forma indireta, os efeitos de maiores níveis de eritropoietina, hormônio que aumenta a produção de hemácias, as células sanguíneas, e, assim, a capacidade de oxigenação do atleta”, explica o farmacêutico. Ele agora validará os seus resultados testando equipes esportivas.



Limites ecológicos na economia pós-moderna

DARY M. G. RIGUEIRA

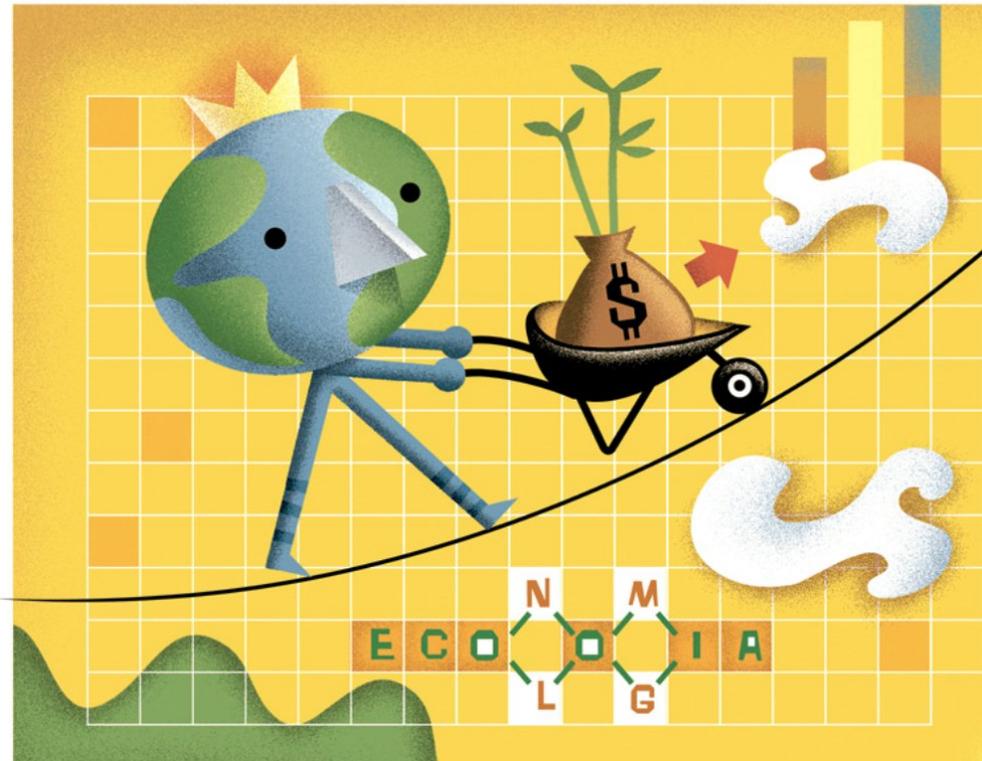
Programa de Mestrado em Ecologia
e Biomonitoramento,
Universidade Federal da Bahia

A economia pode ser definida como o estudo da atribuição de recursos limitados ou escassos entre fins alternativos ou competidores. Na perspectiva de uma economia neoclássica, a produção econômica deve crescer para sempre, partindo do pressuposto que os humanos são insaciáveis e que seu bem-estar é aumentado ou mantido por meio da maior provisão possível de bens e serviços. No entanto, outro ponto de vista, que pode ser chamado de economia ecológica, questiona esse crescimento infinito, entendendo que o desenvolvimento econômico deve considerar os recursos finitos, sejam eles renováveis ou não renováveis.

A economia ecológica preconiza o desenvolvimento qualitativo, em lugar do simples crescimento econômico, além de entender que o bem-estar da humanidade está fortemente ligado aos serviços ecossistêmicos promovidos pela natureza – no mundo de hoje, pelos remanescentes naturais.

Essa visão alternativa aponta, como conceito norteador para o desenvolvimento econômico, a ‘identificação de limites ecológicos’. Limites podem ser tidos como pontos ou zonas de mudança abrupta (ou em curtos intervalos) do estado de uma matéria ou de um sistema, formando um padrão não linear. Esse conceito é bem conheci-

ILUSTRAÇÃO MARIO BAG



Pensar na integração entre economia e ecologia é colocar um teto à curva exponencial do crescimento econômico neoclássico que desconsidera a finitude dos recursos naturais

do na física (o exemplo clássico é a mudança do estado líquido para o gasoso, ou seja, a evaporação), mas é relativamente recente na ecologia, onde tem sido utilizado para descrever rápidas alterações na qualidade de um ecossistema, na estrutura de uma paisagem ou na perda de populações biológicas, revelando-se em valores críticos de uso ou conversão da paisagem natural por atividades humanas. Estudos sobre limiares de extinção indicam, por exemplo, que remanescentes florestais reduzidos – em quantidade e tamanho – colocam em xeque a manutenção da biodiversidade nessas paisagens, reduzindo drasticamente os bens e serviços ecossistêmicos promovidos pela

riqueza e variedade de espécies.

Infelizmente, na vigente economia neoclássica, os limiares ecológicos vêm sendo desconsiderados pelos tomadores de decisão, favorecendo grupos econômicos com forte influência na escala nacional e desconsiderando dados científicos produzidos por instituições públicas de pesquisa em ecologia.

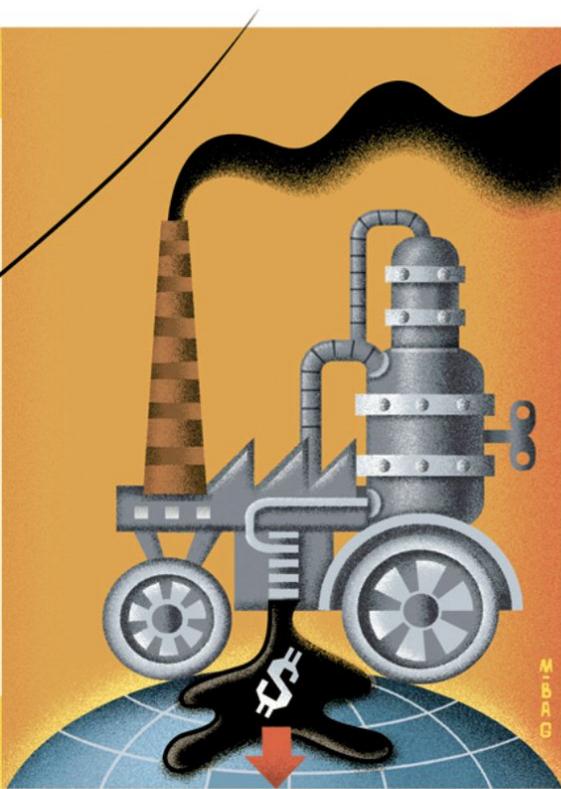
Um exemplo notório e atual é observado na proposta de revisão do Código Florestal brasileiro (Lei nº 4.771/65), em tramitação no Senado Federal. Esse projeto de lei, entre outros aspectos, reduz as Áreas de Preservação Permanente (APPs), como matas ciliares, e desobriga pequenas propriedades da manutenção da Reserva Legal (RL) de mata nativa, desconsiderando possíveis limiares ecológicos para os biomas brasileiros. O principal argumento para essas reformas é a alegação de que há um estrangulamento da expansão de terras agrícolas, supostamente bloqueado pelas áreas de proteção ambiental e pela reserva legal, atravancando o crescimento – não o desenvolvimento – do agronegócio.

