CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

NÚMERO 294 | VOLUME 49 | JULHO 2012 | R$ 9,95

BIODIVERSIDADE
Cavernas são importantes não apenas para morcegos e devem ser preservadas

IOGA
Estudos confirmam benefícios à saúde dessa prática milenar

SEGURANÇA
Policiais de UPPs não se veem como parte de projeto inovador

30 ANOS

CIÊNCIA AO ALCANCE DE TODOS

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

DIRETORIA
Diretor Presidente | Renato Lessa (UFF)
Diretores Adjuntos | Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF) • Caio Lewenkopf (Instituto de Física/UFF) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ)
Superintendente Executiva | Elisabete Pinto Guedes
Superintendente Financeira | Lindalva Gurfield
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) | Ciências Biológicas – Andrea T. Da Poian (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ)
REDAÇÃO
Editora Executiva | Alicia Ivanissevich; **Editora Assistente** | Sheila Kaplan; **Editor de Forma e Linguagem** | Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** | Ricardo Menandro; **Setor Internacional** | Cássio Leite Vieira; **Repórteres** | Fred Furtado, Henrique Kugler, Sofia Moutinho e Yuri Hutflesz; **Revisoras** | Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** | Theresa Coelho
ARTE | Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.
Diretora de Arte | Claudia Fleury; **Programação Visual** | Carlos Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** | Luiz Baltar; (ampersand@amperdesign.com.br); **Diagramação** | João Gabriel Magalhães | **Capa e diagramação de artigo de capa** | Ana Soter
SUCURSAIS
NORTE | Manaus | Coordenador científico | Ennio Candotti | Correspondente | Mariana Ferraz (mariana@museudaamazonia.org.br). End.: Museu da Amazônia – MUSA – Av. Constelação, 16, Conjunto Morada do Sol, Aleixo. CEP 69060-081 Manaus, AM. Tel.: (0xx92) 3236-5326
SUL | Curitiba | Correspondente | Roberto Barros de Carvalho (chsul@ufpr.br) e 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
PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL | Superintendente | Ricardo Madeira; | **Publicidade** | Sandra Soares (gerente); End.: Rua Dr. Fabrício Vampré, 59, Vila Mariana, CEP 04014-020, São Paulo, SP. Telefax: (0xx11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura | Gerente** | Fernanda L. Fabres.
Telefax: (0xx21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br)
REPRESENTANTES COMERCIAIS
BRASÍLIA | Joaquim Barroncas – Tels.: (0xx61) 3328-8046/ 9972-0741.
PRODUÇÃO | Maria Elisa C. Santos; Irani Fuentes de Araújo
RECURSOS HUMANOS | Luiz Tito de Santana
EXPEDIÇÃO | Gerente | Adalgisa Bahri
IMPRESSÃO | EDIGRAFICA
DISTRIBUIÇÃO | FC Comercial e Distribuidora S/A
CIÊNCIA HOJE | Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ Tel.: (0xx21) 2109-8999 – Fax.: (0xx21) 2541-5342 | Redação (cienciahoje@cienciahoje.org.br)

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

APOIO: MCT CNPq FINEP

MARCO NA DIVULGAÇÃO

Há 30 anos surgia no mercado editorial brasileiro uma revista ímpar, que tinha como missão principal encurtar a distância que separava a comunidade científica da sociedade. O desafio parecia, a princípio, insuperável: para falar à população sobre ciência seria necessário substituir a linguagem hermética dos artigos científicos por textos de maior simplicidade e clareza, bem ilustrados e de fácil compreensão. Tudo isso sem perder o rigor e buscando dar visibilidade às pesquisas desenvolvidas no país. A esse desafio somava-se o fato de não existir no Brasil tradição na arte de divulgar ciência.

A *Ciência Hoje* foi lançada em Campinas, durante a 34ª reunião anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), e seu objetivo estava expresso no primeiro editorial: estabelecer um canal de comunicação entre os pesquisadores científicos e o grande público; e promover o debate político em torno de questões como cidadania, educação e participação universitária, possibilitando, assim, a democratização da ciência.

Com excelente recepção, a revista, no decorrer dos anos, ampliou sua penetração, criando novas publicações, e se consolidou como importante órgão de divulgação científica.

Grande parte da comunidade científica aprendeu com *Ciência Hoje* a escrever para um leitor não especializado. Cerca de 4 mil cientistas de todo o Brasil, além de centenas de outros trabalhando no exterior ou mesmo estrangeiros, escreveram artigos para a revista ao longo destes 30 anos. Em torno de 2 mil pesquisadores foram consultados para avaliar os textos de seus pares. Mais de 100 jornalistas e estudantes de comunicação passaram pela nossa redação ou colaboraram com a revista.

Hoje, o compromisso de levar à sociedade as pesquisas científicas e tecnológicas realizadas por brasileiros se mantém vivo. Renova-se também, a cada edição, a promessa de estimular o senso crítico e aproximar a universidade da população, permitindo que a comunidade científica transforme o saber que detém em domínio público. A socialização do conhecimento e a consolidação do compromisso de levar informação de qualidade à população fazem *Ciência Hoje*, em seu 30º aniversário, ser aplaudida como uma revista de sucesso.

Renato Lessa* e *Alicia Ivanissevich
Instituto Ciência Hoje

CAPA: SOTER DESIGN

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

sumário

4 **o leitor pergunta** | Qual a diferença entre orquestra sinfônica e filarmônica? E orquestra de câmara? | Além do doce, salgado, azedo e amargo, existe mesmo um quinto sabor chamado umami? | Como a atividade dos neurônios é afetada ao longo da vida, especialmente na passagem para a velhice? | O que faz com que os planetas tenham forma esférica?

7 **ch on-line**

8 **entrevista** | JOÃO ARRISCADO NUNES | SOCIEDADE DA INCERTEZA | Sociólogo português fala da incapacidade de ação gerada pelas crises atuais

12 **mundo de ciência**

19 **a propósito** | EDUCAR OU INFORMAR? | Novas tecnologias digitais podem não ajudar o ensino devido à queda de rendimento dos estudantes atuais

45 **cliques**

46 **cidade inteira** | UMA CONSTRUÇÃO POLÍTICA | Carência de habitações no país foi suprida por esforço mais das famílias do que do poder público

em dia

47 MICROMINERADORA | Extração de cobre pode ser facilitada por bactéria de ambientes extremos

48 PLANTAS RARAS EM AQUARELA | Livro mostra duas décadas de trabalho de ilustradora botânica brasileira

50 AMEAÇADAS PELA POLUIÇÃO | Novo sensor detecta condições do ar capazes de deteriorar obras de arte

53 SEGREDO DO CRESCIMENTO | Estudo associa enzima das mitocôndrias ao crescimento de cânceres

20

CIÊNCIA EM REVISTA

Ao completar 30 anos de publicação, a *Ciência Hoje* mantém os objetivos originais de sensibilizar a população para a ciência feita no Brasil e divulgar as realizações da pesquisa nacional em variados campos do conhecimento.

POR HENRIQUE KUGLER E SOFIA MOUTINHO

28

IOGA: A SABEDORIA DA VIDA LONGA

A ioga traz benefícios não apenas para a saúde mental, mas para todo o corpo. Estudos comprovaram efeitos positivos nos sistemas circulatório e hormonal, além de melhoria das defesas orgânicas.

POR CAMILA FERREIRA-VORKAPIC

34

O QUE PENSAM OS POLICIAIS DAS UPPS

A nova política de segurança pública aplicada em favelas do Rio de Janeiro não é um projeto pronto. As UPPs vêm sendo bem recebidas nas comunidades, mas os policiais que atuam nessas novas unidades ainda não se sentem parte de uma experiência renovadora.

POR BARBARA SOARES, JULITA LEMGRUBER, LEONARDA MUSUMECI E SILVIA RAMOS

40

MORCEGOS E CAVERNAS: HISTÓRIA ESCONDIDA DE EVOLUÇÃO, CONSERVAÇÃO E PRECONCEITO

Cavernas são essenciais para conservar a biodiversidade, servindo de abrigo e fonte de alimento para muitas espécies, como os morcegos. Sua conservação pode atrair projetos turísticos e gerar novas fontes de renda

POR ROBERTO L. M. NOVAES

54 NAS MÃOS CERTAS | Ribeirinhos amazônicos mostram como conciliar exploração de recursos e preservação

58 AVELÓS PARA AIDS | Composto de planta da medicina tradicional pode ajudar a tratar infecção pelo HIV

60 TRATAMENTO À FLOR DA PELE | Substância encontrada em arbusto inibe desenvolvimento do câncer de pele

63 **futuro cientista**

opinião

64 COPA E OLIMPÍADAS: OPORTUNIDADE EDUCACIONAL E SOCIAL | Grandes eventos podem estimular mudanças no uso do esporte nas escolas

66 LIXO ESPACIAL: DEBATE DIFÍCIL DE ACONTECER | Comitê internacional busca definir responsabilidades sobre peças e restos de satélites e foguetes

69 **exatamente** | O CHORO DA ENERGIA ABANDONADA | Lei da entropia explica luta constante do universo contra a desorganização

70 **ensaio** | A EDUCAÇÃO EM QUÍMICA NO BRASIL | Ensino dessa ciência precisa buscar novas formas de despertar interesse dos estudantes

73 **linha do tempo** | A POBREZA CONDENADA | No passado, pobres foram criticados e expulsos de cidades

74 **resenha** | A SAGA DE UM IDEALISTA | Resenha do livro *Crônicas subversivas de um cientista*, de Luiz Hildebrando Pereira da Silva

76 **memória** | EXPERIMENTO FANTÁSTICO | Primeira clonagem animal a partir de célula adulta aconteceu há 50 anos

78 **cartas**

79 **qual o problema** | SENHOR... | Carta entre matemáticos sobre jogo de moedas iniciou o estudo das probabilidades

80 **sobre humanos** | 30 ANOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA | Divulgação da ciência ajuda a formar cidadãos com juízo crítico, essencial à democracia

FERNANDA BELACHE, CURITIBA/PR

Qual a diferença entre orquestra sinfônica e filarmônica? E orquestra de câmara?

PRIMEIRO DEVEMOS ESCLARECER o que é uma orquestra: é um grupo musical instrumental de formação variada, mas que obrigatoriamente possui um naipe de cordas – violinos, violas, violoncelos e contrabaixos –, já que esses instrumentos, historicamente, compõem a base das formações orquestrais. Em termos musicais e de formação instrumental, as orquestras sinfônicas e filarmônicas são exatamente iguais, com a mesma capacidade de execução de repertório.

As variantes na nomenclatura residem em fatores históricos e práticos. As orquestras filarmônicas, várias delas criadas em meados do século 19, surgiram principalmente a partir de associações particulares que reuniam amantes da música, as chamadas sociedades filarmônicas. Seus membros, muitas vezes músicos amadores, reuniam-se em algumas ocasiões com o intuito de fazer música em conjunto. Essa prática futuramente culminaria na criação de orquestras muito bem organizadas, que se tornariam referência no mundo inteiro. As orquestras sinfônicas, diferentemente, costumavam ser criadas e gerenciadas pelo Estado.

Hoje em dia, porém, essa diferença praticamente se perdeu, já que quase nenhuma orquestra de alto nível consegue manter-se com recursos exclusivamente estatais ou privados, geralmente necessitando de ambos. Atualmente, a terminologia serve mais para distinguir grupos de uma mesma cidade ou região, como, por exemplo, as orquestras Filarmônica e Sinfônica de Berlim.

Outra formação bastante disseminada é a orquestra de câmara, que reúne um pequeno número de músicos. Além de um naipe de cordas, pode ser acrescida de instrumentos de sopro e percussão.

Juarez Bergmann Filho
CURSO DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO DE INSTRUMENTOS MUSICAIS – LUTERIA,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GLÓRIA FUGEL/LATINSTOCK BRASIL RM/LATINSTOCK

Apresentação da Osesp – Orquestra Sinfônica do Estado de São Paulo

HUMBERTO CHAVES, POR CORREIO ELETRÔNICO

Além do doce, salgado, azedo e amargo, existe mesmo um quinto sabor chamado umami?

SCIENCE PHOTO LIBRARY/SPL RF/ LATINSTOCK

DAVI MEIRELES, POR CORREIO ELETRÔNICO

Como a atividade dos neurônios é afetada ao longo da vida, especialmente na passagem para a velhice?

TODAS AS CÉLULAS DO ORGANISMO HUMANO, principalmente os neurônios, são suscetíveis a diversos tipos de agressão de produtos provenientes de nosso próprio metabolismo. Entre esses agressores, destacam-se os radicais livres, que participam de um processo chamado estresse oxidativo. Ao longo da vida, há um aumento dessa agressão e a diminuição do metabolismo do indivíduo reduz sua capacidade de neutralizar esses radicais.

Células nervosas sofrem uma série de agressões oxidativas que causam a redução de sua atividade. Além disso, o envelhecimento cerebral provoca a diminuição da plasticidade sináptica (capacidade de os neurônios estabelecerem novas projeções nervosas). Essa plasticidade, que é fundamental para a formação de memórias, para a capacidade de aprendizagem e para a retenção de novas informações, tende a ficar comprometida com o avanço do tempo.

A regressão da memória na terceira idade ocorre, principalmente, devido à diminuição da atividade metabólica do organismo e à consequente degeneração de neurônios em regiões cerebrais envolvidas nos processos de memorização. Inicialmente, memórias mais recentes e menos consolidadas são perdidas. Dessa forma, o idoso tem grande dificuldade em lembrar de eventos mais recentes ocorridos em sua vida e tende a recuperar as memórias para eventos mais remotos, como, por exemplo, a casa onde morou na infância. Com a progressão da neurodegeneração, até as memórias mais remotas passam a ser afetadas, surgindo, a partir daí, sintomas que podem culminar até na dificuldade de reconhecimento de familiares e locais previamente conhecidos.

Rita G. W. Pires
LABORATÓRIO DE NEUROBIOLOGIA MOLECULAR E COMPORTAMENTAL,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

SIM, EXISTE. Na verdade, não é um sabor, mas sim um quinto gosto básico. Antes de tudo é preciso diferenciar gosto de sabor. Existem apenas cinco gostos: doce, salgado, azedo, amargo e umami. No caso dos sabores, há uma infinidade. Para sentirmos um gosto, precisamos apenas do paladar. Já para identificarmos os sabores precisamos, além do paladar, do olfato.

A palavra umami é de origem japonesa e pode ser traduzida para o português como algo 'saboroso' ou 'delicioso'. O gosto umami foi descoberto em 1908 pelo químico japonês Kikunae Ikeda, da Universidade de Tóquio. Apesar de identificado no início do século 20, esse quinto gosto só foi reconhecido pela comunidade científica em 2000, quando pesquisadores da Universidade de Miami encontraram receptores específicos nas papilas gustativas.

O aminoácido ácido glutâmico e os nucleotídeos inosinato e guanilato são as principais substâncias que proporcionam o umami. Queijo parmesão, tomate, cogumelos e carnes em geral têm essas substâncias em grande proporção e, por isso, apresentam de forma mais acentuada esse gosto, cujas principais características são o aumento da salivação e a continuidade do gosto por alguns minutos após a ingestão do alimento.

Felix G.R. Reyes
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS,
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

SELF-PHOTOS/SELF-PHOTOS/LATINSTOCK

ARTHUR VIEIRA, POR CORREIO ELETRÔNICO

O que faz com que os planetas tenham forma esférica?

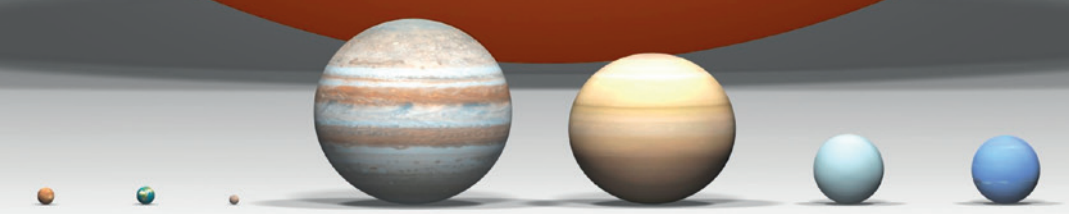
FOTO GETTY IMAGES

A FORMA DOS PLANETAS é determinada pela força gravitacional que age sobre as nebulosas – nuvens de gás e poeira constituídas de hidrogênio, hélio e muitos outros elementos químicos que temos na Terra. Tanto os planetas quanto as estrelas se formam a partir da condensação dessas nuvens, que apresentam uma rotação inicial graças à ação da força gravitacional. Antes de formar um planeta, elas começam a se condensar, o que leva a um aumento de sua velocidade de rotação devido à conservação do momento angular. Em outras palavras, a nuvem se comporta de maneira similar a uma bailarina que aumenta a velocidade de seu giro quando dobra os braços. Esse movimento rotacional forma um disco de gases e poeira (de gases condensados), com maior condensação de material no centro. Nessa área central, mais densa, se formam estrelas, como o Sol do nosso sistema planetário. Em outras regiões da nebulosa, a condensação de matéria dá origem a planetas. Nesse caso, a aglomeração de partículas gera, em diferentes partes do disco, objetos maiores que atraem cada vez mais poeira e outras massas. Alguns desses objetos podem se atrair e se chocar, mas outros, quando atingem grandes dimensões, podem permanecer em órbitas estáveis, formando massas planetárias.

A força da gravidade, além de depender da massa dos corpos envolvidos, depende do inverso do quadrado da distância entre eles, ou seja, quanto mais próximos dois objetos estão, maior a intensidade dessa força. O processo de aglomeração de matéria dentro das nebulosas determina a atração de partículas vindas de todas as direções, o que tende a formar massas esféricas.

Observamos essa forma não apenas nos planetas do sistema solar, mas também nos satélites naturais (como a nossa Lua), nas estrelas e nos planetas extrassolares. Mas vale destacar que, de fato, a Terra e os outros planetas do nosso sistema solar não são perfeitamente esféricos, por causa de sua rotação ou da ação de forças gravitacionais diferenciais, como é o caso das marés. A rotação tende a achatar os planetas nos polos. Há ainda corpos menores no sistema solar, como as luas Fobos e Deimos de Marte, que não apresentam forma esférica. De pequeno tamanho (26 km e 23 km de diâmetro equatorial, respectivamente), essas luas têm formas mais alongadas.

Adilson de Oliveira
DEPARTAMENTO DE FÍSICA,
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS



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

RESENHA | GALERIA | NOTÍCIAS | VÍDEO

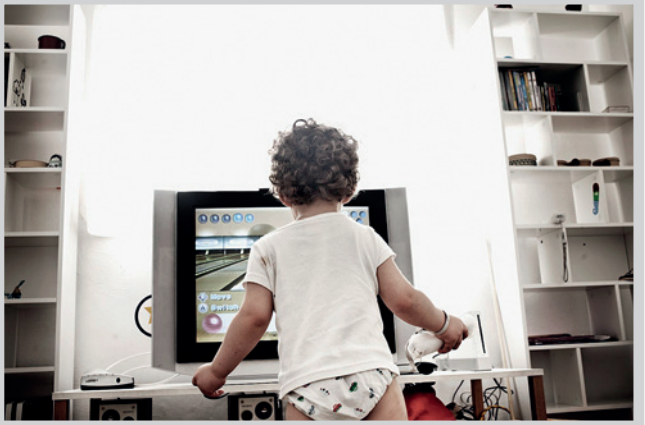


FOTO CIA DA FOTO/ FLICKR – CC BY-NC-SA 2.0

COMUNICAÇÃO > É RUIM, MAS É BOM
Os jogos de *videogame* e a televisão não nos fazem mais burros. Ao contrário, estão nos tornando mais inteligentes. A provocação é lançada pelo teórico da comunicação Steven Johnson no livro *Tudo que é ruim é bom para você*.

> http://cienciahoje.uol.com.br/resenhas/

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

EDUCAÇÃO > Ler matemática
Professor universitário acredita que, dentro das histórias de livros, há um universo matemático para se explorar. Lewis Caroll, Jorge Luis Borges e Edgar Allan Poe são alguns dos escritores que o educador usa em sala de aula.

FOTO WIKIMEDIA COMMONS

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

BIOCONEXÕES > Cérebro de lutador
No momento em que o MMA cresce em investimentos e popularidade, o biólogo Stevens Rehen fala em sua coluna sobre doença comum em atletas de esportes violentos e sobre a importância de informação e proteção para a diminuição dos casos.

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

FÍSICA DE PARTÍCULAS > Dentro da lei
Novas experiências não deixam dúvidas: neutrinos não excederam limite de velocidade. Pesquisadores destacam o episódio como uma vitória do método científico.

MONTAGEM MARCELO GARCIA; FOTO TIANA CARO/ FLICKR – CC BY-NC-SA 2.0

estúdio ch

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

PROBLEMA PERVERSO > No Brasil, parece haver uma cultura de corrupção, dado o número de escândalos desse tipo que aparecem na mídia. No *Estúdio CH,* o cientista político Fernando de Barros Filgueiras, da Universidade Federal de Minas Gerais, responde se isso é verdade e fala sobre outros aspectos da questão.

OPÇÃO SUSTENTÁVEL > No *Estúdio CH*, o engenheiro agrônomo Antonio Carlos de Souza Abboud, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, mostra como a agricultura orgânica está associada à sustentabilidade e explica as diferenças entre esse tipo de cultivo e as técnicas agrícolas convencionais.

SOCIEDADE DA INCERTEZA

JOÃO ARRISCADO NUNES

FOTO FRED FURTADO

Na década de 1980, o sociólogo alemão Ulrich Beck cunhou a expressão 'sociedade de risco' para descrever a maneira como a estrutura social vigente criava ameaças a si própria, especialmente por meio de inovações tecnológicas, gerando crises cujos efeitos eram sentidos de maneira generalizada pela população. O conceito de Beck sempre foi muito discutido nas ciências sociais, mas a crise financeira de 2008 trouxe uma nova perspectiva para a interpretação e a análise do que é o risco para a sociedade. Essa é a proposta do sociólogo português João Arriscado Nunes, pesquisador e ex-diretor executivo do Centro de Estudos Sociais da Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, em Portugal.

Nunes, que está no Brasil realizando pesquisas na Fundação Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro, acredita que o sistema financeiro e sua lógica levaram a outra relação com o conceito de risco, em particular no que diz respeito à capacidade de agir reflexivamente sobre a probabilidade de ocorrência de um evento adverso. Nesta entrevista à *Ciência Hoje*, o sociólogo explica que, hoje, o que se tem é um estado de incerteza, que tende a ampliar-se, no qual as pessoas são incapazes de planejar seu futuro porque não conseguem ter expectativas. Nunes fala ainda sobre como descrever as sociedades hoje, como elas podem se prevenir dos efeitos adversos e o tipo de resposta que pode ser construído para essa ampliação da incerteza.

FRED FURTADO | *CIÊNCIA HOJE* | **RJ**

AS SOCIEDADES HOJE SÃO BASICAMENTE CAPITALISTAS. A PALAVRA CAPITALISMO TEM UM PODER DE DESCRIÇÃO GRANDE, INDICA SOCIEDADES CUJA DINÂMICA É DOMINADA PELA ACUMULAÇÃO DO CAPITAL

O que é a sociedade de risco? É um conceito criado pelo sociólogo alemão Ulrich Beck, na década de 1980. Beck foi muito influenciado pelas experiências com a energia nuclear, em especial o acidente de Chernobyl, que mostrou que um desastre desse tipo poderia acontecer de fato e ter consequências graves e duráveis. Isso o levou a propor a ideia de que vivíamos em uma sociedade na qual muitos dos problemas e perigos resultam da ação humana, em particular de inovações tecnológicas que, embora produzam benefícios, também trazem ameaças. Beck disse que essa capacidade de produzir bens e males seria uma característica muito marcante das sociedades contemporâneas, que não são apenas industriais, mas sim de risco. Seu traço mais profundo seria gerar crises que afetavam de maneira generalizada todos nessa sociedade. Essas novas ameaças levariam a uma distribuição dos efeitos negativos que não seria tão desigual quanto a dos bens, seria uma democratização dos perigos ou dos 'males'. Mas é preciso entender que o termo 'risco' tem uma definição técnica precisa: é a probabilidade da ocorrência de um evento em determinado período e em local específico. À palavra 'evento' foi rapidamente adicionado o adjetivo adverso, associando o termo a algo negativo. O que me parece mais importante na definição proposta por Beck é que o risco não é apenas a identificação de uma ameaça, mas também representa a capacidade de agir de forma antecipatória e reflexiva sobre esses perigos.

Esse conceito ainda é válido? Já foi, em algum momento? Esse é um debate que separou bastante os cientistas sociais. Há os que consideram que a tese da sociedade de risco era inadequada, apesar de ter sido importante para chamar a atenção para um conjunto de novos problemas nas sociedades onde havia uma dependência grande de tecnologia, em especial sistemas tecnológicos complexos. A maioria das sociedades continua a ser organizada por princípios que permitem caracterizá-las como capitalistas, embora haja diferenças de acordo com a parte do mundo onde se encontram. Esses riscos criados pela sociedade são distribuídos de maneira desigual. Por exemplo, um acidente industrial em uma usina química ou nuclear tem mais probabilidade de afetar gravemente as pessoas que vivem mais perto ou trabalham nessas unidades. Mesmo os acidentes naturais afetam de maneira desigual os habitantes de zonas mais expostas a cheias, erosão etc.

Como então, descrever as sociedades hoje? São basicamente capitalistas. A palavra capitalismo tem um poder de descrição grande, indica sociedades cuja dinâmica é dominada pela acumulação do capital. Esse processo está associado a várias outras características, como a organização social baseada na distinção de classes e dos diferentes grupos que mantêm relações distintas com essa acumulação de capital: podem ser beneficiários, trabalhadores ou vítimas por exclusão.

O que representaria o risco nessas sociedades? As crises financeiras? Sim, a crise financeira é um elemento gerador daquilo que poderíamos chamar de risco. Elas têm como seu principal efeito criar privação e exclusão para muitos dos que vivem em sociedade. Não quer dizer que todas as diferenças e desigualdades sejam fruto unicamente dessa acumulação de capital – elas podem resultar de discriminação racial, de gênero ou orientação sexual, por exemplo –, mas basicamente vivemos em uma sociedade dominada por uma dinâmica que é capitalista e nos momentos de crise cria efeitos negativos sentidos principalmente por aqueles que não são beneficiários do processo de acumulação. O principal setor a se beneficiar desse processo é o da finança. Mesmo no sistema capitalista há atualmente uma divisão entre os setores do capital ligados às finanças e os ligados às atividades produtivas. Em situação de crise, a indústria sofre bastante, não há crédito, há falência de empresas e redução de postos de trabalho. Em suma, ocorre uma destruição muito grande da capacidade produtiva que tem a ver com as finanças deixarem de fluir, pois há essa ideia de que se deve preservar o capital financeiro, porque ele seria a seiva que vai alimentar e permitir a sobrevivência de todo o resto.

As crises financeiras, em especial a de 2008, se encaixariam na definição original de Beck, de ser um problema criado pela sociedade? Elas são claramente manufaturadas, como diria Beck, porque têm muito a ver com a maneira de organizar a sociedade e com certa forma de redistribuir

>>>

O SISTEMA FINANCEIRO FUNCIONA MUITO NA LÓGICA DE QUE SE NÃO SE GANHA AQUILO QUE SE ESPERA, SE ESTÁ PERDENDO. SE A EXPECTATIVA FOR GANHAR 1 MILHÃO E SÓ GANHEI 800 MIL, PERDI 200 MIL

o poder e os recursos. Quando são adotadas medidas que desregulam a acumulação de capital, quando se reduz todo tipo de controle público sobre os fluxos de capital e os bancos deixam de ter que disponibilizar fundos para investir no que é chamado de economia real – indústria, serviços etc. –, fica claro que as consequências negativas são distribuídas de modo desigual.

A sociedade não teria como prevenir esses efeitos adversos? Esse é outro aspecto interessante do conceito de sociedade de risco. Beck postulava que, diante de uma situação como a que ele descrevia, era importante existir uma aprendizagem social e institucional capaz de criar respostas, o que chamou de modernização reflexiva. Perante os tais riscos manufaturados, uma das respostas possíveis seria tentar encontrar formas de minimizar esses efeitos negativos. Uma das maneiras preferidas é por meio de mais tecnologia. Um exemplo é a forma como se respondeu aos problemas ambientais, transformando as tecnologias para serem mais verdes. Um problema dessa abordagem é a existência de efeitos negativos e indesejáveis que não podem ser avaliados dessa forma. Não temos certeza de quais são as consequências nem de qual a probabilidade de sua ocorrência. Outra faceta que poderia ser adicionada ao conceito de modernização reflexiva seria não a de prevenir riscos conhecidos, mas a de tentar agir de forma cautelar em relação a ameaças que não conseguimos identificar com rigor. Por exemplo, ampliar o período em que a tecnologia é pesquisada ou criar formas de testá-la sem que ela seja imediatamente difundida. Isso ocorreu em casos de tecnologias ligadas à manipulação da vida, em meio a intenso debate e controvérsia.

Na crise financeira, não parece haver um aprendizado, como o sugerido pelo conceito de modernização reflexiva. O que vemos na crise financeira não corresponde de forma alguma a essa noção. O que parece existir é uma posição que será afirmada independentemente do que acontecer. De outro modo não se entenderia por que a União Europeia, o Fundo Monetário Internacional [FMI] e o Banco Central Europeu, bem como os governos, em consonância com suas orientações, insistem em um conjunto de medidas que consideram benéficas para o equilíbrio financeiro do Estado, mas que têm efeitos claramente negativos, destruidores do tecido social e econômico. Quando ouvimos dizer que uma decisão vai criar recessão, mas não há alternativa, então não existe uma iniciativa de se voltar atrás e ver o que está na origem do problema ou como se pode enfrentá-lo. É algo na linha do capitalismo de desastre, no qual o pressuposto é arrasar a estrutura existente para se ter um terreno livre onde se possa construir sem interferências do Estado ou de políticas sociais no funcionamento de mercado. É preciso explicar, no entanto, que ele é de desastre para quem concebe a sociedade como sendo constituída por coletivos que funcionam a partir de uma regulação pública de certo número de processos. Sem essas regras, ela se torna uma espécie de selva na qual o que vale é simplesmente aquilo que uma pessoa tem e consegue obter, mesmo que para isso grande parte da população esteja privada do essencial.

Muitos que defendem esse modelo de capitalismo afirmam que, se deixarmos a sociedade funcionar assim, haverá um momento em que todos terão seu quinhão de prosperidade. Resta saber o que as pessoas farão enquanto esperam... Se tiverem que esperar cinco, seis anos sem emprego, sem acesso à alimentação, saúde e educação, o que elas farão? A necessidade de sobrevivência, de dignidade, de bem-estar não é relevante nesse modelo. O que é relevante é o que deixa o sistema funcionar sob suas próprias leis e princípios. Embora isso possa parecer uma posição bastante radical, é bastante compatível com o que acontece hoje – a dinâmica de uma crise que gera mais crise.

O sistema financeiro não lida com risco? Ele lida com aquilo que considera ser risco do seu ponto de vista. A lógica do sistema financeiro e da acumulação do capital às vezes não é fácil de entender para quem tem que viver o dia a dia e aceitar soluções de compromisso, que podem não ser ideais, mas que preservam o essencial. O sistema financeiro funciona muito na lógica de que, se não se ganha aquilo que se espera, se está perdendo. Se a expectativa for ganhar 1 milhão e só ganhei 800 mil, perdi 200 mil. Por isso, para esse sistema, não é possível sacrificar um lado para se ganhar no outro – não é aceitável se investir 1 bilhão para reconstruir a economia, pois o entendimento é que se está perdendo isso. O sistema financeiro nunca perde.

HÁ AQUELES QUE VEEM A CRISE COMO UMA CHANCE DE RECONQUISTAR O ESPAÇO PÚBLICO E REAFIRMAR A POSIÇÃO DO ESTADO COMO ENTIDADE CRUCIAL PARA TODOS OS ELEMENTOS DA VIDA DA COMUNIDADE

Um dos problemas da recente crise financeira foram as aventuras financeiras dos bancos, que deixaram de garantir os depósitos. A solução não foi obrigá-los a fazer aquilo que qualquer empresa na mesma situação faz: declarar falência. Os bancos buscaram dinheiro público para se recapitalizar e esse capital nunca mais foi ou será pago. Um banco ou outro desaparece, mas mesmo isso só acontece se esse evento não ameaçar o sistema como um todo. A razão é simples – o sistema financeiro, nesse momento, tem uma capacidade de chantagear o conjunto da vida social que nenhum outro setor tem.

Nesse cenário, qual a relação da sociedade hoje com o risco? Quando falamos em sociedade, temos que entender sobre quem estamos falando. Ela é composta por grupos distintos, cuja avaliação sobre o que é vulnerabilidade é diferente. O risco para o setor financeiro é diferente do risco para pessoas em situação de grande desvantagem. Hoje, o mais marcante é que a dimensão de calculabilidade do risco, de que ele pode ser avaliado, começa a desmoronar. Há muito mais incerteza sobre o que pode acontecer e as pessoas não sabem avaliar se amanhã estarão em situação pior ou melhor. Gente que há dois ou três anos esperava que a crise tivesse algum efeito negativo, como reduzir sua renda e afetar seu padrão de vida, não imaginava que estaria desempregada, perdendo a casa e tudo que tinha, bem como sem expectativa de emprego. Agora as pessoas já não podem contar que os efeitos da crise sejam reabsorvidos em pouco tempo, no próximo mês ou ano, e elas não sabem muito bem se têm um futuro que possa ser reconhecido.

O risco então foi substituído pelo medo? O risco foi substituído por uma sensação de incerteza generalizada. O conceito de risco traz a ideia de que sabemos quais são as incertezas que nos afetam mais e também a distribuição da probabilidade de ocorrência desses efeitos adversos. Na situação atual, isso já não é mais verdade. Se ficarmos um ano desempregados e perdermos o auxílio-desemprego, o que fazemos? Como sobrevivemos? Imagine uma pessoa de 50 anos que perdeu seu trabalho e não consegue outro. Alguém dirá que ela deve fazer um curso de formação para se requalificar, mas, com 50 anos, ela não será admitida em empresa alguma, mesmo com requalificação. Houve um tempo em que um curso desses permitiria encontrar emprego num setor em expansão, mas já não é o que acontece. Estamos falando de pessoas na fase final da vida de trabalho. Essa situação nunca poderia ser designada de sociedade de risco – é uma sociedade baseada na incerteza radical, no desaparecimento das expectativas.

Qual o futuro? Essa situação vai se aprofundar? Apesar do tom, que pode parecer apocalíptico, essa história não decorre sem perturbações ou conflitos. Começaram a aparecer reações de vários tipos. Às vezes, são governos, como alguns da América Latina, que puderam se manter mais ou menos acima da crise simplesmente fazendo o contrário do que fizeram os países europeus, ou seja, procurando manter investimento público em serviços e certas formas de transferência de renda, fomentando o desenvolvimento de mercados internos e usando a flexibilidade de reorientar seus setores exportadores, mas, sobretudo, mantendo algum controle sobre o setor financeiro. Não conheço qualquer ministro das finanças europeu que tivesse dito aos bancos o que disse o ministro brasileiro quando eles vieram exigir redução de impostos. Ele respondeu que eles já eram os campeões da taxa de lucro, portanto não precisavam de redução de impostos. Essa não é uma posição revolucionária ou anticapitalista, é simplesmente uma decisão razoável de um governo que sabe que é preciso manter a atividade financeira dentro de certos limites.

O segundo tipo de resposta é de cidadãos e movimentos sociais, como o dos indignados na Europa. São pessoas jovens com formação superior, mas sem trabalho, e quando têm, seus salários são baixos. Eles não têm expectativa de futuro e começam a perceber que vivem em uma sociedade extremamente injusta e que não entrega o que prometeu. Exigem o retorno a uma sociedade capaz de responder às exigências dos cidadãos. Esses movimentos assumem formas diferentes ao redor do mundo – outro exemplo seria o 'Ocupe Wall Street' – e mantêm relações variadas com o poder político, mas mostram que o processo do capitalismo do desastre e da sociedade da incerteza não é linear e não ocorre sem resistência. Há aqueles que veem a crise como uma chance de reconquistar o espaço público e reafirmar a posição do Estado como entidade crucial para todos os elementos da vida da comunidade. CH

DESTAQUE > FÍSICA MÉDICA > ESTUDO MOSTRA QUE TOMOGRAFIAS PODEM TRIPLICAR RISCO DE CÂNCER EM CRIANÇAS

Exames com raios X: dose de bom-senso

Artigo traz alerta para pais e médicos: as doses de radiação da tomografia computadorizada podem aumentar consideravelmente os riscos de câncer em crianças com menos de 15 anos de idade.

O diagnóstico por imagem foi, sem dúvida, grande avanço da medicina – as primeiras chapas de raios X, feitas no final do século 19, causaram sensação. A tomografia também usa esse tipo de radiação, que é danosa às células.

A rapidez, a não necessidade de sedação e a precisão – e, claro, a comodidade – dos diagnósticos por imagem parecem ter efeito colateral sobre os médicos: certa acomodação. Aquele exame clínico geral, detalhado, demorado, em que se apalpa, observa, pergunta, mede, ausculta, pesa etc. está bem enfraquecido nestes dias – planos de saúde que exigem consultas de 20 minutos não ajudam nesse sentido.

NEUROCIÊNCIAS

Acorda, medula! Anda, rato!

Foi um pequeno passo para um roedor e, talvez, com mais experimentos, se transforme em grande salto para a humanidade. Eis a situação de um novo método que devolveu o movimento a ratos com lesões severas na coluna. Os resultados, no entanto, já representam bom avanço no conhecimento sobre como funciona o sistema nervoso central.

Se a totalidade daqueles fiozinhos de cobre que passam pelo interior de um fio elétrico estiver rompida em algum ponto, a eletricidade gerada pela tomada ou por pilhas não passará, e o aparelho, na outra ponta, não funcionará.

Agora, imagine que esse fio é a nossa coluna vertebral. As vértebras são a capa; os fios de cobre, as fibras nervosas da medula espinhal.

O que a equipe de Grégoire Courtine, da Escola Politécnica Federal de Lausanne (Suíça), fez pela coluna vertebral de ratos paralisados foi algo como juntar as duas pontas de um fio elétrico partido. Para isso, começou excitando quimicamente, por meio de injeções, os neurônios da medula óssea que estavam depois da lesão, ou seja, sem comunicação com o cérebro. Esse estímulo químico fez com que essas células se ligassem a neurotransmissores (adrenalina, dopamina e serotonina) locais e permanecessem em um tipo de compasso de espera, prontos para coordenar o movimento – no caso, dos membros inferiores.