A aprovação do novo Código pela Câmara dos Deputados deixa evidente que pressões econômicas, dentro de um modelo neoclássico e na contramão da economia ecológica, pesam mais do que a compreensão dos limiares ecológicos e o respeito a este ou a qualquer outro aspecto que nos remeta à sustentabilidade, mesmo que empiricamente demonstrados. As alterações da proposta oferecem um objeto de reflexão extremamente útil sobre as di-

retrizes de desenvolvimento nacional. Uma análise holística desse episódio permite compreender um pouco mais sobre a elaboração e o estabelecimento das políticas nacionais e seus fundamentos, que em muitos casos não têm embasamentos técnicos ou científicos.

Pensar na integração entre economia e ecologia é reconhecer limites nessa relação, é colocar um teto à curva exponencial do crescimento econômico neoclássico que desconsidera a finitude dos recursos naturais, é reconhecer a existência de um limiar. O uso da teoria de limiares ecológicos em pesquisas empíricas na identificação de áreas mínimas viáveis, para reduzir/evitar extinções e manter a biodiversidade, é de grande valia para o direcionamento de estratégias de controle e manutenção da qualidade ambiental, para garantir os serviços ecológicos ou o provimento de bens. Portanto, a determinação de limiares ecológicos revela-se uma ferramenta com importantes implicações na gestão sustentável dos biomas brasileiros.

Esta, no entanto, é apenas uma perspectiva, dentro do amplo leque de teorias ecológicas e econômicas aplicáveis à proposição de estratégias desenvolvimentistas e conservacionistas. Integrar essas visões e pesquisas empíricas, em um debate despido de interesses particulares ou de grupos específicos, sejam econômicos ou ecológicos, é um desafio atual que requer um envolvimento mais intenso e constante das diferentes partes: academia, poder público e sociedade civil. 



— Faculdade de Letras

— Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)

Confidências de um exilado

Documento inédito de autoria do escritor gaúcho Dyonélio Machado (1895-1985) foi resgatado pelo estudante Camilo Mattar Raabe, da Faculdade de Letras da PUCRS. Em seu trabalho de iniciação científica, feito sob orientação da professora Vera T. de Aguiar, Raabe está reorganizando e digitalizando o acervo literário do autor, conhecido pelas obras *Os ratos* (1935) e *O louco do Cati* (1942). No texto, de três laudas datilografadas, com correções a caneta, Machado confessa:

“Agora, que penso no assunto, vejo como era arriscado, há quase meio século, escrever como escrevi”.

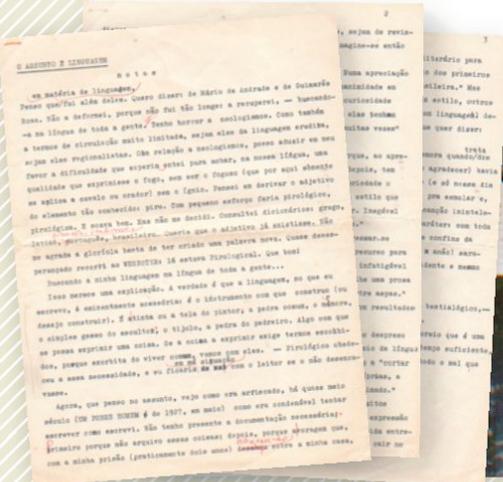
Em explícita referência à linguagem de escritores modernistas como Mário de Andrade (1893-1945) e Guimarães Rosa (1908-1967), ele repudia neologismos e termos de circulação limitada, sejam da linguagem erudita ou regionalista. O documento, que estava em poder da família do escritor, intitula-se ‘O assunto é linguagem’. Embora não seja datado, calcula-se que seja da década de 1970.

O trabalho de Raabe à frente do acervo de Dyonélio Machado – aberto à pesquisa no Espaço de Documentação e Memória

Cultural, na biblioteca da PUCRS – objetiva reacender o interesse pela obra do escritor, que caiu no esquecimento entre as décadas de 1950 e 1980. Só a partir dos anos 1990 passou a merecer certa atenção no meio acadêmico. Segundo o estudante, “isso se deve ao estigma criado em torno de Dyonélio, marcado por ferrenha atuação na esquerda política e coloquialidade literária”.

Com a reorganização e digitalização do acervo do autor – que se destacou também como psiquiatra e grande divulgador da psicanálise no Rio Grande do Sul – e com a difusão de documentos como o que acaba de ser encontrado, espera-se que vida e obra de Dyonélio Machado possam ser mais bem compreendidas.

Texto inédito de Dyonélio Machado – fotografado em sua biblioteca em 1949 – descoberto recentemente integrará acervo do autor no Espaço de Documentação e Memória Cultural da PUCRS



Gás carbônico animado

Como abordar a questão do dióxido de carbono lançado na atmosfera de forma bem-humorada? Com esse desafio, alunos do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) criaram o vídeo de animação *O cativoiro*. Nele, os estudantes Marco Fontes e Thiago Alves interpretam um professor e o vilão CO₂, respectivamente. O trabalho venceu um concurso sobre o uso da tecnologia a favor do ser humano realizado pela empresa de engenharia Radix.

Os graduandos contaram com a ajuda de Pedrina Tavares, aluna do curso de *design* da UFPE. Foi ela quem lhes apresentou a técnica *stop motion*, que combina desenhos e fotografias. Para José Geraldo Pacheco, um dos professores que orientaram o trabalho, o vídeo apresenta o conteúdo acadêmico em linguagem mais popular.

A animação trata a questão do sequestro de CO₂, tema do projeto de pesquisa do qual Alves participa. O gás, utilizado pelas

plantas no processo de fotossíntese, é essencial para a vida do planeta, pois é responsável pela manutenção da temperatura no globo. Porém, a emissão do gás carbônico na atmosfera gera consequências negativas para o meio ambiente, como o aumento do efeito estufa. O sequestro é uma alternativa para amenizar o fenômeno. “O armazenamento do dióxido de carbono em aquíferos salinos, minas desativadas e reservatórios de petróleo pode mitigar os efeitos de sua emissão”, explica Fontes. Alves lembra que os reservatórios de petróleo do pré-sal têm 15% em volume de CO₂, destacando ainda mais a importância das técnicas de armazenamento.

Com o êxito no concurso, os idealizadores foram convidados para a maior conferência sobre petróleo do mundo, realizada em maio último em Houston, nos Estados Unidos.

ENGENHARIA QUÍMICA

— Departamento de Engenharia Química

— Universidade Federal de Pernambuco



FOTO: CICERO RODRIGUES

*Bem-sucedidos
em terra,
os franceses
não tiveram
sorte no mar.
E o controle do
Mediterrâneo
era inviável
sem as vitórias
navais*

TEMPOS DE GUERRA NO MEDITERRÂNEO

Quando os reis de França foram guilhotinados em 1793 – Luís XVI em janeiro, Maria Antonieta em outubro –, ficou evidente que a Revolução Francesa não estava para brincadeiras. As monarquias europeias de cunho mais absolutista se fecharam, aliadas, contra o notável exército revolucionário. A partir de 1796, um jovem general, Napoleão Bonaparte, pintou e bordou no norte da Itália, comandando as tropas do governo do Diretório. Além de atestarem a monstruosidade da guerra, suas cartas, em geral bastante insolentes, são um testemunho impressionante da pilhagem feita pelos franceses, que carregavam quadros, estátuas, livros e manuscritos preciosos para Paris, onde muitos permanecem até hoje, no Museu do Louvre, inaugurado pouco depois.

Não bastasse convulsionarem a geografia da Itália, transformando em satélites franceses regiões milenarmente soberanas, como a república de Veneza e o ducado do Piemonte, os franceses desceram sobre Roma, prenderam o papa, tocaram de Nápoles o rei Fernando, cunhado do pobre Luís XVI, e, numa operação espetacular, foram dar no Cairo, onde Bonaparte se vestiu à oriental e pontificou em meio a um grupo de sábios europeus escolhidos a dedo.

Bem-sucedidos em terra – as batalhas de Arcole, de Marengo e das Pirâmides atestam o brilho dos exércitos revolucionários –, os franceses não tiveram sorte no mar, fustigados por britânicos, como o contra-almirante Horatio Nelson e o capitão Sidney Smith. E o controle do Mediterrâneo era inviável sem as vitórias navais.

Relatos diplomáticos registram o dia a dia coloridíssimo de portos mediterrânicos, como Nápoles, Palermo e Cagliari, controlados precariamente por reis acossados e inseguros, como o das duas Sicílias e o da Sardenha. No Mediterrâneo, no arco que vai da Sardenha à Sicília, transitavam ininterruptamente os navios britânicos e os que

os apoiavam, como a esquadra portuguesa do marquês de Niza. Participavam ainda do cerco de Malta, ilha ocupada pelos franceses de 1798 a 1801 e ponto estratégico das operações mediterrânicas. Viajar em navios de países envolvidos no conflito – Portugal, Inglaterra, França, Rússia, Áustria – era um grande risco. Assim, diplomatas em trânsito e fugitivos, como os ‘emigrados’ franceses contrarrevolucionários, esperavam semanas e até mais de um mês para, numa embarcação sob bandeira da Dinamarca, ir de Livorno (porto que servia à Toscana, também ocupada) a Palermo, para onde a corte napolitana se deslocara no final de 1798.

Entre o final do século 18 e o início do século 19, o grande herói das lides mediterrânicas foi mesmo Horatio Nelson. Após destroçar a armada francesa na batalha do Nilo (1798), parou em Nápoles, onde a Corte e o povo o acolheram em delírio. Cobriu a fuga real para Palermo no Natal de 1798, viveu nas residências do embaixador britânico William Hamilton, com ele compartilhando os amores de Emma Hart, com quem o velho diplomata se casara, movido por uma paixão outonal. Nelson e Sidney Smith apoiaram também os vaivéns da corte sarda entre sua ilha e a península italiana. Os britânicos foram, portanto, a garantia do controle contrarrevolucionário do Mediterrâneo.

Controle bem-sucedido, em que pesem os revezes. Em 1805, Nelson venceu a batalha de Trafalgar, na costa espanhola, levando os franceses a desistirem das aventuras no mar, deixando-se quando muito ficar em portos como Nápoles, mas sempre em terra. O peito cintilante de medalhas, Nelson se postou na proa de seu navio, sem dar ouvidos aos alertas de que seria, assim, alvo fácil para o inimigo. Uma bala de canhão lhe abriu o ventre, mas comandou as operações até morrer, deitado no convés, ganhando a batalha para a Grã-Bretanha. **CH**

LAURA DE MELLO E SOUZA

Departamento de História,
Universidade de São Paulo

Sem resistência

1911 ERA DESCOBERTO O FENÔMENO DA SUPERCONDUTIVIDADE ELÉTRICA. Se você já fez um exame de ressonância magnética nuclear – que não usa raios X nem substâncias radiativas, evitando assim efeitos nocivos à saúde –, você se beneficiou da descoberta da supercondutividade. O fenômeno foi primeiro observado pelo físico holandês Heike Kamerlingh Onnes (1853-1926) em 1911, quando, ao estudar as propriedades de metais a baixas temperaturas, notou que a resistência elétrica do mercúrio caía praticamente a zero a temperaturas próximas de 4,2 K (-268,9°C). A esse estado de resistência nula alcançado pelo mercúrio e outros metais estudados Onnes chamou 'estado de supercondutividade'; a temperatura em que a transição ocorre é conhecida como temperatura crítica. Três anos antes, Onnes tinha conseguido a proeza de liquefazer o gás hélio, culminando seus esforços empreendidos ao longo de anos para desenvolver novas técnicas de obtenção de temperaturas muito baixas. Por seus trabalhos, recebeu o Nobel de Física em 1913.

JOSÉ FERNANDO MOURA ROCHA

Departamento de Física do Estado Sólido,
Universidade Federal da Bahia



FOTOMUSEUM/BOERHANE

Heike Kamerlingh
Onnes (1853-1926)

DESDE ONNES, A FÍSICA DOS CHAMADOS supercondutores esteve em contínuo progresso, com a descoberta de novos materiais supercondutores e de outras propriedades importantes, como o efeito Meissner – descoberto pelos físicos alemães Walther Meissner (1882-1974) e Robert Ochsenfeld (1901-1993) em 1933 –, que consiste na expulsão de campos magnéticos do interior do supercondutor e pode ser usado para gerar forças de levitação magnética. Mas os maiores avanços na área ocorreram na segunda metade do século 20. Nesse período, dois grandes eventos marcaram a física da supercondutividade.

O primeiro foi a formulação, em 1957, de uma teoria microscópica para explicar o fenômeno, que ficou conhecida como teoria BCS, as letras iniciais dos sobrenomes de seus autores: os físicos norte-americanos John Bardeen (1908-1991), Leon Cooper e John Schrieffer, agraciados com o Nobel de Física em 1972. O outro foi a descoberta dos supercondutores de 'altas' temperaturas críticas, que, como veremos adiante, junto com outras descobertas, pôs em questão a aplicabilidade geral daquela teoria.