Cerca de 10 minutos depois do coquetel químico, a equipe ligou eletrodos naquela região da coluna, estimulando eletricamente as células – portanto, realizando uma estimulação eletroquímica. Isso acordou a medula espinhal e a fez iniciar os procedimentos que levam ao movimento dos membros. Foi mais ou menos como se a medula assumisse o papel do cérebro e passasse a coordenar os movimentos no lugar deste.

Na última etapa, os animais foram, então, postos em um equipamento robótico que não os ajudava a andar para frente, mas só os sustentava e os reequilibrava, caso eles tombassem para os lados.

Com o aparelho, os ratos não só andaram, mas também correram, subiram escadas (figura) e desviaram de obstáculos, para chegar à recompensa (chocolate) no final da plataforma. O equipamento dava aos roedores a impressão de eles terem uma coluna vertebral intacta.

A medula óssea, porém, demonstrou capacidade que os fios elétricos não têm: plasticidade, ou seja, poder de regeneração. E, assim, o ponto alto dos resulta-

Mas a norma parece ser pedir a tomografia ou chapa de raios X, para depois ver se há algo de errado com o paciente – e, hoje, a quantidade de resultados negativos é impressionante. Crianças com sinusite ou gripe, por exemplo, acabam submetidas a doses desnecessárias de radiação na face ou no tórax.

Some-se, ao cenário descrito acima, outro fato: a esmagadora maioria dos médicos e dos dentistas que prescrevem ou realizam exames envolvendo radiação ionizante não tem boas noções – sim, é um eufemismo – sobre os efeitos da radiação no corpo humano.

ÁGUA, SABÃO E... Depois dessa (necessária) digressão... Agora, pesquisadores britânicos, canadenses e norte-americanos, depois de avaliarem dados de 178.604 pacientes, submetidos a tomografia entre 1985 e 2002, conseguiram quantificar – segundo eles, pela primeira vez – o risco de câncer em crianças causado por essas doses de radiação.

E as conclusões são, no mínimo, preocupantes: para crianças até 15 anos, as doses de radiação de duas a três tomografias na região da cabeça podem triplicar os riscos de câncer de cérebro. E as de cinco a 10 tomografias podem triplicar os riscos de leucemia. [Adendo técnico: para quem é da área e está curioso sobre quais as doses a que os autores se referem, elas são cerca de 60 miligray e 50 miligray, para os casos de câncer de cérebro e leucemia, respectivamente.]

A diferença no número de tomografias para esses dois tipos de câncer está relacionada, dizem os autores, ao quanto de radiação a cabeça e a medula óssea absorvem nesses procedimentos, bem como à idade do paciente.

PHOTORESEARCHERS/LATINSTOCK

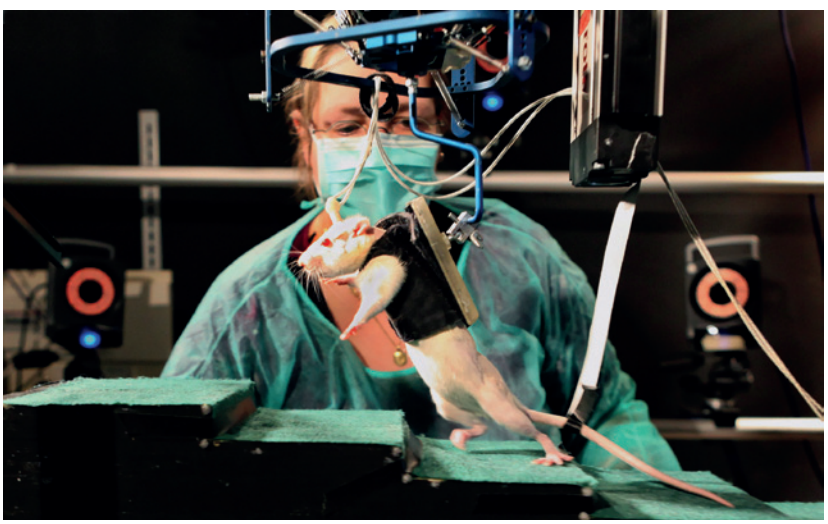
Certo, não é o caso de evitar, a todo custo, que um filho ou filha sejam submetidos ao exame, cujas doses – é preciso dizer – são atualmente bem baixas e consideradas seguras. Além disso, ser submetido a uma tomografia não significa desenvolver câncer: tudo é questão de probabilidade. E o exame, em alguns casos, é para lá de necessário, seja para o diagnóstico ou mesmo para salvar a vida do paciente. É questão de ponderar custos e benefícios.

O alerta dos autores é um sermão surrado: sempre que possível, baixar doses e – mais importante – optar por alternativas não radioativas. Há muito tempo, um médico disse que grande parte dos problemas de saúde se resolveria com receita simples: água, sabão e bom-senso.

No caso de exames que envolvem raios X, bastaria este último ingrediente.

THE LANCET_07/06/12 ***on-line***

FOTO: EPFL



Depois de receber estímulo eletroquímico na medula espinhal, ratos, com o auxílio de um equipamento robótico, andaram, correram e desviaram de obstáculos, para chegar à recompensa (chocolate) no final da plataforma

dos foi o fato de os animais, estimulados mecanicamente, terem apresentado aumento de quatro vezes na quantidade de conexões nervosas que ligam o cérebro à medula. Ou seja, a medula buscou atalhos e o próprio cérebro se modificou para ajudar nesse esforço.

Para Courtine, foi como ganhar "a Copa do Mundo da neurorreabilitação. Nossos ratos se tornaram atletas, quando, poucas semanas antes, estavam paralisados. Estou falando de 100% de recuperação do movimento voluntário".

Sem dúvida, grande feito. Mas...

Pesquisas com humanos começam em um ou dois anos. São parte de um projeto de 9 milhões de euros, NewWalk (algo como 'Novo Caminhar'), que pretende desenvolver, para humanos, um sistema semelhante ao que ajudou os roedores a andar.

Esses resultados têm história. São prosseguimento de experimento feito por Courtine e colegas em 2009, quando eles perceberam que, em animais paralisados, a medula espinhal assumia o papel do cérebro, mesmo sem comunicação com esse órgão. Isso motivou a equipe a pensar que um sinal, mesmo que muito fraco, seria suficiente para fazer os animais retomarem o movimento das pernas. Deu certo.

SCIENCE_01/06/12

FÍSICA

Radioatividade exótica

Dois físicos brasileiros chegaram a uma fórmula simples para explicar um fenômeno nuclear que – pouquíssimos sabem – foi descoberto no Brasil: a radioatividade exótica.

Na virada do século 19 para o 20, foram descobertos dois tipos de radioatividade: i) a alfa, quando o núcleo emite fragmentos formados por – hoje se sabe – dois prótons e dois nêutrons; ii) a beta, quando emite um elétron energético. Por quase um século, a ciência conheceu esses dois tipos de emissões ou modos naturais de decaimento radioativo.

Eis que, em meados da década de 1970, físicos do então Laboratório de Radioatividade e Detecção de Traços, do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), no Rio de Janeiro (RJ), perceberam que era possível um novo tipo de radioatividade: evidências indicavam que, muito provavelmente, o núcleo atômico podia emitir também fragmentos bem mais pesados que uma partícula alfa. O fenômeno ganhou depois (e merecidamente) o nome 'radioatividade exótica'.

Depois da surpresa inicial e da 'queima' de muitos neurônios, os descobridores – detalhe: todos eles físicos experimentais – desenvolveram um modelo de cálculo que explicava o fenômeno e que até hoje tem se mostrado correto. E, de lá para cá, esse fenômeno raríssimo foi amplamente observado em vários laboratórios do mundo.

Agora, os físicos Odilon Tavares – um dos descobridores da radioatividade exótica – e Emil Medeiros, ambos do CBPF, deram um passo além: chegaram a uma descrição simples (porém, bem ampla) do fenômeno. A fórmula, descomplicada, não só explica características já observadas da radioatividade exótica em núcleos pesados, mas também (e mais importante) prevê propriedades de núcleos para os quais o fenômeno é esperado, mas ainda não detectado. Nesse sentido, a fórmula deve orientar os experimentos na área, na linha 'onde e o que procurar'.

O artigo, publicado em revista da Real Academia Sueca de Ciências, recebeu do parecerista o comentário: "As condições de relevância, significância, de novidade e interesse, bem como a correção, clareza e precisão, foram preenchidas." Palavras que todo pesquisador gostaria de receber sobre um trabalho.

Em tempo: dado o interesse desta seção por história da ciência, há um detalhe 'sociológico' tentador de contar sobre a descoberta da radioatividade exótica: quando a equipe do CBPF anunciou pela primeira vez a possibilidade de existir a radioatividade exótica, o fenômeno teria ocorrido em um núcleo de urânio, que parecia ter emitido um fragmento bem pesado (algo como um núcleo entre os de neônio e níquel). Como foi dito, de lá para cá, o modelo de cálculo dos físicos do CBPF se mostrou correto, e a radioatividade exótica foi observada em diversos núcleos pesados, mas um deles tem resistido: ironicamente, o de... urânio. Possível lição: por vezes, a ciência chega a seus resultados por vias bem estranhas. O filósofo da ciência austríaco Paul Feyerabend (1924-1994), defensor de algo nessa linha, possivelmente teria visto nessa descoberta algo interessante.

PHYSICA SCRIPTA_a sair

MEDICINA

Câncer de mama: exame de sangue?

E se houvesse um exame de sangue que indicasse a presença de um câncer de mama? E se o método conseguisse detectar a doença em fase inicial? E se a técnica ainda indicasse como a doença deve progredir? E se indicasse as chances de a paciente sobreviver?

Tire todos os 'se' acima, e o que sobra?

Apenas uma promessa. Mas das boas.

A equipe de Anthony Lucci, da Universidade do Texas (EUA), já havia mostrado que células cancerosas circulam pela corrente sanguínea de pacientes portadoras de câncer de mama com metástase (ou seja, tumor que já se espalhou pelo corpo). Em geral, essas células – denominadas células tumorais circulantes (CTC) – costumam migrar para os gânglios linfáticos. Portanto, a novidade daquele trabalho foi mostrar que elas, sim, navegam pelo sangue.

Mas qual o cenário para um quadro não metastático?

É isso que Lucci e colegas mostraram agora. Investigaram, de 2005 a 2010, 302 pacientes com câncer de mama operável. Destas, 73 (24%) tinham CTCs.

Com base na quantidade de CTCs, foi possível prever, com precisão, o progresso da doença e a taxa de sobrevivência das portadoras. Em 15% das pacientes com CTCs, a doença voltou, e 10% delas morreram. Em pacientes sem CTCs, esses percentuais foram, respectivamente, 3% e 2%.

Cerca de um terço das pacientes com alta concentração de CTCs (três ou mais dessas células por cada 7,5 ml de sangue) teve recidiva ou morreu.

O resumo da coisa é: basta ter uma só CTC para cada 7,5 ml de sangue para que a progressão da doença seja pior e o risco de morte mais alto, em comparação com pacientes sem as CTCs.

Se – e somente se – o novo método vingar (ou seja, passar por novos experimentos) será possível que ele se torne viável e, depois de mais uma longa estrada, comercial.

THE LANCET ONCOLOGY_
06/06/12 ***on-line***

CORBIS (RF)/ LATINSTOCK

FOTO NASA

Pedacinhos do universo em nós

Se os cálculos de dois físicos estiverem corretos, é possível que, a cada minuto, um pedacinho da porção misteriosa do universo esteja se chocando com um dos inumeráveis núcleos atômicos que formam nosso corpo. Consequências desses choques: desconhecidas.

Quando olhamos em volta, tudo o que está aí é formado por matéria dita ordinária (ou bariônica): de nós mesmos a vírus e galáxias. Mas isso é só 5% do universo. E o restante? Uma das questões atuais mais importantes da ciência é: de que são feitos 95% do universo?

Essa porção desconhecida, por sua vez, é dividida assim: i) 70% energia escura, tipo de antigravidade que faz o universo se expandir de modo acelerado; ii) 25% matéria escura, que não emite luz e cuja presença, portanto, só pode ser reconhecida pela ação gravitacional que exerce sobre outros corpos (galáxias, por exemplo).

Um forte candidato a matéria escura são os *wimps* (sigla, em inglês, para partículas massivas de interação fraca). Não se conhece ainda a natureza desses corpúsculos, mas se acredita que eles passem aos bilhões a cada segundo pela Terra. E, obviamente, por nós.

Como *wimps* raramente interagem com a matéria ordinária, as chances são de que, ao longo da vida de uma pessoa, só um deles acerte (interaja com) um núcleo atômico de nosso corpo.

Tranquilo, portanto.

Nem tanto. Agora, Katherine Freese, da Universidade de Michigan (EUA), e Christopher Savage, da Universidade de Estocolmo (Suécia), refizeram alguns cálculos. E os resultados indicam que as interações dos *wimps* com humanos podem ocorrer uma a cada... minuto. Ou seja, 60 vezes por minuto, uma dessas partículas misteriosas – que são, paradoxalmente, grandalhonas – colide com um núcleo de hidrogênio ou oxigênio de nosso organismo.

Se a taxa de colisão é assim alta – os resultados da dupla deverão ainda ser submetidos ao crivo de outros especialistas –, a pergunta que se segue é: causaria dano às células – em português claro e curto: causaria câncer? Em entrevista a uma revista de divulgação científica, Freese garante que as chances de isso ocorrer são muito baixas.

Fato: mesmo se isso causar câncer, não há nada que possamos fazer. Situação irremediável.

Tranquilo, portanto.

Para os cevados nas artes dos números e das equações, o artigo (em inglês), com o sugestivo título 'Colisões da matéria escura com o corpo humano', está aqui: http://arxiv.org/abs/1204.1339

SINTONIA FINA

Formigas em alta

Esta seção já revelou sua simpatia pelos neutrinos, as partículas mais fugidias do universo. Agora, outra revelação do tipo: formigas. Infelizmente, não é sempre que se consegue notícia bacana sobre esses insetos sociais. Felizmente, surgiu uma delas: o projeto AntWeb, página na internet (http://www.antweb.org) que pretende tornar disponível (gratuitamente) imagens em alta resolução de todas as espécies de formigas já catalogadas.

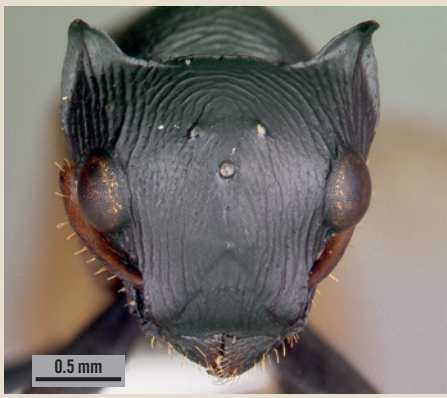
Vai dar trabalho. Mas o líder da iniciativa tem entusiasmo proporcional ao desafio da empreitada: "É um esforço de uma equipe e uma fonte para toda a comunidade. Se completarmos [esse projeto], será a primeira vez que um grupo tão diverso de insetos terá todas as espécies fotografadas", disse à *CH* Brian Fisher, entomologista da Academia de Ciências da Califórnia e pesquisador da Universidade da Califórnia, em Berkeley, e da Universidade Estadual de San Francisco, no mesmo estado.

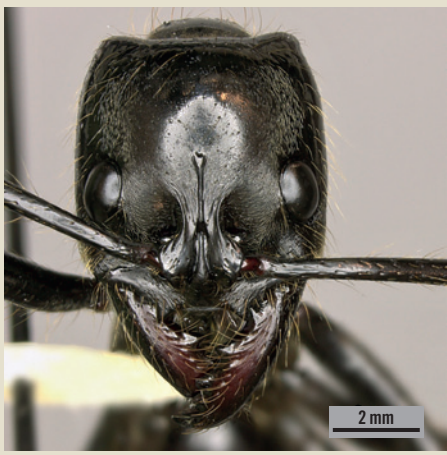
A imagem de cada espécie vem acompanhada de um verbete para lá de enciclopédico, na linha tudo que um especialista ou aficionado precisam saber sobre aquela formiga (hábitats, biologia, bibliografia, dados históricos, páginas externas etc.). Obra de fôlego. Das 22 mil espécies estimadas de formigas, cerca de 12,5 mil delas estão catalogadas – Fisher descobriu cerca de 1 mil delas.

"Nossa equipe não pode fazer o trabalho sozinha. Precisamos da ajuda de uma grande comunidade [de especialistas]. Se os pesquisadores no Brasil acharem que é um projeto apenas dos EUA, elas podem não se motivar no sentido de nos permitir fazer imagens das formigas de seus museus, bem como facilitar nossa visita." Na equipe de Fisher, está a brasileira Flávia Esteves, da Universidade de São Paulo (USP).

Fisher disse à *CH* que, ano que vem, virá ao Brasil para clicar nossas espécies, e o Museu de Zoologia da USP será a única instituição sul-americana visitada pela equipe.

No AntWeb, especialistas podem contribuir, enviando imagens e dados – para isso, há instruções no sítio, que tem também um blogue no qual os





COURTESY ANTWEB: WILL ERICSON/APRIL NOBLE/SHANNON HARTMAN

Prova fraca?

Há cerca de 300 anos, o matemático russo Christian Goldbach (1690-1764) propôs que um número ímpar poderia ser escrito como a soma de três números primos – explicando: número primo é aquele divisível apenas por 1 e por ele mesmo.

Exemplos do que ficou conhecido como conjectura fraca de Goldbach: 21 = 3 + 7 + 11 e 39 = 7 + 13 + 19.

Mas em matemática não adianta mostrar um monte de exemplos. Nem mesmo milhões e milhões deles. Tem que se provar que a conjectura serve para todos os casos; ou seja, que não há exceções.

Agora, Terence Tao, matemático da Universidade da Califórnia, em Los Angeles (EUA), chegou perto. Mostrou que todo ímpar pode ser escrito como a soma de... cinco primos. Certo, não é a conjectura. Mas é um caminho importante. E ele está esperançoso de que conseguirá chegar à conjectura pela trilha que vem seguindo.

Explicando o adjetivo 'fraca' no nome da conjectura. O que Goldbach propôs, ainda no século 18, é, na verdade, derivado de conjectura – no caso, sim, esta denominada forte – proposta por Leonhard Euler (1707-1783), considerado um dos maiores nomes da matemática de todos os tempos.

Euler propôs que um número par maior que dois pode ser escrito como a soma de dois primos (exemplos: 8 = 5 + 3 e 12 = 5 + 7) – por razões históricas, ficou o nome conjectura forte de Goldbach.

O termo forte exige explicação: caso essa conjectura seja provada, dela deriva a fraca. Exemplo muito simples: 18 = 7 + 11 (forte). Some 3 (número primo) a ambos os lados

Três espécies que estão no sítio AntWeb, que quer reunir imagens de todas as espécies conhecidas desse inseto social

visitantes podem fazer perguntas (em inglês) sobre formigas.

O líder do projeto, a pedido da *CH*, indicou, como sua preferida, a espécie *Orectognathus elegantulus* (acima). Esta seção – em escolha feita com base em critérios subjetivos e pessoais – cotou a *Cataulacus oberthueri* para 'miss formiga 2012' (centro) – o mistério do olhar, as 'orelhinhas' de morcego e as três marquinhas na 'testa' deram um clima *noir* à candidata de Madagascar, que, é verdade, se descuidou um pouco da depilação facial.

Mas, no cômputo final – apesar da decisão difícil, dados os atributos estéticos das concorrentes –, a coroa foi mesmo para a brasileira (puro corporativismo) ali das bandas do oeste de Mato Grosso, a *Dinoponera mutica* (abaixo), orgulho nacional por ser a maior formiga do mundo.

O interessado pode visitar também a 'coleção' pessoal de fotos de Fisher, com um sem-número de cabeçudas em http://goo.gl/pifMX .

da equação. O resultado será um número ímpar (21) escrito como a soma de dois primos, 7 + 11 + 3 (fraca).

Tao usou resultados obtidos por computador que mostraram que as conjecturas – a fraca e a forte – são verdade para números até 19 algarismos.

Mesmo que Tao – que, em 2006, ganhou a medalha Fields, considerada o Nobel da matemática – consiga provar a conjectura fraca, o caminho para a forte será árduo – no caso, forte é sinônimo de difícil. E é possível que a conjectura forte de Goldbach – ou de Euler, para fazer justiça – permaneça em aberto por longo tempo.

Alzheimer: antes que aconteça?

E se a doença de Alzheimer pudesse ser tratada antes de surgirem os sintomas?

Bem, o desbravamento rumo à trilha que poderá levar a um tratamento preventivo começará em Medellín (Colômbia), com a participação de centenas de membros de uma grande família em que, por causa de uma mutação genética, a doença aparece por volta dos 45 anos, para, cerca de cinco anos mais tarde, fazer o portador perder memória, fala, movimentos etc. Ou seja, chegar a um estado vegetativo que caracteriza os estádios finais desse quadro de senilidade.

O jornal norte-americano *New York Times* (*NYT*), de 15 de maio último, em reportagem de Pam Belluck, descreve essa tentativa pioneira. A droga, descoberta por um laboratório suíço e licenciada à empresa norte-americana Genentech, é a crenezumab, que ataca a formação de placas de proteínas no cérebro, tidas – não sem controvérsias – como a causa do Alzheimer. Essa ação da droga foi confirmada em testes com roedores de laboratório.

Dos 300 voluntários – alguns ainda na casa dos 30 anos de idade –, 100 receberão injeções da droga quinzenalmente. Os 200 restantes – metade portadores e metade não portadores da mutação genética – receberão injeções de placebo (substância inócua). Os primeiros resultados são prometidos para dois anos depois do início dos trabalhos. Os pacientes serão submetidos a testes de memória, emoções e cognição. O experimento deve durar cinco anos e custará cerca de R$ 200 milhões, 65% bancados pela Genentech. Os Institutos Nacionais de Saúde (NIH) entraram com R$ 32 milhões, o restante virá de doadores privados.

O estudo tem seus poréns: i) é preciso acreditar que o Alzheimer seja mesmo causado pelas placas de proteínas (chamadas beta-amiloides), o que não é consenso entre especialistas; ii) não se sabe a ação da droga sobre os oligômeros, substâncias tóxicas também sob suspeita; iii) os testes serão feitos em gente pobre, sem instrução e do Terceiro Mundo, como lembrou a reportagem do *NYT*.

O NIH promete também destinar parte de seu orçamento para investigar linha promissora de tratamento que o(a) leitora(a) viu aqui (*CH* 256, p. 12). Trata-se do uso de insulina na forma de aerossol nasal – já se compara o Alzheimer a um novo tipo de diabetes, o que explica o uso do hormônio. Estudos – ainda de pequena envergadura – mostraram resultados promissores nesse sentido, com melhoria na cognição e memória dos pacientes. A *CH On-line* tem artigos e reportagens sobre a relação Alzheimer-diabetes. Exemplos: http://goo.gl/l1CQT; http://goo.gl/5eKTp; http://goo.gl/c6La8; http://goo.gl/ecMQY .

Para refrear o possível entusiasmo de algum(a) leitor(a) mais otimista, é preciso dizer que vários tratamentos preventivos contra o Alzheimer já falharam em testes clínicos: anti-inflamatórios, hormônios e produtos 'naturais', tipo *Ginkgo biloba*.

FOTO IBM RESEARCH – ZURICH, UNIVERSITY OF WARWICK, ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY

Química das Olimpíadas

Graham Richards, da Universidade de Oxford (Reino Unido), estava em meio a uma reunião de colegas químicos discutindo o que a comunidade poderia fazer para disseminar essa disciplina nos Jogos Olímpicos deste ano, que começam este mês em Londres. Voltou à mente do cientista algo que ele havia anteriormente esboçado: uma molécula cujo formato é semelhante ao símbolo das Olimpíadas – aqueles cinco anéis entrelaçados, representando a união dos continentes.

Aprovada a ideia, ela se concretizou pelas mãos de Anish Mistry e David Fox, da Universidade de Warwick (Reino Unido). Produzir a molécula obedeceu a várias etapas de reações químicas. Mas aí havia um problema: como 'fotografar' o feito com boa resolução.

Tarefa simples? Nem tanto. O *olympicene* – aportuguesado, poderia ser olimpiceno – tem obviamente dimensões diminutas. De ponta a ponta, sua largura é 1,2 bilionésimo de metro, algo como a espessura de um fio de cabelo dividido em... 100 mil partes. Nem dá para imaginar, é verdade. Macroscopicamente, a substância é um pó que muda de cor com a incidência de luz.

O Laboratório de Pesquisas da IBM em Zurique (Suíça) foi convocado. Em 2009, pesquisadores dessa gigante do ramo da informática haviam desenvolvido método – baseado na chamada microscopia de força atômica sem contato – para 'fotografar' estruturas químicas individualmente. E com alta resolução. A imagem deste mês é resultado de um ano de trabalho dessas duas equipes internacionais.

E serve para quê?

Segundo os autores, o olimpiceno tem propriedades eletrônicas e ópticas interessantes – e a história da ciência mostra que coisas que inicialmente não serviam para nada se tornaram tecnologia sem a qual é (quase) impossível viver. Micro-ondas e *laser*, para ficar em exemplos corriqueiros.

Richards, porém, tem explicação própria para o feito. Para ele, a ideia é atrair a atenção de adolescentes e crianças para a química. Simples assim.

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

FOTO CICERO RODRIGUES

EDUCAR OU INFORMAR?

Como professor, arrisco a opinião de que provavelmente (...) os estudantes atuais mostram uma deterioração, se comparados a seus antecessores

É fato notório que uma das facetas da era da informática é a gradual migração de livros impressos para o meio digital. A tecnologia viabilizou a proliferação de leitores de textos eletrônicos, incluindo os tabletes, e não é exagero afirmar que já é possível montar grandes bibliotecas nesses aparelhinhos. A migração digital alcança também os livros-texto adotados em escolas e universidades. Até há pouco tempo, alguns livros impressos traziam DVDs para complementar o texto. Atualmente, porém, já existem, no ambiente acadêmico, livros integralmente eletrônicos, que embutem muitos recursos de imagem (animações, estruturas moleculares tridimensionais, gráficos dinâmicos etc.) e de áudio.

Em matéria recente na revista *Nature* (v. 485, p. 405), Roberta Kwok reúne depoimentos de autores que usaram programas de editoria de livros eletrônicos, todos muito entusiasmados com produtos já existentes e com a perspectiva de em breve preencher todas as áreas do conhecimento com instrumentos de ensino digitalizados. O resultado é que agora, mesmo no estágio inicial da digitalização de material didático, já está disponível grande quantidade de informação que, talvez devido ao grande volume, ainda demore muito a ser inteiramente processada.

Essa tendência (a digitalização) resultou somente de avanços técnicos ou foi gerada pelo desejo de revolucionar o ensino? O bioquímico Leopoldo de Meis, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, menciona, em DVD que produziu recentemente (*Ensinando ciência com arte* – v. 4, 'A evolução do conhecimento'), que ainda ensinamos do mesmo jeito que os gregos clássicos faziam há milhares de anos. Assim, a adaptação digital atenderia tanto ao aumento exponencial do conhecimento quanto à demanda resultante do significativo aumento populacional.

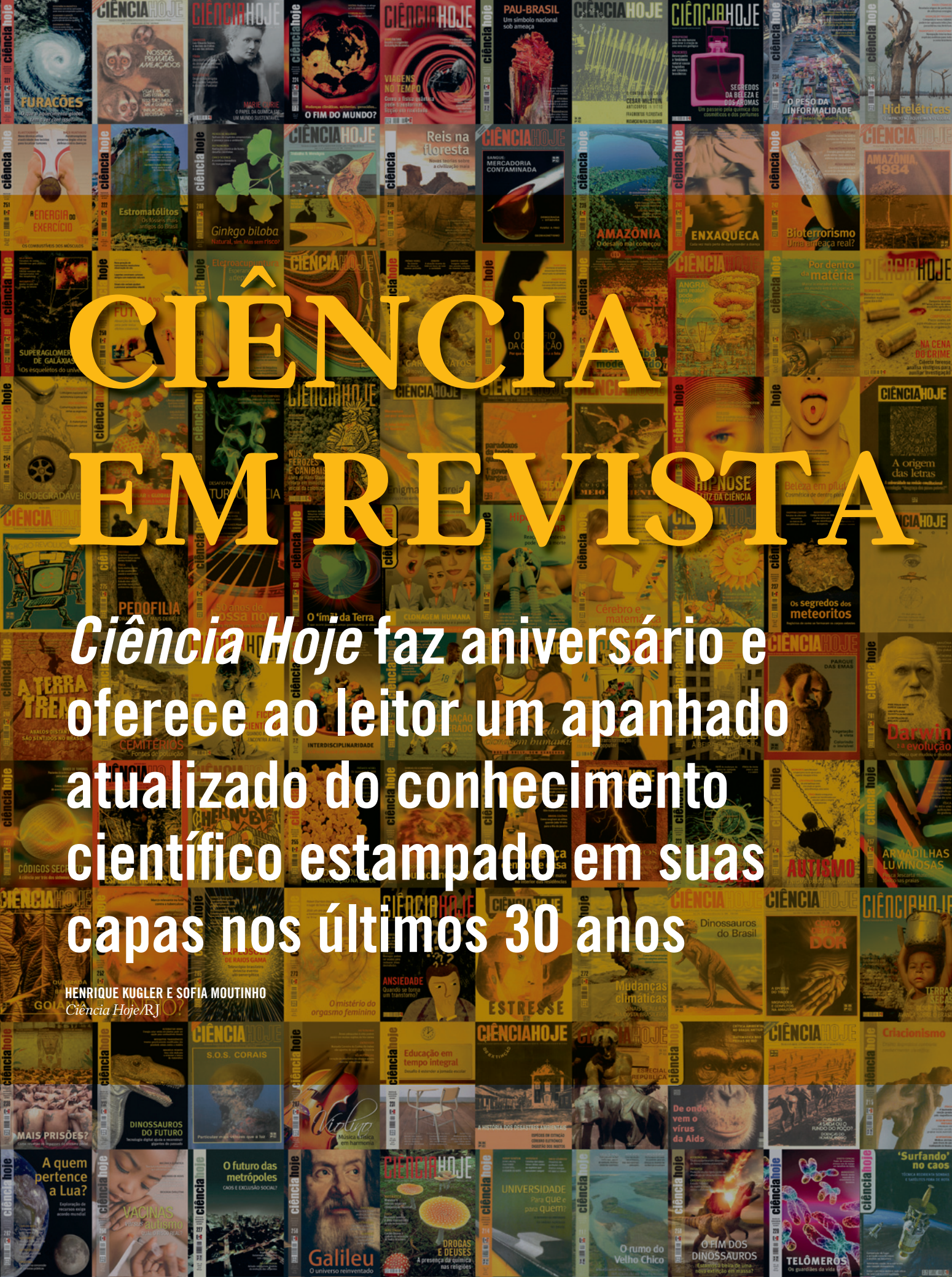
O acesso à informação digitalizada ainda não é homogêneo no planeta, mas se somarmos os livros eletrônicos à já sólida presença dos computadores (e de suas poderosas ferramentas de busca) em nossas vidas, é seguro afirmar que estudantes de países e níveis de aprendizado diferentes têm hoje à disposição acessórios de ensino bem superiores aos existentes há poucos anos. Assim, o número de estudantes com acesso a tais dispositivos deve ser grande o bastante para permitir estudos que comparem o desempenho de alunos atuais com o de alunos do passado.

É possível que tais levantamentos já existam, ou estejam em elaboração, mas seria oportuno e interessante pesquisar, entre professores do ensino médio ou superior, o que acham do aluno moderno em termos de preparo, cultura, articulação mental, compreensão da natureza ou quaisquer outros parâmetros que aferissem o aprendizado. Como professor, arrisco a opinião de que provavelmente o coletivo se declararia pessimista, e concordaria que os estudantes atuais mostram uma deterioração, se comparados a seus antecessores.

É claro que essa inferência poderia ser considerada leviana, já que, sem estar acompanhada de dados quantitativos fidedignos, representaria apenas especulação vã. Intuitivamente, porém, não seria surpresa se o aluno hodierno, mesmo cercado e amparado de todo o arsenal informático, se mostrasse relativamente incompetente – ou melhor, não exibisse a proficiência esperada, proporcional à incorporação dos implementos pedagógicos citados.

Se isso fosse constatado, as perguntas imediatas seriam: Por quê? Qual é o mecanismo do aprendizado? Qual o papel do professor? Ou: há necessidade de um professor presencial? Essencialmente, a compreensão e mesmo a memorização de fatos são atividades solitárias, que dependem de complexas sucessões de eventos mentais, muitos ainda não explicados fisiologicamente. Nesse contexto, será que a facilitação do processo mental por meio da parafernália digital é bem-vinda? Ou a abundância de recursos didáticos é indesejável, por ser demasiado envolvente e assim diminuir a fixação do conhecimento? CH

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



CIÊNCIA EM REVISTA

Ciência Hoje faz aniversário e oferece ao leitor um apanhado atualizado do conhecimento científico estampado em suas capas nos últimos 30 anos

HENRIQUE KUGLER E SOFIA MOUTINHO
Ciência Hoje/RJ

No final da década de 1970, em plena ditadura militar, a comunidade científica no Brasil crescia e ganhava importância. Mas o conhecimento produzido nos laboratórios e universidades não chegava ao público. Não existia uma cultura de divulgar ciência por parte dos cientistas nem canais efetivos de comunicação entre eles e a sociedade em geral. Foi nesse contexto que o físico Alberto Passos Guimarães e o neurocientista Roberto Lent tiveram a ideia de criar uma revista para falar a todos de forma simples sobre os mais variados e complexos assuntos da ciência. Mais tarde, se juntariam a eles o físico Ennio Candotti e o biólogo Darcy Fontoura de Almeida.

"Naquela época predominavam nas bancas os fascículos italianos sobre temas científicos sem participação dos cientistas brasileiros que, em sua maioria, não davam importância a isso", conta Lent. "Então, nossa ideia era sensibilizar a população sobre a pesquisa feita aqui e também instigar a comunidade científica a divulgar essa ciência."

O projeto embrião foi colocado no papel por Lent em 1978 com a ajuda de outros colegas cientistas. O material foi enviado para a avaliação de José Reis (1907-2002), um dos mais ativos divulgadores da ciência no Brasil. Médico, pesquisador e jornalista, Reis incentivou a criação da revista e alertou os colegas para as dificuldades que a ousada proposta poderia enfrentar. Entre elas, a diferença entre as linguagens científica e jornalística e a quase inexistente tradição de pesquisadores brasileiros escreverem para o público leigo.

Foi só em julho de 1982 que a ideia saiu do papel e a revista, batizada de *Ciência Hoje*, teve seu primeiro número editado pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Escrita por cientistas e jornalistas e dedicada às pesquisas nacionais, foi pioneira no ramo das publicações periódicas brasileiras voltadas exclusivamente para a ciência. O lançamento se deu em Campinas, na 34ª reunião anual da SBPC, que reuniu milhares de estudantes e professores universitários de todo país.

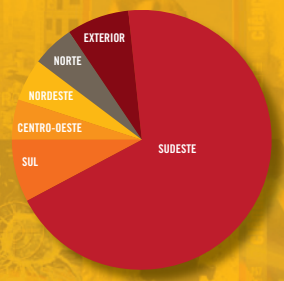
O número 1 já deixava claro o impacto que a ciência pode ter na sociedade, com uma série de artigos denunciando a poluição em Cubatão, cidade industrial de São Paulo. A temática polêmica gerou uma circular reservada do ex-Serviço Nacional de Informações para que as empresas estatais não anunciassem na revista. Apesar disso, *Ciência Hoje* se tornou um sucesso. O primeiro número teve uma tiragem de 15 mil exemplares, que logo esgotou. Foi necessário imprimir uma segunda tiragem. Seis meses após o lançamento, a revista já contava com cerca de 4 mil assinantes. Dois anos depois, tirava 55 mil exemplares.

Com apenas um ano de existência, *Ciência Hoje* ganhava o Prêmio José Reis de Divulgação Científica, o maior da área no país. De lá para cá, a trajetória bem-sucedida se manteve. A revista cresceu tanto que deu filhotes. Em 1986, foi criado o encarte infantil *Ciência Hoje das Crianças*, que mais tarde se tornaria um veículo independente. Em 2001, foi criado o Instituto Ciência Hoje, que, além das revistas, acolhe o *Ciência Hoje On-line* e o *Ciência Hoje das Crianças On-line*, e também publica livros paradidáticos.

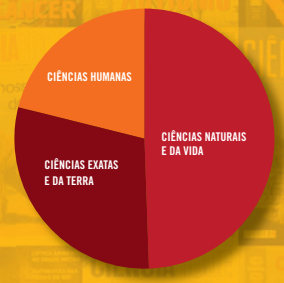
Nestes 30 anos, a revista publicou mais de 5 mil textos assinados por cientistas brasileiros, além de material produzido por jornalistas. Cerca de 300 artigos foram escritos por pesquisadores do exterior. Todas as áreas do conhecimento têm sido contempladas (figura). Entre assuntos polêmicos e importantes, escolhemos cinco capas representativas que ilustram o caminhar da *Ciência Hoje* e da ciência. Nas páginas seguintes, o leitor vai saber em que pé andavam as pesquisas científicas na época de sua publicação na revista, como estão hoje e quais são suas perspectivas.

Artigos escritos por cientistas publicados na *Ciência Hoje* das edições 1 a 291

POR REGIÃO DOS AUTORES



POR ÁREA DO CONHECIMENTO



CH 1 | 1982

FOTO JUCA MARTINS

A poluição industrial atingia níveis catastróficos em Cubatão, no início dos anos 1980

"A primeira grande batalha ecológica nacional já está sendo travada e dela poderá depender o rumo da questão ambiental no Brasil por muitos anos." Com essas assertivas palavras era introduzido o conjunto de artigos que foram tema de capa do número 1 da *Ciência Hoje*. A batalha em questão era a de um grupo de renomados cientistas brasileiros que buscavam compreender e reverter a situação crítica de poluição em Cubatão, cidade paulista da baixada litorânea entre Santos (SP) e a serra do Mar.

Na época, a cidade abrigava 23 indústrias que jogavam diariamente na atmosfera mil toneladas de gases tóxicos e partículas nocivas ao ser humano e ao ambiente. Outras 20 mil toneladas de resíduos tóxicos acumulavam-se a cada ano em lixões a céu aberto e diversos poluentes eram despejados sem qualquer controle nas águas da região.

Ciência Hoje foi um dos primeiros meios de comunicação a chamar a atenção para o cenário devastador que rendeu à cidade o apelido de Vale da Morte. A revista denunciava diversos problemas de saúde na população causados pela poluição e trazia textos de reflexão, como o artigo 'Um exemplo a não ser seguido', do geógrafo Aziz Ab'Saber.