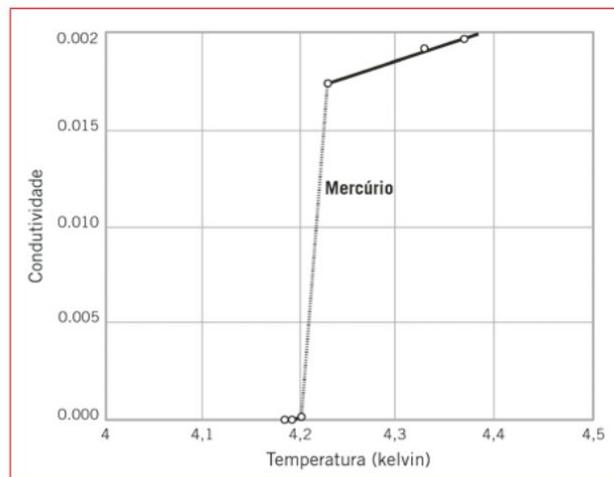
Variação da resistência elétrica (indicada no eixo vertical do gráfico) em função da temperatura (indicada no eixo horizontal), para o mercúrio. A figura faz parte do trabalho apresentado por Heike K. Onnes à Academia Real de Ciências da Suécia quando recebeu o prêmio Nobel de Física em 1913

O conceito básico da teoria BCS para explicar a supercondutividade é o de pares de Cooper. Apesar de sua natureza complexa, podemos ter uma ideia do processo de formação desses pares e, conseqüentemente, de como ocorre a supercondutividade tomando como referência a condução elétrica normal.

No modelo mais simples, um metal (ou outro condutor) é imaginado como uma rede tridimensional regular de átomos, ou melhor, de íons positivos, no interior da qual se movem os chamados elétrons livres (elétrons de condução), colidindo com os íons. Os elétrons, quando submetidos à ação de um campo elétrico externo, passam a formar uma corrente elétrica, que dissipa energia e aquece o material.

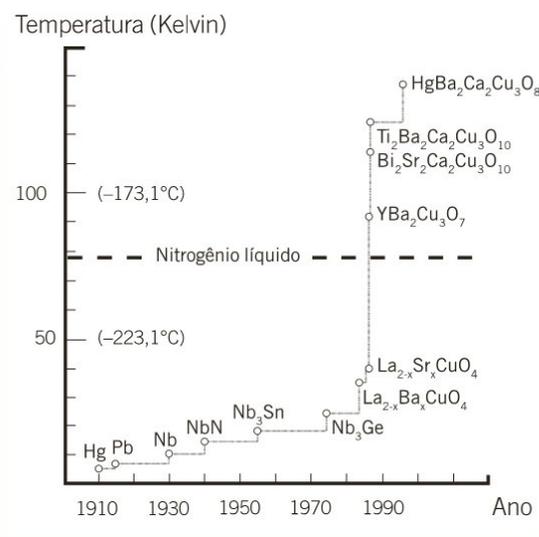
No estado supercondutor, entretanto, diferentemente do que se faz na descrição do estado de condução normal, os elétrons não podem ser tratados como entidades isoladas. Nesse estado, favorecidos pelas condições de baixas temperaturas, os elétrons passam a formar pares (pares de Cooper) por ação de forças efetivas de atração – resultantes de um processo indireto de interação, mediado por distorções da rede –, maiores que as forças de repulsão (de Coulomb) entre eles. É a união desses pares em um estado de energia mínima, formando um sistema único (um condensado), que é responsável pela supercondutividade.

Cada vez mais quente Até a primeira metade da década de 1980, os materiais supercondutores conhecidos tinham temperatura crítica abaixo de 24 K. A descoberta do cuprato de lantânio e bário (indicado na figura ao lado por $\text{La}_{2-x}\text{Ba}_x\text{CuO}_4$), em 1986, mudou esse quadro e deu o prêmio Nobel aos físicos Karl Alexander Müller (suíço) e Johannes Georg Bednorz (alemão), em 1987. Ainda no início de 1987, obteve-se o composto formado por ítrio, bário, cobre e oxigênio ($\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$), que tem temperatura crítica acima da do nitrogênio líquido, o que é de grande importância tecnológica. Em 1995, foi descoberto o material constituído de mercúrio, bário, cálcio, cobre e oxigênio ($\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_8$). Esse composto, quando dopado com tálio, tem temperatura de transição de 138 K, uma das mais altas conhecidas à pressão atmosférica (em altas pressões, a supercondutividade chega a 164 K). Hoje, demonstrações do fenômeno de levitação magnética de um ímã sobre um supercondutor podem ser feitas em sala de aula, com as devidas precauções, utilizando-se nitrogênio líquido e, como material supercondutor, uma pastilha de $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$, que pode ser comprada pela internet.



de. Essa nuvem de pares pode se mover no interior da rede sem enfrentar resistência e, portanto, sem perder energia.

TEORIA EM DESENVOLVIMENTO Apesar de sua abrangência, a teoria BCS enfrentou dificuldades diante de alguns fatos experimentais. A identificação de materiais supercondutores de altas temperaturas críticas (acima da temperatura do nitrogênio líquido, 77 K), a partir da descoberta do cuprato de lantânio e bário, em 1986, mostrou que a supercondutividade não é um fenômeno restrito ao domínio das temperaturas muito baixas e pôs em dú- >>>



O gráfico mostra a temperatura crítica e o ano da descoberta de alguns materiais supercondutores



Aparelho moderno de ressonância magnética nuclear, que emprega eletroímãs supercondutores com fios à base de nióbio

vida a aplicabilidade da própria teoria BCS para explicar o comportamento supercondutor desses materiais (ver 'Cada vez mais quente').

A dúvida decorreu do fato de que cálculos baseados na teoria BCS sugeriam que a supercondutividade não poderia ocorrer acima de aproximadamente 25 K, pois, nesse caso, o mecanismo que mantém os elétrons acoplados em pares poderia ser desfeito. Da mesma forma que para a classe dos cupratos (supercondutores de óxido de cobre), a supercondutividade de compostos conhecidos como pnictogenetos de ferro descobertos recentemente (2006), com temperaturas críticas de até 56 K (a mais alta é de 2008), também não é explicada satisfatoriamente pela teoria BCS. Outro exemplo é a supercondutividade dos materiais constituídos de férmions pesados, como o urânio-platina, descobertos em 1979, que também não é explicada por essa teoria, embora esses materiais tenham temperaturas críticas menores que 25 K.

A formação de pares de Cooper em supercondutores como os cupratos e os pnictogenetos, confirmada por medidas feitas em laboratório, sugere a existência de outros mecanismos de formação desses pares, além daquele que tem origem nas distorções da rede. Esforços para a descoberta desses mecanismos continuam a ser feitos por pesquisadores de diversos países.