Um dos destaques era um estudo conduzido pelo biomédico Paulo Cesar Naoum, que explicava os inúmeros nascimentos de crianças sem cérebro na cidade. "Nasciam tantas crianças assim que o coveiro da cidade, sensibilizado, se recusou a enterrar uma delas", lembra Naoum. "Esse gesto chamou a atenção da sociedade e se ficou sabendo que o número de crianças anencéfalas nascidas em Cubatão era cinco vezes maior que o considerado aceitável pela Organização Mundial de Saúde."

Naoum conta que Aziz Ab'Saber, então engajado na SBPC, foi quem o convidou para conduzir o estudo com a população. O biomédico analisou cerca de 500 amostras de sangue de moradores de Cubatão e constatou que 35% delas estavam intoxicadas por poluentes que levavam à má-formação do sistema nervoso. Os resultados foram divulgados para o público geral com exclusividade pela *Ciência Hoje* e tiveram impacto direto na mobilização da sociedade e do governo para resolver a situação.

"Cerca de um ano depois de descrevermos e apontarmos essa situação, o governo resolveu tomar alguma pro-

FOTO LEONARDO WEN/FOLHAPRESS

FOTO MAURICIO SIMONETTI / TYBA

Graças a um programa de recuperação, Cubatão não apresenta graves problemas de poluição desde 1995

vidência e exigir a instalação de filtros nas chaminés das indústrias", conta Naoum. O biomédico lembra ainda que foi preciso coragem dele e seus colegas para divulgar suas pesquisas ao público. Naquele momento, o Brasil vivia sob a ditadura militar de João Baptista Figueiredo e os cientistas envolvidos em pesquisas sobre Cubatão chegaram a ser alertados pelo Ministério da Saúde para não tocarem mais no assunto. Felizmente, a ameaça discreta não rendeu em nada. "O problema era muito grave, não havia como esconder e o lançamento da *Ciência Hoje*, falando sobre o assunto com uma linguagem simples, foi de alta influência no processo de recuperação de Cubatão", afirma Naoum.

Ainda na década de 1980, a prefeitura iniciou o Programa de Controle de Poluição Ambiental em Cubatão, que identificou as principais fontes poluentes do município. Hoje, a cidade, que chegou a ser considerada pela Organização das Nações Unidas como a mais poluída do mundo, está recuperada. "Há 30 anos tínhamos mais de mil denúncias anuais ligadas à poluição, principalmente por odor forte. Hoje, a média é de 70 por ano e, desde 1995, não tivemos mais estado de alerta decretado", conta o gerente da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb) em Cubatão, Marcos Cipriano, morador da cidade.

Em 90% dos dias do ano a área urbana de Cubatão apresenta um bom índice de qualidade do ar, as exceções são durante o inverno, quando a estiagem e a inversão térmica dificultam a dispersão dos poluentes. Atualmente, a qualidade do ar é monitorada em tempo real e disponível para consulta na internet. O próximo passo da Cetesb será divulgar do mesmo modo os dados sobre a qualidade das águas.

FOTO MARCELLO LOURENÇO / TYBA

As matas da região de Cubatão ainda abrigam guarás

CH 8 | 1983

ANGRA

FOTO CORBIS (DC)/ LATINSTOCK

A capa é de quase 30 anos atrás, mas o assunto ainda tira o sono de muita gente. Em 1983, *Ciência Hoje* publicou três artigos dedicados ao projeto nuclear brasileiro. O primeiro trazia ao leitor um panorama geral sobre o tema – com ênfase nos aspectos históricos e políticos. Nas páginas seguintes, a revista abordou conteúdos técnicos que ainda geravam dúvidas na opinião pública. Como funcionaria o reator nuclear que estava prestes a ser instalado em Angra? Ele era seguro? A *Ciência Hoje*, naquele momento, cumprira importante papel ao comunicar ao público o contexto geral do assunto, que, desde o início, foi cercado por uma aura de temor e incerteza.

A construção de Angra-1 estava finalizada, mas a usina ainda aguardava licença de operação – que seria concedida somente em 1984. Era o início de uma nova e polêmica fase na política energética brasileira: não por incertezas ambientais – que certamente estariam na pauta de hoje –, mas por desafios incertos de gestão e logística. "Angra-1 parecia um projeto equivocado", dizia o artigo, referindo-se à própria razão de ser do projeto. Afinal, o Brasil não dominava o ciclo do urânio: "A carga inicial de combustível de Angra-1 foi fabricada a partir de 256 toneladas de urânio proveniente da África do Sul, posteriormente convertido em hexafluoreto na Inglaterra e enriquecido nos Estados Unidos". Os passos iniciais da primeira usina nuclear brasileira não pareciam fazer parte de uma estratégia sensata, na ótica de alguns.

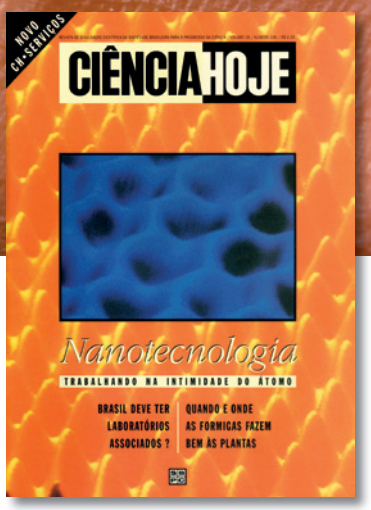
Hoje, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) aposta que somente a partir de 2014 o país deve se tornar autossuficiente no enriquecimento do urânio e previsões das Indústrias Nucleares do Brasil (INB) sugerem que será apenas por volta de 2020. As discussões que orbitam os caminhos e descaminhos da energia nuclear, no entanto, ganharam ao longo das últimas décadas uma nova componente que transcende aspectos técnicos ou econômicos. É a questão ambiental que agora entra em cena, mais influente do que nunca. Apesar de ser considerada 'limpa', será que a matriz nuclear é segura? O mundo se vê dividido. O acidente nas usinas nucleares de Fukushima, em março de 2011 no Japão, incitou reflexões em nível global e colocou em xeque o prosseguimento de programas nucleares em alguns países – a Alemanha, por exemplo, decidiu desativar, até 2022, todas as suas usinas baseadas nessa matriz.

No Brasil, as obras de Angra-3 seguem a todo vapor. Espera-se que a licença de operação seja concedida no final de 2015, e, se as previsões se concretizarem, a energia nuclear responderá por 60% do abastecimento de eletricidade no estado do Rio de Janeiro (hoje é metade disso). "O acidente de Fukushima nos deu um alerta para ampliar e aperfeiçoar os mecanismos de segurança e emergência. O programa nuclear do Brasil deve continuar seguindo seu rumo normalmente", comenta o engenheiro Francisco Rondinelli Junior, da CNEN. Tramitam na Câmara, entretanto, dois projetos de decreto legislativo: um para a suspensão do andamento da obra (PDC 26/11) e outro propondo um plebiscito para que os eleitores votem se querem ou não a instalação de Angra-3 e a continuidade de Angra-1 e Angra-2 (PDC 225/11). Existem hoje 436 usinas nucleares no planeta, responsáveis pela geração de 16% da energia elétrica utilizada no mundo.

CH 106 | 1995

FOTO: SPL DC/ LATINSTOCK

NANOTECNOLOGIA



Em janeiro de 1995, o artigo de capa de *Ciência Hoje* tratava de um tema que ainda era novidade para muitos, mas hoje está na boca, nos cabelos e na pele do povo: a nanotecnologia. No Brasil, os primeiros investimentos na área foram em 1987 – quando se destinaram US$ 10 milhões para o desenvolvimento de semicondutores. O mundo se preparava para o que, segundo alguns, seria a próxima revolução científica. "Mas a fabricação de dispositivos em escala atômica ainda está na sua infância", escreveram os autores à época. "São enormes os desafios a serem superados."

Quase duas décadas se passaram, e essas afirmações permanecem bastante atuais. A partir de 2001, o governo brasileiro fomentou a criação de quatro grandes redes de pesquisa na área, que a partir de 2005 deram origem a grupos que atuam até hoje. "Os avanços na área foram assombrosos, em especial no desenvolvimento de uma infinidade de novos tipos de materiais", comenta o químico Daniel Alves, da Universidade Federal do Paraná. A nanociência avança a passos largos e nanoprodutos não são mais ficção, e sim parte de nosso cotidiano: cosméticos, medicamentos e tecidos são apenas alguns exemplos. Na medicina as promessas são sedutoras: nanoprojéteis que atacam tumores ou nanocápsulas que levam um fármaco a determinado tipo de célula – sem efeitos colaterais – são horizontes cada vez mais tangíveis. Há cerca de uma década, aliás, para tratamento de câncer de mama utiliza-se com sucesso um nanomedicamento à base de paclitaxel (substância de origem vegetal), dispensando o uso de componentes tóxicos e permitindo administrar doses maiores com redução dos efeitos adversos do tratamento. Quanto aos cosméticos, desde 1995 já há no mercado produtos com princípios nanotecnológicos – filtros solares, antirrugas e cremes variados.

Essas maravilhas, porém, nos últimos anos vêm sendo motivo de questionamento. As nanotecnologias são de fato seguras? "Seu emprego para a saúde humana ainda é motivo de discussão em vários setores da sociedade", lembraram autores de outro artigo, de 2008, publicado nas páginas de *Ciência Hoje*. Afinal, o conhecimento sobre toxicidade e impactos ambientais dessas tecnologias ainda está fora de nosso alcance. Além disso, produtos derivados de nanoprocessos ainda não são regulados por políticas públicas. Não por acaso, grupos do terceiro setor em diversos países se organizam para exigir das autoridades ações que possam minimizar os riscos ou mesmo impedir que produtos circulem sem prévia garantia de segurança toxicológica e ambiental.

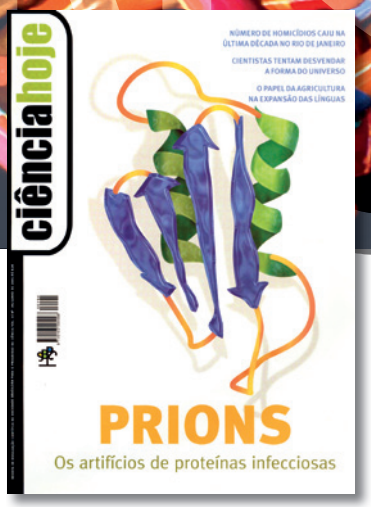
"Há controvérsias polarizadas que supervalorizam os benefícios e ignoram os riscos", analisa a especialista em política científica Noela Invernizzi, da Universidade Federal do Paraná. O sociólogo Paulo Martins, da Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma), lembra que foi somente em 2011 que o governo brasileiro lançou o primeiro edital para fomentar estudos nanotoxicológicos. "Nesta etapa, engajamento público é fundamental nos processos decisórios que definirão os rumos de ciência e tecnologia no Brasil", opina.

Segundo a Lux Research, entidade internacional dedicada ao estudo de tecnologias emergentes, o mercado mundial de produtos oriundos de processos nanotecnológicos deve movimentar, até 2015, nada menos que US$ 3 bilhões.

CH 194 | 2003

FOTO SPL DC/ LATINSTOCK

PRÍONS



Há 30 anos, os príons, agentes infecciosos compostos apenas por proteínas, haviam acabado de ser batizados pelo neurologista norte-americano Stanley Ben Prusiner. Até essas moléculas serem descobertas, acreditava-se que somente seres com material genético, como RNA ou DNA, podiam causar infecções. Os príons são a única exceção para essa regra. Quando *Ciência Hoje* publicou uma capa sobre o assunto, em 2003, já se sabia que essas moléculas causavam uma série de doenças degenerativas do sistema nervoso, chamadas encefalopatias espongiformes, que podem ser contraídas por hereditariedade ou contaminação, como é o caso da 'doença da vaca louca'.

Quase 10 anos depois, houve avanços na pesquisa sobre os príons, mas ainda permanecem muitos mistérios e desafios. Para a bioquímica Vilma Martins, uma das maiores especialistas em príons no Brasil, do Hospital A. C. Camargo, em São Paulo, o que mais progrediu foi o estudo da proteína príon celular normal. Essa molécula, descoberta mais recentemente, é como se fosse a irmã gêmea do príon patológico. Hoje se sabe que o príon celular é abundante em vários órgãos do corpo de humanos e animais e que o príon patológico, que causa degeneração no cérebro, é uma modificação dessa molécula normal.

"A atividade da proteína príon celular normal hoje é bastante estudada. Vários trabalhos, muitos feitos no Brasil, mostram que ela está envolvida nas mais diversas funções no organismo, como, por exemplo, a transmissão de memória e a preservação da mielina, capa que encobre os nerônios e mantém a transmissão elétrica no cérebro", diz Martins.

No entanto, o neurocientista Rafael Linden, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), autor do artigo de 2003, aponta que os estudos ainda são repletos de controvérsias. "Algumas pesquisas sugerem que o príon celular normal é responsável por determinada função e outro grupo aponta para uma função oposta", diz. Segundo ele, as contradições poderiam ser explicadas a partir de uma hipótese em discussão desenvolvida pelo seu grupo com outros pesquisadores brasileiros, inclusive Vilma Martins.

A ideia proposta por Linden é que o príon celular seria uma proteína adaptatora, o que significa que sua função dependeria de outras moléculas com as quais ela se associa. "Esse conceito explicaria por que às vezes se têm observado príons com funções opostas", diz Linden. "Dependendo de com quem ele anda, pode desempenhar um determinado papel ou outro, tanto de proteção quanto de destruição."

Enquanto as pesquisas e hipóteses sobre o príon celular normal são efervescentes, não se avançou tanto no conhecimento sobre as doenças causadas por príons. Martins ressalta que cerca de 80% das doenças priônicas têm causa desconhecida – não são explicadas por contaminação ou hereditariedade. O tratamento também continua um desafio. "Avançamos de forma lenta em relação a isso", comenta Martins. "Sabemos mais sobre a estrutura da molécula, já conseguimos criar príons *in vitro* e métodos para detectar a proteína infecciosa em animais de laboratório, mas, infelizmente, nenhuma das terapias propostas até hoje mostrou resultados significativos."

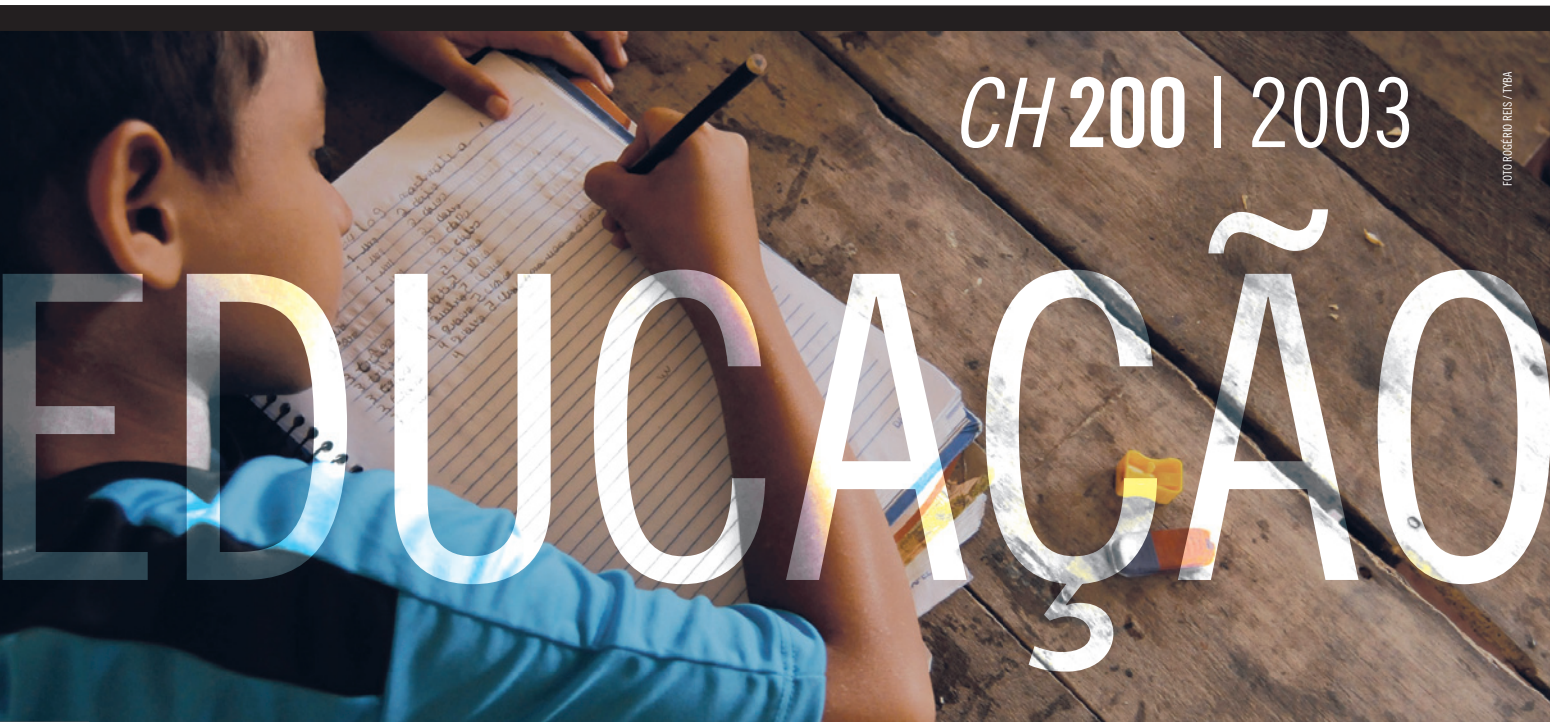


FOTO ROGERIO REIS / TYBA

CH 200 | 2003

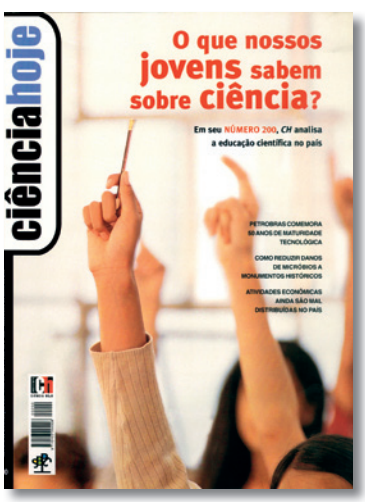
EDUCAÇÃO

Notícia pouco animadora foi destaque na *Ciência Hoje* em dezembro de 2003: a educação no Brasil estava entre as piores do mundo. Dos 43 países analisados pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) naquele ano, ficamos em 42º – penúltima colocação, só perdendo para o Peru. Foram (e ainda são) três as categorias avaliadas: leitura, matemática e ciências. Nosso mau desempenho em todas elas instigou algumas ponderações. "Programas de excelência e linhas de financiamento buscam cada vez mais padrões de descoberta científica e de inovação, e quase nunca contemplam a necessidade da divulgação e da educação científicas", comentou-se no editorial da mesma edição da revista. À época, o biólogo e educador Nélio Bizzo, da Universidade de São Paulo (USP), lembrou como foi desastrada a participação brasileira no Pisa de 2003 – quando perdemos, por exemplo, o prazo para entrega de vários documentos relativos ao procedimento. "A posição relativa do Brasil espelha não só as deficiências dos alunos, mas também a desorganização brasileira em avaliação educacional."