APLICAÇÕES Desde a descoberta fundamental de Onnes, o maior obstáculo para o aproveitamento tecnológico dos supercondutores era a necessidade de temperaturas muito baixas para que a supercondutividade ocorresse. Essa dificuldade não impediu, entretanto, que o uso industrial de supercondutores se tornasse realidade a partir de 1961, quando se descobriu que o composto nióbio-estanho, res-

Da condução à supercondução

Até a época de Isaac Newton (1643-1727), o fenômeno da condução elétrica sequer era conhecido. Ele foi descoberto pelo cientista amador inglês Stephen Gray (1666-1736), em 1729, quando também classificou os materiais em condutores e isolantes. Materiais chamados semicondutores, com propriedades de condução entre os condutores e os isolantes, só seriam descobertos no século 19. O silício e o germânio, que são semicondutores, e mesmo materiais cerâmicos, que – até onde a condução normal diz respeito – são isolantes, podem apresentar supercondutividade, assim como alguns materiais orgânicos. O cobre, a prata e o ouro, apesar de bons condutores, não apresentam supercondutividade.

friado com hélio líquido, podia conduzir correntes elétricas elevadas e suportar campos magnéticos intensos. Eletroímãs supercondutores com fios à base de nióbio são usados hoje, por exemplo, em grandes aceleradores de partículas e em equipamentos modernos de ressonância magnética nuclear, com a vantagem, em relação aos eletroímãs convencionais, de apresentar maior eficiência e ocupar menor volume.

As aplicações tecnológicas da supercondutividade são variadas e há outros exemplos a destacar. Um dispositivo supercondutor denominado Squid – acrônimo para Superconducting Quantum Interference Device (dispositivo supercondutor de interferência quântica) – é usado como sensor em magnetômetros muito sensíveis. Capazes de detectar campos magnéticos extremamente fracos, esses magnetômetros são empregados na geologia e na medicina, entre outras áreas.

Pesquisas em supercondutividade são hoje realizadas por um grande número de cientistas, em todo o mundo. No Brasil, várias universidades e alguns centros de pesquisa também atuam nessa área.

A supercondutividade dos chamados supercondutores não convencionais, a exemplo dos cupratos, dos pnictogenetos de ferro e dos constituídos de férmions pesados, ainda é um problema em aberto, e a descoberta de supercondutores à temperatura ambiente não está descartada. Para se ter uma ideia dos avanços na área desde a descoberta da condutividade elétrica, no século 18, até os dias atuais, quando se busca a supercondutividade à temperatura ambiente, ver 'Da condução à supercondução'.

A teoria BCS é um exemplo de que as teorias físicas não são definitivas e estão em constante aperfeiçoamento. A formulação de uma teoria rigorosa para explicar a supercondutividade de todas as classes de materiais será um dos grandes desafios a serem enfrentados pelos cientistas nas próximas décadas. **CH**



FOTO: CICERO RODRIGUES

Algumas estrelas supercompactas podem ser desestabilizadas – e, talvez, destruídas – pelo crescimento explosivo da energia do vácuo

Havia me sentado junto ao computador, quando notei minha mulher se aproximando. “Minha próxima coluna será sobre o vácuo. O que acha?”, perguntei. “Querido, o vácuo não está com nada.” Devo ter reagido por reflexo condicionado, porque retruquei imediatamente: “Nada disso, querida! O vácuo pode não ter nada, mas ele está com tudo.” Virei-me, então, para o teclado, para digitar, enquanto argumentava com ela, que permaneceu às minhas costas.

Quando esvaziamos uma caixa, livrando-a de toda a matéria, ainda restam lá dentro partículas de luz, os chamados fótons. Para darmos cabo deles também, precisamos baixar a temperatura até o zero absoluto (cerca de 273° celsius negativos). Então, temos o estado mais vazio possível: o vácuo.

Mas vácuo não é sinônimo de nada. Segundo a mecânica quântica (teoria que lida com os fenômenos atômicos e subatômicos), não podemos livrar o vácuo de uma profusão de partículas virtuais que aparecem e desaparecem aos pares, tão rapidamente que são fisicamente impossíveis de serem detectadas.

Mas como podemos estar certos de que as partículas virtuais existem se não podemos detectá-las?

Bem, uma forma seria usar o expediente de primeiro transformar as partículas virtuais em reais, para só depois detectá-las. Por exemplo, ao brandirmos um espelho no vácuo, alguns fótons virtuais se tornarão reais, depois de receberem a energia dada pela ‘chinelada’ do espelho.

Um truque diferente – e certamente mais elegante – é preconizado por um efeito descoberto pelo físico canadense William Unruh. Nesse fenômeno, observadores uniformemente acelerados – o leitor pode imaginá-los impulsionados por foguetes presos às costas – veriam como reais as

partículas que seus colegas no vácuo, fluando no espaço sideral, afirmam serem virtuais. Para acelerações suficientemente altas, nossos astronautas poderiam acabar até se queimando com a radiação das partículas que, para eles, são bem reais.

Mas há uma forma ainda mais sutil de evidenciar a riqueza do vazio. Em 1948, o físico dinamarquês Hendrik Casimir (1909-2000) mostrou teoricamente que, se aproximarmos paralelamente duas placas metálicas leves e descarregadas no vácuo, elas sentirão uma força de atração não prevista pela física clássica. Isso acontece porque a presença das placas suprime alguns fótons virtuais, diminuindo a energia do vácuo – sim, o vácuo tem energia –, e as placas tendem a se aproximar para minimizar essa energia. Atualmente, o grau de miniaturização eletrônica é tão grande que o efeito Casimir não pode mais ser desprezado.

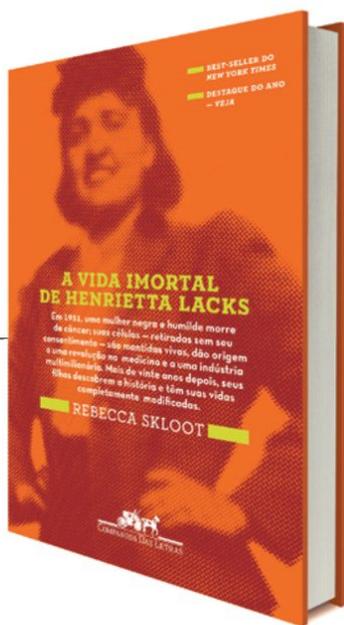
Mas dizer que o vácuo quântico pode ser relevante em tecnologia de precisão é uma coisa; perceber que ele pode determinar o destino de estrelas é outra bem diferente. Recentemente, o físico brasileiro Daniel Vanzella, do Instituto de Física de São Carlos, da Universidade de São Paulo, juntamente com seu estudante de doutorado William Lima, revelou um efeito extraordinário denominado ‘despertar do vácuo quântico’, com o qual se mostrou que algumas estrelas supercompactas podem ser desestabilizadas – e, talvez, destruídas – pelo crescimento explosivo da energia do vácuo.

O vácuo pode ser violento.

Finalizei esta coluna sob silêncio absoluto. Minha mulher devia ter perdido as palavras diante da grandiosidade do vazio. Confiante, virei-me em sua direção, para verificar seu olhar de deslumbramento. “Ei, espere aí! Débora, cadê você? Voolte aqui!” 