O Pisa é realizado a cada três anos; o último foi em 2009. Apesar de o país ter avançado algumas casas no *ranking*, ainda não temos motivos para comemorar – dos 65 países avaliados no último teste, ficamos em 53º. No quesito ciência, nossa pontuação foi 405, sensível melhora em relação a 2003, quando obtivemos 390. Mas ainda é pouco, dado que a média entre os demais países variou de 495 a 500 ao longo do mesmo período.

"Houve universalização do acesso à escola, e hoje temos mais de 90% das crianças brasileiras frequentando as aulas", lembra a presidente do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), Malvina Tuttman. "Mas não podemos dizer que essa universalização quantitativa foi acompanhada de melhora qualitativa", ressalva. "Acompanho as avaliações (discutíveis) da Unesco desde 1995 e nunca passamos dos últimos lugares em ciências e matemática", lamenta o educador Gastão Franco da Luz, da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Dados oficiais apontam que os investimentos do Brasil em educação correspondem a cerca de 5% do Produto Interno Bruto (PIB), o que, segundo boa parte da comunidade científica, é insuficiente. Circula no país uma campanha em favor dos 10% do PIB para educação e ciência, ideia apoiada pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) e por várias outras entidades acadêmicas e educacionais. "Somos a sexta economia de um mundo em que conhecimento não é categoria de análise para países periféricos", dispara Franco da Luz. "Num país de 'mensaleiros', Cachoeira e Demóstenes, 'ciência só atrapalha'. Somos espaço de montadoras, de fornecimento de matérias-primas sem valor agregado; misto de senzala e campo de cultivo, coleta e exportação." Os resultados do próximo Pisa devem sair ainda em 2012, e, mesmo para os otimistas que contemplam as recentes conquistas da educação no Brasil, a discussão está longe de terminar. CH



Ioga

A sabedoria da vida longa

Descobertas recentes indicam que a prática da ioga altera positivamente não apenas os estados mentais, mas o funcionamento de todo o corpo. Já se sabia que esse ensinamento milenar proporciona relaxamento e reduz a ansiedade, mas o que estudos científicos realizados nas últimas décadas vêm revelando é que as diferentes técnicas da ioga também são capazes de alterar o funcionamento de outros sistemas do organismo, desde o muscular e o cardiovascular até o hormonal e o imunológico, trazendo benefícios à saúde humana.

Camila Ferreira-Vorkapic
Instituto de Psicologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

O *Hatha yoga pradipika*, sagrada escritura do *hatha yoga*, escrita no século 15 da era atual, diz que, antes de nos aventurarmos na prática de austeridades e códigos morais, devemos nos preparar. Autocontrole e disciplina sem preparação adequada podem criar mais problemas mentais e de personalidade do que paz de espírito. A beleza dessa escritura é que ela resolve o grande problema que todo iniciante enfrenta: dominar a mente. "Por que começar com a mente? Você não tem nenhum poder para lutar com a mente. Primeiro, é preciso disciplinar o corpo", diz o texto.

Devido a essa abordagem corporal, o *hatha yoga* ficou conhecido – de modo equivocado – como uma categoria de ioga que trabalha apenas as valências físicas (força, flexibilidade, resistência, equilíbrio e outras), quase como um tipo de ginástica oriental. Isso não é verdade. O *Hatha yoga pradipika* afirma em diversas ocasiões que todas as práticas físicas têm apenas uma finalidade: a purificação do corpo, visando, em etapa posterior, controlar as flutuações da mente, por meio da meditação. A meditação, então, é o pináculo do *hatha yoga*, e não o contrário.

Não é repetindo para si mesmo que não deve pensar em nada naquele momento que o indivíduo conseguirá meditar. É preciso utilizar a técnica correta. É preciso começar por onde é mais fácil: pelo corpo.

Há milênios os mestres da ioga – os iogues – já sabiam da relação entre as técnicas desse sistema e os estados mentais. Eles diziam: "Não se preocupe com a mente. Ignore-a. Pratique *pranayama* e a mente será automaticamente controlada" – *pranayama* são exercícios respiratórios. A sabedoria dessa antiga afirmação torna-se evidente quando pensamos na relação entre respiração e emoção. Se estamos ansiosos ou estressados, por exemplo, nossa respiração é superficial e curta. Da mesma forma, se um paciente que sofre de transtorno de pânico apresenta uma crise, ele com frequência hiperventila, ou seja, o ritmo da respiração acelera em excesso.

>>>

Figura 1. *Surya Namaskar*, um conjunto de posturas corporais praticadas no ioga

Essa ligação entre respiração e emoção é uma via de mão dupla, e a ioga usa esse conhecimento para seguir o percurso contrário ao observado na ansiedade e no estresse e mudar o padrão respiratório, visando alterar os estados mentais. Até a moderna psicoterapia denominada terapia cognitivo-comportamental utiliza técnicas oriundas da ioga, como a respiração diafragmática, para tratar ataques de pânico e ansiedade.

É bastante conhecido o fato de a ioga induzir o relaxamento e influenciar estados mentais, mas o que a ciência vem descobrindo é que as variadas técnicas dessa antiga prática também podem alterar, para melhor, o funcionamento de outras regiões do corpo, como os músculos, o sistema cardiovascular, o sistema hormonal e mesmo as defesas do organismo (sistema imunológico).

Posturas corporais

Asanas – uma dessas técnicas – são posturas corporais que buscam propiciar a estabilidade necessária para que o indivíduo consiga se manter sentado em postura meditativa. Essa é a única finalidade dos *asanas*, ao contrário do que se vê na ioga comercial moderna. Dos quase 200 aforismos presentes nos *Yoga sutras de patanjali* (outra antiga escritura), somente dois mencionam *asanas*. No *Hatha yoga pradipika*, fica ainda mais óbvia sua função: manutenção de uma postura estável para a prática mais relevante, a meditação.

Curiosidades à parte, hoje se sabe que não apenas *pranayama* e meditação são capazes de alterar significativamente o funcionamento do sistema nervoso central. A simples prática dos *asanas* também pode alterar a atividade respiratória e, em consequência, os estados emocionais e a circulação geral, influenciando todo o sistema nervoso autônomo.

A prática de *asanas*, que deve ser firme e agradável, promove treinamento intenso do sistema neuromuscular. A natureza dessas posturas corporais pressupõe estabilidade e permanência, e o desenvolvimento da força e da flexibilidade necessárias para isso ocorrer, respectivamente, por isometria (contração muscular por tensão) e por relaxamento da musculatura alongada. Diversos *asanas*, como as séries dinâmicas (por exemplo, *surya namaskar*) (figura 1), as retroflexões da coluna (*bhujangasana*) (figura 2) e posturas de contração muscular (*chaturanga*) (figura 3) elevam significativamente a frequência cardíaca.

Expiração prolongada

A técnica *pranayama* também induz profundas alterações no sistema nervoso autônomo, que controla as funções automáticas do corpo. Com esses exercícios respiratórios, os *yogis* facilmente reduzem de modo consciente e proposital a taxa respiratória, a frequência cardíaca e todo o metabolismo corporal. Em geral, *pranayamas* enfatizam um aumento gradativo da expiração.

Ao final de cada inspiração, mecanismos fisiológicos (aumento do retorno do sangue ao coração, pelas veias, e do volume do tórax) fazem com que receptores de estiramento pulmonar elevem significativamente a frequência

ILUSTRAÇÕES: ROMERO CAVALCANTI

Figura 2. A postura corporal *Bhujangasana* leva o praticante a flexionar a coluna

cardíaca, que só começa a ser reduzida quando expiramos. O que se acredita, embora o processo não esteja totalmente elucidado, é que esses receptores respondem cada vez menos à elevação do teor de gás carbônico durante a expiração.

Em um indivíduo que não pratica ioga, porém, a frequência cardíaca se mantém elevada durante a expiração. No entanto, à medida que pratica *pranayama*, expirando de maneira mais lenta e prolongada, o indivíduo consegue diminuir muito essa frequência, que pode atingir, com o treinamento, valores muito baixos ou inferiores ao normal para essa fase da respiração. Esse princípio (junto à *kumbhaka*, ou seja, a retenção do ar nos pulmões) conduz a um treinamento tão forte do sistema nervoso autônomo que, mesmo quando o adepto de ioga não está praticando *pranayama*, ocorrem essas variações saudáveis na frequência cardíaca, pois o padrão respiratório foi profundamente alterado.

Isso talvez explique por que os praticantes de ioga são menos propensos a desenvolver transtornos de ansiedade e de humor e respondem melhor a alterações emocionais negativas. É interessante lembrar ainda que, quanto maior a variabilidade da frequência cardíaca (que ocorre mesmo quando a pessoa está em repouso), menores as chances de desenvolvimento de doenças cardíacas.

No que diz respeito à saúde mental, diversos pesquisadores – entre eles Sat B. Khalsa, da Escola Médica da Universidade de Harvard, em 2004 – evidenciaram que essa técnica é efetiva na atenuação de estados ansiosos e depressivos e na redução dos níveis de cortisol (o hormônio do estresse) no sangue. Alguns estudos comparativos observaram ainda que *pranayama* foi mais eficaz que medicamentos ansiolíticos e antidepressivos no tratamento de transtornos de ansiedade e humor.

No entanto, exatamente como na execução dos *asanas,* é preciso saber quais exercícios respiratórios são indicados para cada ocasião. Cardiopatas, hipertensos, ansiosos e indivíduos que sofrem de glaucoma, por exemplo, não podem executar todos os *pranayamas*, em especial aqueles que aumentam a pressão arterial e outras funções do sistema nervoso autônomo. Por isso, é extremamente importante que a ioga seja ensinada por pessoas qualificadas. O estudante de ioga deve ter em mente não só o principal objetivo desse sistema filosófico, mas também a ciência terapêutica por trás dele.

Nem vigília, nem sono

Outra técnica muito utilizada, conhecida vulgarmente como 'relaxamento', é o *yoganidra*. Esse termo é traduzido do sânscrito como 'ioga do sono'. No entanto, embora durante essa técnica de relaxamento o indivíduo pareça estar dormindo, o que de fato acontece está bem longe disso: o corpo relaxa profundamente, mas a mente permanece não apenas alerta e consciente, mas também 'hiper-receptiva' (figura 4).

O cérebro apresenta, normalmente, quatro diferentes ondas elétricas, vinculadas aos estados de consciência. A onda beta (de 14 a 30 hertz, pequena amplitude e alta frequência, já que muitos neurônios estão ativos ao mesmo tempo) corresponde ao estado de vigília. A onda alfa (de 8 a 13 hertz, menor frequência e maior amplitude que a beta) ocorre no estado de vigília sem atividade no córtex visual (olhos fechados) e no estado de relaxamento profundo. A onda teta (de 4 a 7 hertz, grande amplitude e baixa frequência) é registrada no estado limítrofe com o sono. A onda delta (de 1 a 3,5 hertz) corresponde ao sono profundo – esta é a onda de maior amplitude e menor frequência registrada no eletroencefalograma.

Em 1997, estudos com *yoganidra* evidenciaram aumento significativo de ondas alfa e teta durante a prática, o que levou Hans C. Lou e equipe, do Hospital Real de Copenhague (Dinamarca), a supor que os indivíduos estivessem relaxados, mas talvez inconscientes ou, ao menos, alternando estados. Na verdade, constatou-se que permaneciam conscientes e acordados por todo o tempo em que usavam a técnica. Verificou-se, além disso, que durante esse estado mental qualquer aprendizado, como o de uma nova língua, é mais rápido do que quando o indivíduo está em vigília. Por isso, os cientistas chamaram essa situação de 'outro estado mental': nem vigília, nem sono. A ciência ainda busca um nome específico para essa condição, mas os antigos iogues já chamavam esse estado mental de *pratyahara* ou 'abstração dos sentidos'.

Efeitos da meditação

Dharana e *dhyana* são dois aspectos da técnica que chamamos de meditação. *Dharana* é concentração. Quando executada por longo tempo, leva a *dhyana,* tido como um fluxo contínuo de concentração, ou meditação propriamente dita. Há diversos tipos de meditação e inúmeras técnicas podem >>>

Figura 3. *Chaturanga*, como algumas outras posturas utilizadas no ioga, acelera a frequência cardíaca

ser utilizadas, mas todas têm em comum o exercício de percepção profunda da própria mente, do aspecto sutil de seu funcionamento e de suas muitas camadas.

Durante a meditação, o esforço do cérebro para se concentrar em apenas um ponto torna-o extremamente ativo, ao contrário da crença comum de que a meditação nada mais é do que um estado de repouso. O aumento de atividade de ondas alfa e redução de ondas teta, na meditação, mostram que o cérebro está mais relaxado e orientado internamente, mas ao mesmo tempo mais atento e vigilante.

Outros estudos registraram ainda, apenas em indivíduos que meditavam diariamente, o surgimento de ondas cerebrais bem mais amplas, normalmente não detectadas no eletroencefalograma. Elas são conhecidas como ondas gama (de 27 Hz em diante). Essas ondas de altíssima frequência representam uma atividade neuronal maior do que o normal e indicam melhora nas redes de atenção e concentração. Entre esses estudos estão os de Tetsuya Takahashi e equipe, realizados em 2005 na Universidade de Fukui (Japão).

Curiosamente, as ondas gama continuavam presentes após a meditação, como se esses indivíduos permanecessem focados e concentrados, mesmo quando não estavam meditando. Essa melhora 'crônica' da atenção e da capacidade de concentração está intimamente ligada ao aumento da atividade dos lobos frontais anteriores e do córtex cingulado anterior (área do cérebro envolvida em processos de atenção e em processos afetivos e alterações autonômicas). Como essas estruturas, juntamente com o sistema límbico, também são responsáveis por modular respostas emocionais, esses indivíduos talvez sejam capazes de reagir melhor aos eventos estressantes do dia a dia, já que cognição e emoção estão mais bem integradas.

A meditação também altera de forma significativa o funcionamento do sistema hormonal e a síntese, no cérebro, de neurotransmissores e neuromoduladores. Estudos mostram que a cascata neuro-hormonal benéfica, na meditação, decorre de diversos mecanismos, como 1) queda na produção do neurotransmissor norepinefrina (reduzindo a atividade do hipotálamo e, em consequência, a síntese de hormônios do estresse), 2) redução nos níveis do hormônio adenocorticotrófico (ACTH, precursor do cortisol), do hormônio estimulador da tireoide (TSH) e do próprio cortisol, e 3) aumento na síntese de neurotransmissores como ácido gama-aminobutírico (GABA – depressor do sistema nervoso central que inibe a ansiedade), dopamina (envolvida no sistema de recompensa e na sensação de satisfação), serotonina (afeto positivo), endorfinas (redução de medo e dor e aumento da sensação de bem-estar e alegria) e acetilcolina (ligada aos sistemas de atenção nos lobos frontais).

Recentemente, com o estabelecimento de uma área da neurociência chamada psiconeuroimunologia, pesquisadores notaram também que a meditação fortalece o sistema imunológico, tanto de indivíduos saudáveis quanto de doentes. O mais recente desses estudos foi feito por Thaddeus W. Pace, em 2009, na Escola de Medicina da Universidade Emory, em Atlanta (Estados Unidos). Pensamentos ruins são gerados no córtex pré-frontal e se projetam para o sistema límbico, envolvido no processa-

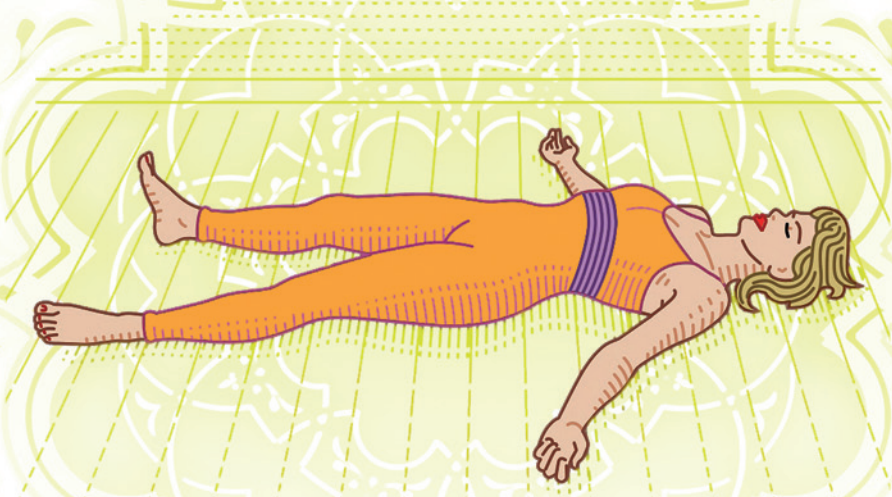


Figura 4. *Shavasana*, uma técnica de relaxamento, deixa a mente mais alerta e receptiva

mento das emoções. O hipotálamo, uma área cerebral, é então ativado e se comunica com a glândula hipófise, por meio do eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal (HPA), induzindo a síntese de cortisol, gerando estresse. Essa condição, quando é recorrente, enfraquece o sistema imune. No entanto, se os pensamentos ruins forem substituídos por bons pensamentos, com a prática de meditações específicas, ocorre o inverso: o reforço do nosso sistema de defesa. Foi isso que os pesquisadores observaram.

Estudo feito por J. David Creswell e equipe, da Universidade Carnegie Mellon, em Pittsburgh (Estados Unidos), com portadores do vírus HIV, causador da Aids, que obviamente encontram-se estressados, observou que a meditação impediu o declínio de células CD4+, freando a progressão da doença. Os linfócitos CD4+ são os 'maestros' do sistema imunológico, coordenando a atividade deste quando o corpo está sob ataque. Também são as células que atacam o HIV. No entanto, do decorrer da doença, o vírus 'devora' essas células, enfraquecendo todo o sistema imunológico.

O estudo concluiu que, dados os benefícios da redução do estresse por meio da meditação, tais efeitos protetores podem ser observados não apenas em portadores do HIV, mas em todos aqueles que sofrem de estresse diariamente. Outra pesquisa – de Richard J. Davidson, da Universidade de Wisconsin (Estados Unidos) – constatou que, ao serem vacinados contra a gripe comum, indivíduos saudáveis que praticam meditação apresentaram significativo aumento em sua contagem de anticorpos, se comparados a não praticantes.

Com todas as modificações neuroquímicas e funcionais provocadas no cérebro pela meditação, não seria surpresa se ocorressem também alterações morfológicas em estruturas cerebrais específicas. De fato, pesquisas recentes comprovaram que técnicas de meditação estão diretamente associadas ao aumento da espessura da massa cinzenta, região do córtex relacionada à atenção e ao controle do sistema nervoso autônomo. Tais áreas, situadas no córtex frontal (figura 5), são responsáveis pela percepção de estados internos e processamento de emoções (ínsula anterior) e pela integração cognição-emoção (áreas de Brodmann 9 e 10). Como as regiões pré-frontais do córtex são as que apresentam maior redução em decorrência da idade, por ser mais vulneráveis aos efeitos do envelhecimento, a prática de meditação pode representar um valioso mecanismo de neuroproteção.