GEORGE MATSAS
Instituto de Física Teórica,
Universidade Estadual Paulista

O SEGREDO DA IMORTALIDADE



A vida imortal de Henrietta Lacks

Rebecca Skloot

São Paulo, Companhia das Letras, 454 p., R\$ 42

A PRIMEIRA VEZ em que me deparei com as células HeLa (pronuncia-se *Rila*) foi há mais de 10 anos, por ocasião do meu mestrado em genética. O laboratório onde desenvolvi minhas pesquisas, sobre o papiloma vírus humano (HPV) e o carcinoma da laringe, utilizava as células HeLa como controle positivo para as reações moleculares de amplificação do genoma viral. Naquela época, soube, tão somente, que HeLa se tratava de uma linhagem comercial de células provenientes de uma mulher que havia morrido, há muitos anos, de câncer de colo uterino. Indiscutivelmente, as células HeLa foram extremamente úteis para a finalização do meu mestrado e para a ampliação dos conhecimentos científicos sobre o câncer da laringe; mas confesso que logo me esqueci daquela história bem curiosa, porém igualmente bizarra.

O episódio das células HeLa, então, ficou latente em meu cérebro lógico

de pesquisador até o dia em que me deparei com o livro de Rebecca Skloot; isso me fez recordar o momento em que fui 'apresentado' à HeLa e, por isso, li *A vida imortal de Henrietta Lacks* com renovada curiosidade.

O livro de Skloot pretende narrar, em primeiro plano, a história da mulher por trás das células HeLa, iniciais do seu nome, Henrietta Lacks, mas, certamente, consegue atingir patamares mais ambiciosos. Henrietta era uma mulher negra, diagnosticada com câncer de colo de útero, vivendo nos Estados Unidos dominados por brancos, em uma época marcada pela escassez de tratamentos oncológicos eficazes, situações características do início da década de 1950.

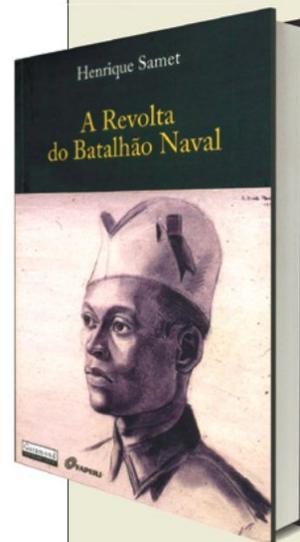
Avançando e retrocedendo no tempo, entre os anos de 1920 e 2009, com especial destaque para o hospital norte-americano Johns Hopkins, no meio do século passado, a narrativa ganha um deleitável dinamismo. E, ao se in-

Cultura escrita e letramento

Marildes Marinho e Gilcinei Teodoro Carvalho (orgs.)

Belo Horizonte, Editora UFMG, 533 p., R\$ 60

Com pouco mais de 20 anos de idade no léxico brasileiro, a palavra 'letramento' – traduzida do inglês literacy – é o cerne desta coletânea, composta por cerca de 20 artigos interdisciplinares. São contemplados campos como a semiótica social, antropologia, etno-história, linguística, psicologia, sociologia e, claro, a educação. Os organizadores resumem a ideia central da obra: "É hora de interrogar quais contribuições, e também mal-entendidos ou tensões, o conceito de letramento tem trazido para as pesquisas e para o ensino da leitura e da escrita". Há desde artigos sobre os confrontos linguísticos entre oralidade e escrita até a discussão de conceitos como 'letramento científico' e 'numeramento'.



serir na história da família Lacks como uma personagem autêntica e extremamente ativa, a autora atesta o roteiro com uma veracidade quase palpável.

Somente a biografia de Henrietta Lacks e o drama vivido por toda a sua família são suficientes para oferecer ao leitor comum um instigante entretenimento, com elementos hábeis para mantê-lo ligado ao livro, do prólogo ao posfácio. Por outro lado, para o leitor cuja curiosidade gravita em torno do surgimento das células HeLa e a revolução que elas suscitaram no mundo científico, os dados levantados pela autora são consideráveis, desde a internação de Henrietta no Johns Hopkins com câncer de útero, passando pelo tratamento malsucedido e culminando na retirada de suas células tumorais, que originaram a linhagem HeLa, sem o seu consentimento prévio. Mas, para esse leitor, em particular, devo advertir que *A vida imortal de Henrietta Lacks* não é um livro 'de' ciência, mas, 'sobre' ciência. Por isso, não se deve procurá-lo com a intenção de aprender ciência, mas, sobretudo, para entender como os conhecimentos e avanços científicos são edificadas.

Apesar dos vários aspectos abordados, eles não são, nem de longe, o que o livro tem de melhor. As questões

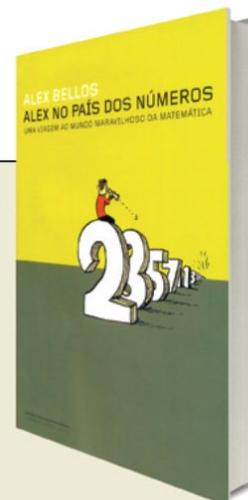
mais relevantes apresentadas no livro são de natureza ética e bioética. Nesse contexto, a autora explora a relação médico-paciente; os métodos utilizados por pesquisadores na experimentação com seres humanos; o embate ciência *versus* religião; a intensa segregação racial vivida nos Estados Unidos, pontuando inclusive vários episódios hediondos de experimentação em negros; e o cenário de disputas judiciais envolvendo patentes que se arrastam por longos anos nos tribunais, resultando, por vezes, em ganho de causa para as poderosas empresas de biotecnologia.

Toda essa discussão provocada por Rebecca Skloot é bastante atual, pois, frequentemente, somos surpreendidos por descobertas científicas fundamentadas em experimentações envolvendo seres humanos. O fato é que, bem ou mal, certo ou errado, as células HeLa iniciaram, há exatos 60 anos, uma revolução, sem precedentes, nas áreas das ciências da saúde, e até hoje têm sido utilizadas, com

grande sucesso, em milhares de pesquisas de extrema relevância em todo o mundo. A contribuição das células HeLa para o progresso da ciência já é digna de nota e destaque, mas, certamente, não vai parar por aí.

Márcio Cordeiro

Departamento de Medicina,
Pontifícia Universidade Católica
de Goiás (PUC-Goiás)



Alex no país dos números: uma viagem ao mundo maravilhoso da matemática

Alex Bellos

São Paulo, Companhia das Letras, 512 p., R\$ 44

É como correspondente de jornal em um país estrangeiro que o filósofo, jornalista e matemático Alex Bellos relata suas aventuras pelo mundo da matemática: tentando explicar outras formas de pensar para mentes acostumadas com um tipo de visão. Nessa empreitada, o País dos Números é, ao mesmo tempo, um espaço abstrato e geográfico, pois engloba desde conceitos encontrados em livros até espaços reais, como a Índia — onde se inventou o número 0 — e um cassino de Reno — onde o autor testou a lei das probabilidades. Dos capítulos zero a 11, o leitor tem a oportunidade de conhecer facetas da matemática bastante diferentes das que se acostumou nas áridas aulas de matemática na escola. No País da Matemática de Bellos, Pitágoras coexiste com um vidente hindu; campanhas para a inclusão de dois novos números no sistema decimal existem há séculos; e uma escola japonesa ensina os alunos a fazerem cálculos extraordinários a partir do funcionamento de um ábaco. “O País dos Números é um lugar notável. Eu recomendo uma visita”, aconselha o autor. Estamos convidados.

A revolta do batalhão naval

Henrique Samet

Rio de Janeiro, Garamond, 336 p., R\$ 49

Nos dias 9 e 10 de dezembro de 1910, ocorreu no Rio de Janeiro a Revolta do Batalhão Naval. Ela foi uma continuidade da Revolta da Chibata, tendo praticamente os mesmos protagonistas e, embora tenha sido mais duramente reprimida, acabou ofuscada na história. Esta obra resgata esse evento, trazendo material original e inédito para suprir a falta de informações a respeito da Revolta do Batalhão Naval e lançar novas luzes sobre um tema que carece de aprofundamento e investigação. O autor trata esse acontecimento como tema relevante e não apenas um apêndice da Revolta da Chibata, contribuindo para o registro da história militar, política e social do começo do século 20 no Brasil.

ARARINHA-AZUL

Li a reportagem sobre a ararinha-azul e a informação de sua possível extinção e onde ocorreu. Com intuito de ajudar, gostaria de colaborar dizendo que no município de Queluz (SP) foram avistadas duas delas na área rural, possivelmente um casal, e há testemunhas que as viram por mais de duas vezes. Depois sumiram... Não sei se algum órgão competente poderia lidar com essa informação, mas creio que será feito o melhor pela preservação da espécie.

Benedito Biondi
Queluz, SP

MELHORES LIVROS

Cada vez que chega uma mensagem dessas [pedido de autorização, por editoras, para reproduzir artigo, matéria ou trecho de publicações do Instituto Ciência Hoje], fico feliz pelo simples fato de que estamos conseguindo minimamente influir na produção de livros melhores e com conteúdo mais próximo das geociências. A

geologia tem sido a grande 'esquecida' nos livros didáticos, porque não são mais exigidas as abordagens aprofundadas de geociências (geologia) como se fazia no passado distante, neste país. É uma tarefa que a equipe da CH tem cumprido com eficiência exemplar. (...)

Celso Dal Ré Carneiro
Campinas, SP

SERRA DO GANDARELA

Há um reparo a fazer na matéria sobre a serra do Gandarela, em Minas Gerais (CH 283, p. 52). (...) A matéria diz que "o aquífero é hoje essencial para o abastecimento de dois municípios do entorno – Caeté e Raposos –, bem como contribuiu com água de alta qualidade para as bacias dos rios Doce e São Francisco". Na verdade, (...) os municípios atendidos por esse aquífero são, além dos citados, os de Barão de Cocais, Santa Bárbara, Belo Horizonte, Nova Lima, Sabará e Santa Luzia, pelo menos. Os municípios de Barão de Cocais e de Santa Bárbara são, como

Caeté, parcial e diretamente servidos por águas que nascem na serra do Gandarela (não sei precisar a proporção servida em relação à população). Quanto a Raposos, o abastecimento é feito pelo mesmo sistema que atende Belo Horizonte e a região metropolitana da capital: o sistema Bela Fama, que capta água do rio das Velhas, em local abaixo de vários pontos de desagüamento de córregos e ribeirões que nascem na serra do Gandarela. Bela Fama é responsável por cerca de 62% da água que abastece BH (2,37 milhões de habitantes) e 43% da que abastece a região metropolitana (5,41 milhões de habitantes), segundo dados da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa). Essa afirmação é reforçada pela Associação Mineira do Meio Ambiente e pelo Instituto Estadual de Florestas em documento sobre a identificação de áreas prioritárias para proteção no entorno de Belo Horizonte, no qual é dito que a bacia do rio das velhas "é considerada a fonte

mais importante de abastecimento da região metropolitana". Além disso, o número de cavernas na região citado pela CH ("mais de 50") baseou-se, ao que parece, nas informações da companhia Vale do Rio Doce. (...) A proposta do parque fala em 74 (...), mas sabemos que o número real gira em torno de 200, embora não devidamente registradas e confirmadas. (...)

Gustavo Gazzinelli
Belo Horizonte, MG

VIETNÃ E TRÂNSITO

Na matéria 'Década na estrada' (seção 'Mundo de Ciência', CH 282, p. 17), há um engano relativamente comum, onde é dito que o número de soldados mortos na guerra do Vietnã foi 57 mil. Esse número se refere apenas às mortes de soldados dos Estados Unidos. O número de mortes entre os soldados do Vietnã do Sul (aliado dos Estados Unidos) é estimado entre 200 mil e 250 mil. O outro lado (Vietnã do Norte) teve perdas da ordem de 1,7 milhão de combatentes. Além disso, o número de civis mortos em ambos os países é estimado em 2 milhões. Esses números variam, dependendo da metodologia, mas o total sempre gira na casa dos 4 milhões. Portanto, a comparação do número de seres humanos mortos na guerra do Vietnã com o de vítimas de acidentes de carro nas estradas brasileiras não se justifica.

Ary de Araújo Rodrigues Júnior
Professor de Física
da Universidade Estadual
de Maringá

CH O leitor está correto. A comparação era com o número de soldados americanos mortos na guerra, mas isso não ficou claro no texto.





FOTO: CICERO RODRIGUES

π E O GATO

Em um artigo clássico, 'A surpreendente eficácia da matemática nas ciências naturais', de 1960, o físico de origem húngara Eugene Wigner (1902-1995) conta a história de dois amigos de infância que conversavam sobre o trabalho de um deles, que havia se tornado estatístico.

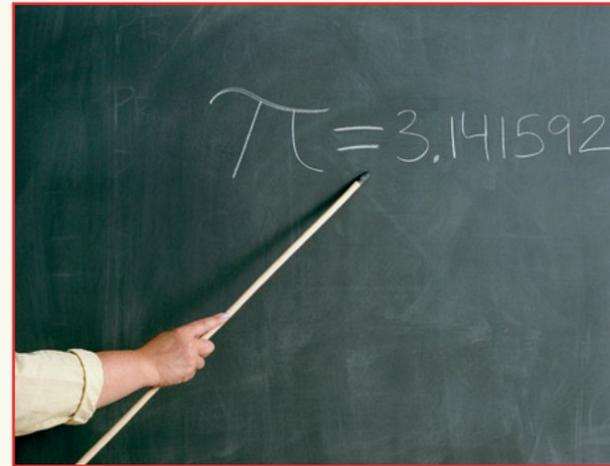
O estatístico explicava os termos de uma fórmula sobre as tendências das populações, enquanto o outro começava a desconfiar de que aquilo podia ser brincadeira. Em certo ponto, o amigo perguntou: "Que símbolo é esse?" "Pi", respondeu o estatístico. Curioso, o amigo insistiu: "E o que é pi?". "A razão entre a circunferência de um círculo e seu diâmetro, ora", explicou o estatístico. "Ah, não! Agora você foi longe demais!", disse o amigo, certo de que a piada havia passado dos limites.