Saúde física e mental

As evidências científicas sobre os efeitos positivos das diversas técnicas do *yoga* parecem confirmar o que os antigos sábios da Índia já sabiam há mais de 3 mil anos: *yoga* é mais do que um sistema filosófico. É um conhecimento associado à saúde física e mental e à vida longa. O homem sofre hoje

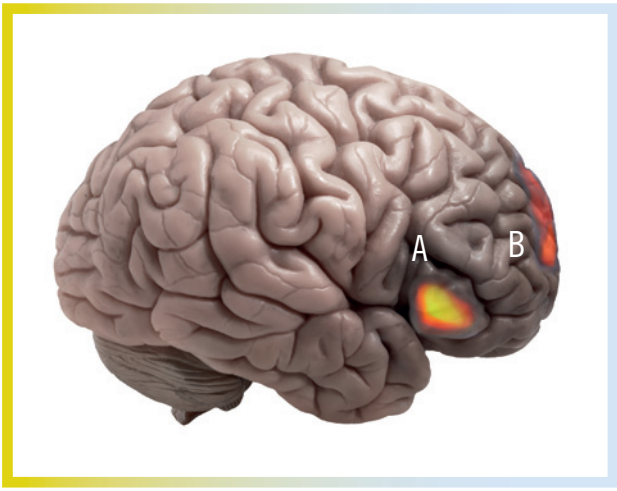


Figura 5. Localização, no cérebro humano, da ínsula (A) e das áreas de Brodmann 9 e 10 (B), regiões fisicamente alteradas pela prática da meditação

variados males, trazidos pelo ritmo e pelos desafios da vida moderna, e a medicina convencional não consegue lidar com isso de maneira absoluta. Nos últimos 40 anos, a ioga vem sendo aceita como método terapêutico em todo o mundo. Não podemos esquecer, porém, que os antigos, quando a ioga foi desenvolvida, não tinham em mente efeitos terapêuticos. Por mais que esse ensinamento tenha provado ser efetivo no tratamento de diversas patologias, esses efeitos podem ser vistos quase como subprodutos acidentais.

Hatha yoga é um método de preparação para um despertar espiritual e um conjunto de conhecimento útil e importante na área da saúde. Sendo assim, o aspecto terapêutico deve ser encorajado, mas não devemos jamais esquecer o verdadeiro objetivo da ioga. Sua prática visa a melhorar não somente a saúde, física e mental. O indivíduo deve mudar toda a sua natureza, a sua personalidade, no aspecto psicológico. Não devemos nos livrar apenas das doenças, mas dos maus pensamentos, dos apegos e das divagações mentais. CH

Sugestões para leitura

FERREIRA-VORKAPIC, C. E RANGÈ, B. 'Alert mind, quite mind: is yoga a consistent therapeutic intervention for anxiety disorders?', em *Revista Argentina de Clinica Psicologica*, v. 3, p. 64, 2010.
KHALSA, S. B. 'Yoga as a therapeutic intervention: a bibliometric analysis of published research studies, em *Indian Journal of Physiology and Pharmacology, v.* 48(3), p. 269, 2004.
MUKTIBODHANANDA, *Hatha Yoga Pradipika*, Bihar School of Yoga

VEJA MAIS NA INTERNET

>> FIELDS, T. 'Yoga clinical research review', em Complementary Therapies in Clinical Practice, v. 17, p. 1, 2011 (http://files.sld.cu/mednat/files/2011/07/yoga-clinical-research-review.pdf).

O QUE PENSAM OS

A nova política de segurança pública implantada em várias favelas do Rio de Janeiro, com as Unidades de Polícia Pacificadora, foi em geral bem recebida, mas não é um projeto pronto. Trata-se de um processo em curso, que precisa de ajustes e aperfeiçoamentos. Para isso, é importante saber não apenas como as comunidades incluídas veem e o que esperam desse tipo de policiamento, mas também a opinião dos policiais lotados nessas unidades sobre o projeto e seu funcionamento cotidiano. Os resultados da primeira pesquisa com esses policiais revela que suas preocupações estão centradas nas condições de trabalho e que ainda não se sentem parte de uma experiência renovadora.

Barbara Soares
Julita Lemgruber
Leonarda Musumeci
Silvia Ramos
Centro de Estudos de Segurança e Cidadania, Universidade Candido Mendes

POLICIAIS DAS UPPS

FOTO DIVULGAÇÃO SECRETARIA DE SEGURANÇA/RJ

O Rio de Janeiro conheceu, a partir da década de 1990, várias experiências de policiamento comunitário ou de proximidade. A primeira, no morro da Providência, na zona portuária do Rio de Janeiro, recebeu o nome de Grupamento de Aplicação Prático-Escolar (Gape) e foi seguida de projetos de policiamento comunitário em bairros de classe média – Urca, Laranjeiras e Copacabana. Em 2000, o governo estadual implantou nas favelas do Pavão-Pavãozinho e Cantagalo, ambas em Copacabana, o primeiro Grupamento de Policiamento em Áreas Especiais (Gpae), cujo modelo foi repetido em várias comunidades fluminenses a partir de 2002.

Embora todas essas iniciativas tenham apresentado alguns resultados positivos, foram desativadas em pouco tempo. Isso aconteceu provavelmente por serem iniciativas isoladas, muitas vezes dependentes das características pessoais do comandante local ou por terem sido implantadas apenas como balões de ensaio por um batalhão ou outro da Polícia Militar (PM). Em todas, faltou o elemento crucial para converter um experimento isolado em política de segurança ou em nova prática policial consolidada. Faltou o apoio efetivo dos governadores, das equipes à frente da Secretaria Estadual de Segurança, das demais secretarias estaduais e municipais e do próprio comando da PM.

Em dezembro de 2008, foi criada no Rio de Janeiro a primeira Unidade de Polícia Pacificadora (UPP), na favela Santa Marta, no bairro de Botafogo. Nos três anos seguintes, 19 UPPs foram implantadas, com efetivo de 3,5 mil policiais e abrangendo em torno de 40 comunidades, com cerca de 300 mil moradores. O governo prevê que 40 UPPs estarão em funcionamento até 2016.

Tudo indica que estão presentes, hoje, as condições que faltaram às iniciativas anteriores: trata-se de um projeto governamental, com apoio de diversos órgãos estaduais e implantado em grande escala, não como experimento pontual. Condições que, somadas à imprescindível participação da população das comunidades incluídas e do asfalto, com o desenvolvimento integrado >>>

de outras intervenções sociais e com mecanismos de monitoramento, controle e avaliação, poderão assegurar, pela primeira vez, a sustentabilidade de uma política de segurança voltada especificamente para as favelas.

Evidentemente, nem o sucesso está garantido, nem as UPPs são a solução para todos os problemas sociais e de segurança. Elas tampouco expressam um projeto pronto e acabado (ver 'As várias faces das UPPs', em *CH* 276). Trata-se de um processo em curso, que passa, como todo processo, por transformações. Seu êxito como prática, como política, como modelo e como ponta de lança para uma transformação mais profunda de toda a polícia depende de numerosos fatores: um deles é a forma como os policiais envolvidos percebem o projeto e compreendem o trabalho que estão realizando.

Diversas pesquisas vêm sendo feitas com o propósito de conhecer a experiência e a visão dos moradores das favelas onde foram implantadas UPPs. O Centro de Estudos de Segurança e Cidadania (CESeC), da Universidade Candido Mendes, buscou complementar esses esforços levantando, por meio de uma amostra representativa de policiais das nove primeiras UPPs, a visão dos soldados e cabos que trabalham cotidianamente nas unidades. Focalizando e dando voz aos que, em última instância, são os responsáveis pela execução do projeto na ponta, espera-se produzir um conhecimento que contribua tanto para a gestão dos comandos quanto para o acompanhamento do processo pela população.

Os primeiros resultados da pesquisa, expostos a seguir, representam o momento zero, a partir do qual o CESeC pretende acompanhar os desdobramentos do trabalho ao longo dos próximos anos. Somente assim será possível conhecer as eventuais mudanças na visão e na atuação dos policiais à medida que o projeto evolui.

Sem 'vestir a camisa'

O levantamento, realizado de agosto a dezembro de 2010, abrangeu as nove UPPs então existentes e abordou formação e treinamento, condições de trabalho, características e problemas da comunidade, relação dos moradores com os policiais, avaliação dos policiais sobre o projeto das UPPs, grau de satisfação e expectativas dos policiais. O trabalho baseou-se em três grupos focais (com todos os comandantes, com cabos e com soldados) e na aplicação de 359 questionários nas favelas Santa Marta, Cidade de Deus, Batan, Pavão-Pavãozinho/Cantagalo, Providência, Chapéu Mangueira/Babilônia, Borel, Formiga e Tabajaras.

Os agentes lotados nessas UPPs eram quase todos homens (apenas três mulheres entraram na amostra), em sua maioria jovens (cerca de 85% tinham de 25 a 33 anos) e todos, por exigência legal, haviam completado o ensino médio, sendo que 27% cursavam faculdade e 8,4% já tinham diploma de curso superior. Quase metade da amostra (49,6%) se autodefiniu como 'pardo', 31,1% disseram ser 'brancos' e 17,1%, 'pretos'. Quanto à renda domiciliar mensal, 46% declararam ganhar de

FOTO ERNESTO REGHRAN/PULSAR IMAGENS

FOTO GETTY IMAGES

cinco a 10 salários mínimos e 31,5% de três a cinco salários. Como previsto no projeto original do governo, a grande maioria dos policiais (93%) ingressara na corporação havia no máximo dois anos e fora diretamente alocada nas UPPs.

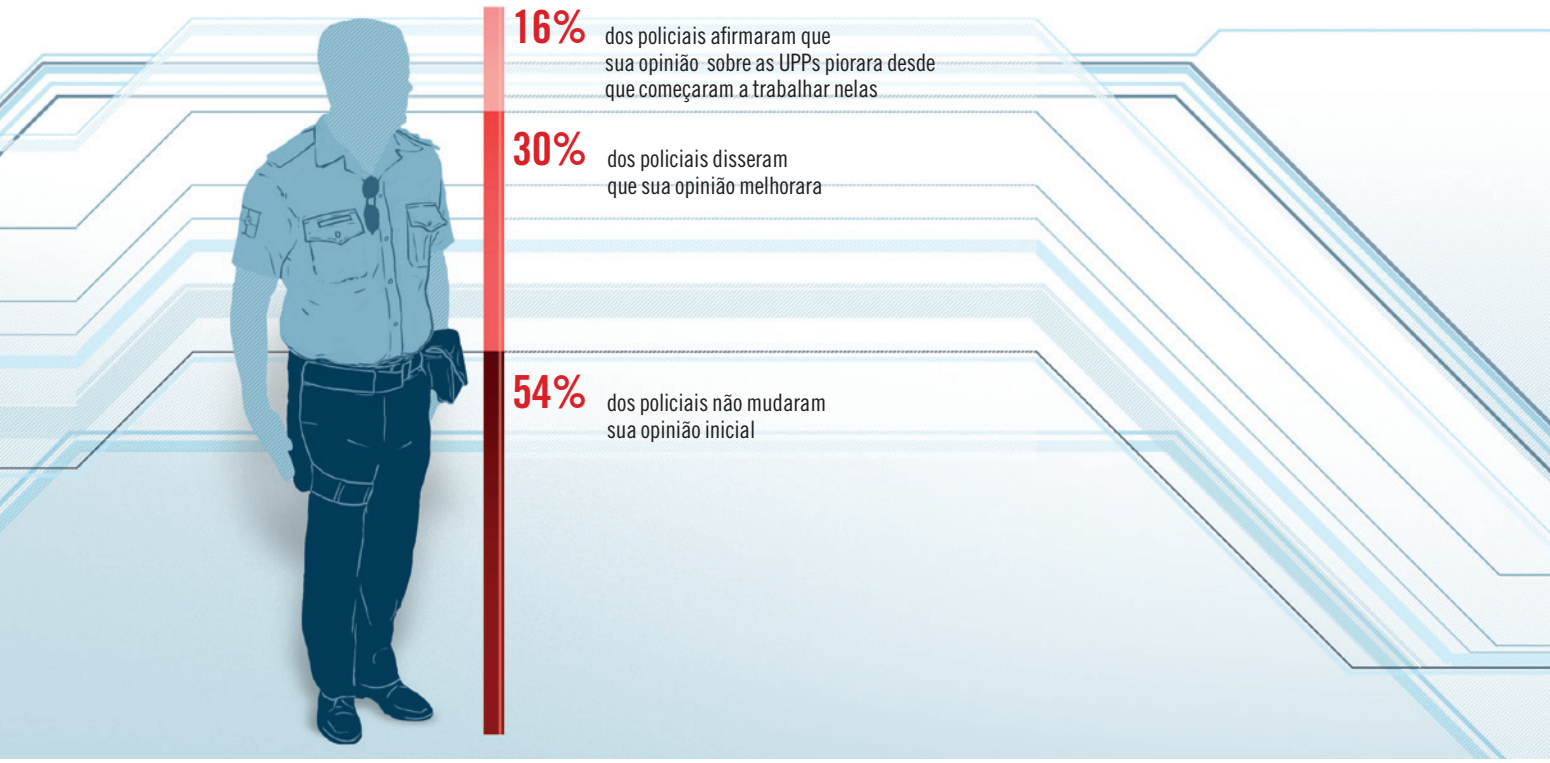
Com base nesse primeiro levantamento, observou-se que os policiais, em sua maioria, não viam as UPPs como um novo modelo de policiamento, ou seja, não tinham 'vestido a camisa' e incorporado a filosofia que, em tese, inspira o projeto. Naquele momento, entre eles não parecia ter se desenvolvido ainda uma cultura de pertencimento a um grupo especial ou de adesão a um novo modelo de policiamento, já que suas demandas e percepções expressavam predominantemente interesses e questões de natureza individual, como salário, escala e condições de trabalho.

Quando instados a sugerir medidas para o aperfeiçoamento das UPPs, por exemplo, mais de 60% mencionaram melhorias nas condições de trabalho, mostrando que seu maior interesse estava em questões corporativas e pessoais, em particular insatisfação com instalações, salários e distância entre o trabalho e a moradia. Em outras palavras, as demandas, percepções e interesses dos policiais de UPPs não se distinguiam muito dos de colegas lotados nas atividades convencionais de polícia, cujas preocupações, segundo têm mostrado outras pesquisas, giram também, majoritariamente, em torno de questões trabalhistas e corporativas.

Um dos fatores que podem ajudar a entender a baixa identificação dos policiais com o projeto é a expectativa de que este não irá perdurar: 70% dos entrevistados concordaram com a afirmativa corrente de que as UPPs foram criadas só para garantir a segurança da Copa do Mundo e das Olimpíadas. Ao menos no momento em que a pesquisa foi realizada, eles não pareciam, portanto, perceber as UPPs como verdadeira e duradoura inflexão na política de segurança. O longo histórico, no Rio de Janeiro, de mudanças bruscas das diretrizes governamentais na área de segurança pública e de interrupção de projetos de policiamento inovadores provavelmente contribui para a incerteza ou descrédito quanto à sustentabilidade no tempo das UPPs.

Embora 63% acreditem ter recebido formação adequada, e a maioria absoluta considere satisfatório o ensino de disciplinas como 'defesa pessoal', 'direitos humanos', 'técnicas de abordagem', 'uso gradual da força', 'policiamento comunitário' e 'ética', parte expressiva dos policiais (mais de 40%) avaliou como inadequada a formação relativa ao uso de armas menos letais e aos procedimentos para casos de violência doméstica. Essa percepção é importante, pois a grande maioria reconheceu a mediação de conflitos entre moradores (98,6%) e a redução da violência doméstica (95,8%) como sendo atribuições dos policiais de UPPs.

Foi muito alta (70%) a parcela de entrevistados que afirmou preferir trabalhar em outras unidades da PM, >>>



principalmente nos batalhões convencionais. Mas esse percentual não chega a surpreender quando se levam em conta as dificuldades físicas e logísticas do policiamento permanente em favelas – sobretudo nas atividades de ronda a pé e ponto fixo, que a maior parte desenvolvia –, as condições estruturais ainda precárias de diversas UPPs, a recepção inicial bastante hostil de parte da população, em especial dos jovens, e o enraizamento ainda frágil da filosofia do projeto, que, como se viu mais acima, dificultava a adesão e o sentimento de pertencimento dos policiais a um novo modelo de trabalho policial.

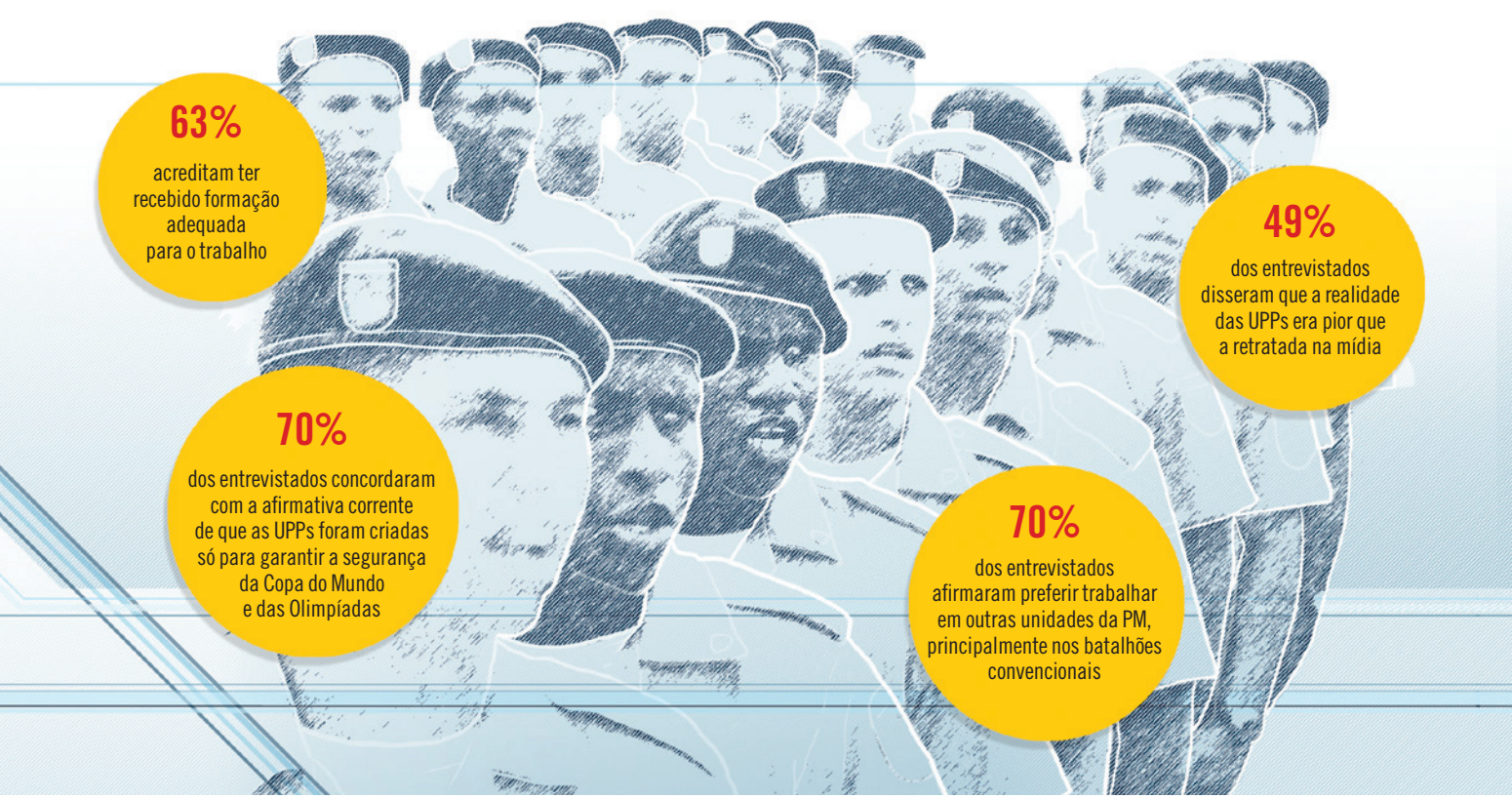
Os tipos de atividades práticas que a maioria dos entrevistados disse desenvolver com frequência também não contribuíram para a percepção do projeto como essencialmente diferente do policiamento convencional: 79% afirmaram ocupar-se com frequência da abordagem e revista de suspeitos, 60%, do recebimento de queixas e 46% do registro de ocorrências na delegacia. Embora a maioria considerasse preponderantes nas comunidades com UPPs os conflitos interpessoais (violência doméstica, rixas, agressões) e as ocorrências de baixo potencial ofensivo (desacato, perturbação do sossego), quase todos os policiais (94%) consideravam necessário o porte do fuzil – ainda que 96% considerassem importante, também, o uso de armas menos letais.