A surpresa do 'não-estatístico' não é descabida. Eis um dos aspectos incríveis da matemática: conceitos de uma área aparecem em outra. É o caso do pi (π), que vale 3,14... Nasceu na geometria, mas aparece naturalmente na estatística de populações, mecânica quântica, astrofísica... E olha que esse é só um exemplo.

Por vezes, essas 'aparições' são tão contraintuitivas que surpreendem até mesmo especialistas. Exemplo: consideremos a Terra como sendo uma esfera perfeita de raio $R = 6,3$ mil km. Se passarmos um barbante pelo Equador, como se fosse um cinto, saberemos que o comprimento total necessário será de $2\pi R$, que é aproximadamente 39.584 km.

Agora, adicionamos 1 m a mais a esse barbante e, de novo, damos a volta pelo Equador.

Será que um gato conseguiria passar por baixo do fio? (lembre-se de que estamos



acrescentando apenas 1 m em um fio que já tem quase 40 mil km, ou seja, 40 milhões de metros!)

Bem, parece surpreendente, mas a resposta é... sim.

Vejamos por quê.

Inicialmente, temos um círculo de raio R e, portanto, de comprimento $2\pi R$ (para tornar o cálculo mais simples, vamos usar a unidade metro). Ao aumentarmos em 1 m, teremos um comprimento $2\pi R + 1$. Esse comprimento corresponderá a um círculo de raio R' , cujo comprimento será $2\pi R' = 2\pi R + 1$.

Se simplificarmos essa equação – dividimos os dois lados dela por 2π –, obteremos $R' = R + 1/2\pi$. Aplicando um valor aproximado de π (3,14), chegaremos ao resultado de que o novo raio será aproximadamente 16 cm maior que o antigo, pois $1/2\pi$ metro é aproximadamente 0,16 metro (16 cm).

Portanto, o novo 'cinto' ficaria bem folgado, o suficiente para que nosso felino passe sob ele.

Assim como nos empolgamos com as histórias de suspense – nas quais, em geral, diferentes personagens estão conectadas –, as personagens da matemática também fazem aparições surpreendentes. Como não se encantar com isso?

Em tempo: o artigo (em inglês) de Wigner está em <http://migre.me/57ZZ0>.

DESAFIO

Suponha que se cubra a Terra com um tecido bem justo. Se adicionarmos um retalho de 1 m^2 e formarmos uma nova manta, qual será o novo raio? Daria para um gato ficar em pé debaixo dessa nova capa terrestre?

MARCO MORICONI

Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense

moriconi@cienciahoje.org.br

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO As cartas que não têm a simetria 'para cima/para baixo' são: ás, 3, 5, 6, 7, 8 e 9 de paus, de espadas e de copas. E, de ouros, apenas o 7.

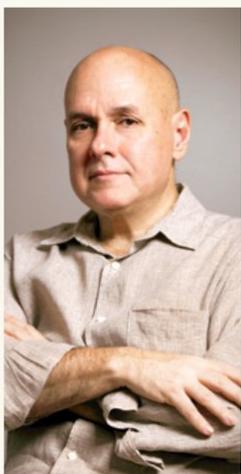


FOTO CICERO RODRIGUES

A ordem das coisas não deriva de um ato originário e inteligente, mas resulta de sua própria constituição ao longo do tempo

UM (R)EVOLUCIONÁRIO

Um dos mais importantes ensinamentos do filósofo escocês David Hume, nascido há 300 anos, em Edimburgo, foi o de que não temos qualquer experiência que sustente a ideia de eternidade. Da longa duração de certos fenômenos, naturais ou históricos, uma vez que excedem os limites da nossa própria presença biográfica entre os mesmos, inferimos, por extrapolação imaginativa, que eles escapam à finitude e à terminalidade. Portanto, os consideramos imprecíveis e permanentes. A ideia de eternidade, mais – ou menos – do que uma impressão assentada em nossa experiência, é algo que resulta de um gesto dotado de contornos alucinatórios.

A tese de Hume (1711-1776) teve efeitos devastadores entre os que acreditam na presença necessária de uma providência e em um desígnio único e eterno a comandar o processo de configuração do universo. O *bon David*, como era designado por seus amigos, compreendia tal crença e a julgava de certa forma natural entre os humanos. Seres movidos por raciocínios analógicos e fartamente imaginativos, os humanos facilmente inferiam, do fato de a existência física de uma casa supor a presença prévia de um arquiteto, a noção de que o mesmo se daria com o universo inteiro. Em sua obra principal – o *Tratado da natureza humana*, de 1739-1740 –, Hume representa os humanos, mais do que entes fincados na experiência, como seres que acrescentam sentidos ao que experimentam, com base em variados atos de crença.

A tolerância de David Hume com relação a nossas inclinações analógicas e fantasiosas, típicas nesse intelectual célebre por seu humor e bonomia, não deixava, contudo, margem à condescendência filosófica: nada em nossa experiência sustenta a presença de um desígnio a comandar os processos naturais. A recusa de Hume ao que se convencionou chamar “argumento do desígnio” foi admiravelmente fixada em uma de suas obras-primas, os *Diálogos sobre a religião natural*, publicados postumamente em 1779. Nesse

belo texto, ele retoma a tradição do diálogo filosófico e põe três interlocutores a discutir a respeito do tema do desígnio. Dois deles, Cleantes e Demea, por caminhos diversos, sustentam a necessária presença de um criador para todas as coisas.

Demea contenta-se com a ideia de criação como mistério e, nesse sentido, algo que dispensa prova ou argumentação. Trata-se de um fideísta e, portanto, de alguém que dispensa argumentos racionais. Cleantes, um crente com tinturas racionalistas, pretende demonstrar a necessidade de um criador, por meio da analogia com a atividade criadora dos humanos. Seu argumento é, pois, antropocêntrico: Deus só pode ser pensado por analogia com os humanos, ainda que como substância infinitamente superior. É sua inteligência originária que garante o ordenamento de todas as coisas.

Diante dos argumentos de Cleantes, o terceiro participante, Filo, apresenta um conjunto de dúvidas céticas. Em 1751, em carta a um de seus amigos diletos, Gilbert Elliot (1722-1777), de Minto, Hume admitiu que Filo representava sua posição pessoal, ainda que tenha feito de Cleantes o ‘vencedor’ da querela. A despeito dessa curiosa concessão, na verdade o reconhecimento de que a crença – alguma crença – é inerente aos humanos, Filo-Hume lega ao debate filosófico e científico uma imagem de imensurável valor: a de que a ordem das coisas não deriva de um ato originário e inteligente, mas resulta de sua própria constituição ao longo do tempo. A imagem de Hume convida-nos a pensar processos complexos como pluricausais e não dotados de finalidades estabelecidas por antecipação. Todo resultado é contingente, embora preparado por combinações anteriores.

Tal sensibilidade para o tema da complexidade encantar-se-á, séculos depois, pensadores geniais da estatura de Charles Darwin (1809-1882) e Sigmund Freud (1856-1939). Voltarei a esse ponto, neste ano em que comemoramos o 300º aniversário do mais importante dos filósofos modernos. **GH**

RENATO LESSA

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