Mesmo sem ter ocorrido nenhum caso de invasão de UPPs por traficantes de drogas, mais da metade dos entrevistados (55%) temia que os criminosos tentassem retomar o território que dominavam antes. Isso significa que admitiam a perspectiva do confronto e da 'guerra'. Cabe ressaltar, porém, que os questionários foram aplicados no período em que ocorreram ataques de criminosos em diversas regiões da cidade, pouco antes da ocupação militar da Vila Cruzeiro e do Alemão, em novembro de 2010, o que determinou, inclusive, a interrupção do trabalho de campo por alguns dias. É provável que algumas respostas a respeito do risco de invasões e da necessidade do uso cotidiano do fuzil tenham sido, em alguma medida, influenciadas pelo clima especial de apreensão existente naquele momento.

Poucos eram os policiais que tentaram, por iniciativa própria ou por ordens superiores, algum tipo de contato com organizações locais, como associação de moradores, creches, escolas, igrejas, organizações não governamentais, grupos culturais ou imprensa comunitária. Isso indica também que alguns elementos cruciais para efetivar o modelo de policiamento comunitário ou de proximidade não haviam sido suficientemente enfatizados, seja na formação dos agentes, seja na gestão do projeto.

Por outro lado, os policiais avaliavam que, comparada à fase de implantação das UPPs, a receptividade da população local estava melhorando sensivelmente. Enquanto 74,4% asseguraram que a população manifestava sentimentos negativos (desconfiança, medo ou raiva) no início da ocupação, apenas 28,5% disseram que esses sentimentos haviam perdurado até o momento da pesquisa. Além disso, enquanto só 20% afirmaram ter percebido boa receptividade dos moradores desde o início, expressa por sentimentos como aceitação, admiração, simpatia e respeito, cerca de 67% identificavam, no momento da pesquisa, a presença desses sentimentos positivos na maioria da população.

Ou seja, para os entrevistados, a rejeição ao projeto vinha diminuindo e a adesão a ele, aumentando. É interessante notar que um dos motivos apontados para essa redução da hostilidade ou desconfiança dos moradores foi a continuidade da presença da polícia, que afastava



a suspeita de que seria mais uma experiência efêmera e ilusória, temor compartilhado por parte dos próprios policiais, como já mencionado.

Note-se também que, apesar do aumento da receptividade da população percebido pelos policiais, a avaliação que eles mesmos faziam do projeto nem sempre era a mais positiva: 49% deles disseram que a realidade das UPPs era pior que a retratada na mídia, opinião provavelmente alimentada pelo fato de a imprensa não focalizar as dificuldades cotidianas enfrentadas pelos policiais que atuam em contato direto com a população, no policiamento de proximidade (rondas, cabines, radiopatrulhas e outras tarefas), nem conferir reconhecimento à atividade que realizam. Ainda assim, cerca de 30% dos policiais disseram que a opinião que tinham das UPPs melhorara desde que haviam começado a trabalhar nelas e somente 16% afirmaram que essa opinião piorara (os demais 54% disseram não ter mudado sua opinião inicial, fosse ela positiva ou negativa).

Mais apoio e valorização

Essa primeira etapa da pesquisa, cujos resultados deverão ser comparados aos das próximas rodadas, já apontam alguns desafios que o projeto das UPPs terá de enfrentar para tornar-se de fato sustentável. Em especial, fazer com que os policiais envolvidos nesse tipo de policiamento se sintam não apenas beneficiários do projeto, mas também responsáveis diretos pela mudança das relações entre população e polícia.

Avaliações negativas sobre condições de trabalho aparecem em muitas pesquisas com policiais – e também com outros tipos de profissionais. No caso das UPPs, porém, elas contrastam vivamente com a imagem externa positiva, ligada a mudança e inovação, e alimentam a percepção de que o projeto é benéfico para todos, menos para os policiais envolvidos.

Uma das preocupações dos policiais, a melhoria das condições de trabalho, já vem ocorrendo desde o período da pesquisa. Entretanto, algumas UPPs continuam operando com sedes em contêineres, instalações sanitárias precaríssimas e sem espaços para refeição e descanso. Assim, além de ampliar tais melhorias, seria importante que os agentes pudessem dispor de um espaço permanente de escuta para apoio, troca de informações e manifestação de suas demandas, que permitissem fazê-los sentir-se também alcançados pelas mudanças e valorizados pelos resultados.

Parece fundamental, ainda, que a formação dos policiais enfatize mais os princípios do policiamento de proximidade, realçando os elementos capazes de reforçar a identificação com o projeto, ressaltar a novidade do modelo e o valor do trabalho realizado pelos agentes. CH

Sugestões para leitura

BITTNER, E. *Aspectos do trabalho policial* (coleção Polícia e Sociedade, v. 8). São Paulo, Edusp, 2003.
CANO, I. 'Uso da força letal pela polícia do Rio de Janeiro: os fatos e o debate', em Caldeira, C. (org.), 'Crime organizado e política de segurança pública no Rio de Janeiro', *Archè Interdisciplinar*, Ano VII, nº 19, p. 201, 1998.
COSTA, A. T. M. *Entre a lei e a ordem*. Rio de Janeiro, FGV Editora, 2004.

VEJA MAIS NA INTERNET

>> BALESTRERI, R. B. 'Direitos humanos: coisa de polícia' (disponível em www.dhnet.org.br/educar/balestreri/php/index.html).

>> BAYLEY, D. H. Democratizing the police abroad: what to do and how to do it. Washington, U.S. Departament of Justice, National Institute of Justice, 2001 (disponível, em inglês, em www.ojp.usdoj.gov/nij).

>> As várias faces das UPPs. Luiz A. M. da Silva, p. 34, nº 276.

MORCEGOS E CAVERNAS

História escondida de evolução, conservação e preconceito

A caverna Bracken, perto de San Antonio, no Texas (Estados Unidos), onde vivem cerca de 40 milhões de morcegos, é hoje uma grande atração turística

As cavernas, que muitos consideram inóspitas e ameaçadoras, são essenciais para a conservação da biodiversidade, servindo de abrigo e fonte primária de alimento para grande número de espécies. Entre todas as interações que acontecem nesses ambientes, nenhuma é tão intrigante quanto as mantidas com os morcegos. Sem as cavernas, boa parte das espécies desses animais não existiria, e sem os morcegos muitas cavernas estariam condenadas. Portanto, não se pode associá-las apenas a trevas e malefícios: as cavernas contêm mais vida do que se imagina.

Roberto Leonan Morim Novaes
Laboratório de Mastozoologia (Lamas), Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Os morcegos, em sua grande maioria animais noturnos, passam metade de suas vidas em abrigos. Por isso, não surpreende que os refúgios tenham papel relevante na ecologia e na evolução desses mamíferos voadores. Esses 'esconderijos' são quase perfeitos para protegê-los contra predadores e adversidades climáticas, além de propiciar locais para acasalamento, criação de filhotes, interações sociais e digestão alimentar. Por isso, é possível afirmar que os abrigos têm grande influência sobre as taxas de natalidade e mortalidade dos morcegos, e podem até ser um fator decisivo para a sobrevivência ou a extinção de uma espécie.

Entre todos os tipos de abrigos que esses animais podem utilizar, um se destaca pela extrema importância biológica e conservacionista: as cavernas. Normalmente, os ambientes cavernícolas oferecem condições físicas ideais (de temperatura e umidade) para a ocupação >>>

MINDEN PICTURES/MINDEN PICTURES/LATINSTOCK

A espécie *Desmodus rotundus*, que se alimenta de sangue e também se abriga em cavernas, é o principal causador – e vítima – do preconceito da sociedade brasileira contra os morcegos

A gruta do Farias, no Arajara Park, no Ceará, abriga uma colônia com centenas de indivíduos do morcego *Pteronotus gymnonotus*, e atrai turistas que acompanham a revoada vespertina desses animais

FOTOS DE ROBERTO L. M. NOVAES

por morcegos. Além disso, as cavernas provavelmente tiveram participação direta na evolução desses mamíferos especiais: segundo algumas hipóteses, sem esses refúgios os morcegos talvez não mostrassem a diversidade de espécies (mais de 1,1 mil em todo o mundo) observada hoje.

Algumas hipóteses sugerem que a capacidade de emitir ondas ultrassônicas e captar sua reflexão em obstáculos (ecolocação), usada como instrumento de busca por alimento e de auxílio no voo (ver 'Ecos na escuridão', em *CH* 140), tenha surgido como resposta ao ambiente de escuridão das cavernas. Estas teriam sido a primeira forma de abrigo a ser totalmente ocupada por esses animais, num estágio primário de sua evolução. Além da importância em termos evolutivos, as cavernas têm função inestimável na conservação de morcegos. Muitos levantamentos de espécies indicam que o número de espécies de morcegos é maior em áreas onde existem cavernas.

Por que conservar? Quando se fala na preservação da diversidade desses animais, é comum surgir a pergunta: conservar morcegos para quê? Um argumento relevante vem dos Estados Unidos. Todos os anos, esse país economiza mais de US$ 4,5 milhões em pesticidas, só nos estados de Texas e Oklahoma, graças aos morcegos insetívoros. Lá existem grandes cavernas calcárias e algumas abrigam colônias com mais de 10 milhões de morcegos que, todos os dias, no fim de tarde, voam em direção às fazendas em busca de alimento. Esses grandes grupos podem consumir, em apenas uma noite, mais de 200 toneladas de insetos causadores de pragas agrícolas. Por isso, não é exagero dizer que as cavernas e seus importantes moradores, além de indispensáveis à agricultura, são grandes contribuintes para o produto interno bruto norte-americano.

Os morcegos também podem ser considerados essenciais para a dinâmica das florestas, por meio de processos como a polinização e a dispersão de sementes (ver 'Morcegos e frutos', em *CH* 241). Portanto, não surpreenderá, nesses tempos em que a ecologia está em destaque no planeta, que esses animais se tornem ícones da conservação ambiental. Aliás, já vemos esforços para isso: o biênio 2011-2012 foi declarado Ano Internacional dos Morcegos pela Organização das Nações Unidas e por entidades conservacionistas.

Do mesmo modo que as cavernas são fundamentais para os morcegos, estes são de extrema importância para as cavernas. Alguns trabalhos indicam que esses pequenos mamíferos são os principais responsáveis pela entrada de nutrientes nas cavernas, e que a matéria orgânica trazida por eles é a única fonte de energia utilizada por diversos invertebrados cavernícolas (os que vivem apenas nesses ambientes). Os restos de alimentos levados para a caverna, juntamente com as fezes dos morcegos, acumulam-se no chão das cavernas, formando uma espessa e nutritiva camada de matéria orgânica em decomposição, chamada guano.

O guano abundante oferece uma dieta rica para invertebrados, e estes atraem predadores vertebrados não residentes, que frequentam as cavernas apenas para se alimentar. Como a luminosidade é reduzida nas cavernas (em especial em partes mais profundas), não existem condições para a presença de organismos fotossintetizan-

FOTO: WIKIMEDIA COMMONS

A grande colônia de morcegos insetívoros que vive sob a ponte de uma avenida, em Austin, no Texas (Estados Unidos), leva mais de 100 mil pessoas por ano à cidade

tes, que normalmente são a base da cadeia alimentar. Essa situação torna a presença dos morcegos indispensável para a existência de vida nesse ambiente: eles fornecem a matéria orgânica que dá início à cadeia alimentar, gerando um microssistema ecológico complexo, de vital importância para grande número de espécies.

Má fama e destruição

Esse é apenas mais um dado sobre a importância dos morcegos e das cavernas para a manutenção ambiental e até para o bem-estar da humanidade. Mesmo assim, esses animais estão longe de conseguir a simpatia popular, e as cavernas também sofrem o ônus dessa má fama. No Brasil central, a pecuária é a principal atividade econômica, e o grande número de animais de criação, em especial bois, permitiu o crescimento das populações do morcego hematófago *Desmodus rotundus*. Com isso, cresceu o número de ataques a animais domésticos e os casos de raiva se tornaram mais comuns. A medida adotada contra o problema foi o controle da população do morcego hematófago e a vacinação dos animais de criação.

No entanto, parte dos criadores vem destruindo as cavernas ilegalmente, com explosões, acreditando que assim acabam com os abrigos desses morcegos e os levam à morte. Essa atitude já é extremamente condenável do ponto de vista geológico, mas no prisma biológico leva a perdas inestimáveis para o ecossistema. Não estão sendo mortos apenas os morcegos hematófagos, mas uma série de outras espécies desses animais, além de muitos outros vertebrados e invertebrados. As explosões alteram ainda a configuração estrutural da caverna e podem impossibilitar sua ocupação pela fauna por longo período. Essas ações podem afetar seriamente não apenas as cavernas, mas uma considerável área do ambiente ao seu redor.

Os esforços para a proteção das cavernas, no Brasil, sofreram um revés em novembro de 2008, com a promulgação do Decreto 6.640, que trata da proteção das cavidades naturais subterrâneas do país. A legislação anterior determinava a proteção total das cavernas, mas esse decreto permitiu que, dependendo do grau de relevância para a conservação, esses ambientes podem sofrer "impactos negativos irreversíveis, mediante licenciamento ambiental". O decreto classifica as cavernas segundo quatro graus de relevância para a conservação: máximo, alto, médio e baixo. E apenas as que têm o grau máximo são integralmente protegidas. As demais, mesmo as de alto grau de relevância, podem ser, se o governo autorizar, alteradas por 'empreendimentos' ou 'atividades' (por exemplo, exploração de recursos minerais), ainda que isso implique a destruição parcial ou total de sua biodiversidade.

Atração turística

Em algumas partes do mundo, os morcegos vivem outra situação: se tornaram atrativo turístico importante para a atividade econômica de cidades localizadas nas proximidades de cavernas. A caverna Bracken, perto de San Antonio, no estado norte-americano do Texas, abriga cerca de 40 milhões de morcegos, que atraem todos os anos mais de 50 mil turistas. Nos finais de tarde, os visitantes apreciam a saída dos morcegos da caverna, em seu voo conjunto. Na Nova Zelândia, diversos povoados vivem com a renda da venda de artigos

>>>

A saída dos morcegos da caverna Bracken, nos finais de tarde, é um espetáculo natural que atrai milhares de curiosos todos os anos

FOTO DE JIM NIELAND

ornamentais relacionados aos morcegos das cavernas circundantes.

Mesmo longe de cavernas, os morcegos podem ser uma excelente opção para atrair turistas. Na cidade de Austin, também no Texas, cerca de 1,5 milhão de morcegos insetívoros, da espécie *Tadarida brasiliensis*, alojaram-se na estrutura de uma antiga ponte na avenida Congress, em meio ao ambiente urbano, e perto do crepúsculo os morcegos deixam esse abrigo, criando um espetáculo da natureza que atrai mais de 100 mil pessoas por ano.

Esses exemplos comprovam que o combate aos mitos sobre os morcegos e programas de estímulo a sua observação podem ser alternativas para implantar o ecoturismo e complementar a renda de pequenas cidades. E não precisamos ir tão longe: alguns belos espetáculos de morcegos podem ser vistos no Brasil, embora em proporções menores. No Arajara Park, uma Reserva Particular do Patrimônio Natural localizada na região do Cariri, no Ceará, a gruta do Farias abriga centenas de morcegos da espécie *Pteronotus gymnonotus*. Todos os dias, no final da tarde, esses morcegos saem juntos da gruta, em busca de alimento na floresta que a circunda, em um grande 'balé' aéreo, encantando os muitos turistas, em especial estrangeiros, que visitam o parque. Locais assim podem ser vistos como ponto de partida para ações de educação ambiental e como forma de atrair turistas – e o seu dinheiro.

Ambientes complexos

Nem sempre os morcegos foram vistos de modo positivo. Ao longo da história, esses mamíferos foram perseguidos e mortos por diversas razões. Como têm hábitos noturnos, as pessoas raramente têm contato visual com os morcegos, e por isso eles tornaram-se obscuros na concepção popular. Essa falta de contato provavelmente foi o berço das lendas e mitos modernos. Além disso, as cavernas também começaram a ser vistas como ambientes macabros, já que abrigavam os seres obscuros das lendas sobre morcegos. Na Europa da Idade Média, esses ambientes eram relacionados à magia e a outras práticas misteriosas ou malignas, e é possível que essa fama decorra do fato de abrigarem morcegos.

Além de atiçar o imaginário popular, gerar temores e atrair curiosos, as cavernas despertam outro tipo de interesse – o científico. Longe de ser o ambiente macabro e obscuro das histórias do conde Drácula, esses abrigos naturais estão entre os microssistemas ecológicos mais complexos e interessantes que existem. São capazes de sustentar grande diversidade de seres vivos e comportam interações biológicas exclusivas, não podendo ser comparadas a qualquer outro ambiente terrestre já estudado. CH

Sugestões para leitura

PACHECO, S. M.; MARQUES, R. V. e ESBÉRARD, C. E. L. (eds.) *Morcegos no Brasil: biologia, sistemática, ecologia e conservação*. Porto Alegre, Editora Armazém Digital, 2008.

FERREIRA, R. L. e MARTINS, R. P. 'Cavernas ameaçadas de "extinção"'. *Ciência Hoje*, nº 173, 2001.

KUNZ, T. H. e FENTON, M. B. (eds.). *Bat ecology*. Chicago, University of Chicago Press, 2003.

POR **SOFIA MOUTINHO** | *CIÊNCIA HOJE* | RJ

PASSINHOS DE FORMIGA, VELOCIDADE DE JATO

FOTO SXC

O menor caminho entre dois pontos é uma reta. Mas nem sempre essa é uma opção viável. As formigas sabem disso melhor que ninguém, pois enfrentam todos os dias a aventura de percorrer trajetórias irregulares do formigueiro até seu alimento. Baseados no interessante comportamento desses insetos para escolher trajetos, pesquisadores da Universidade Carlos III, em Madri, Espanha, desenvolveram um buscador para as redes sociais mais veloz que os atuais.

As formigas usam uma curiosa estratégia para estabelecer sua rota até a comida. Cada um dos insetos da colônia deixa um rastro de feromônios por onde passa. Como a substância evapora com o tempo, elas acabam seguindo as trilhas mais recentes, que são também as mais curtas e rápidas – conseguidas depois de muita andança. Essa estratégia foi imitada pelos cientistas na construção do programa de busca.

Eles criaram um algoritmo matemático que, assim como as formigas, assume que a rota mais curta é aquela mais transitada. Com essa tática, o buscador é capaz de localizar em meio a uma multidão de internautas, em apenas dezenas de milissegundos, as cadeias de referências que levam de um perfil a outro. Assim é possível, por exemplo, descobrir o menor caminho entre usuários de uma rede social com as mesmas afinidades, mesmo que as informações sejam atualizadas a todo instante.

"O que fizemos foi simular esse movimento aleatório em grafos, que são representações com linhas e pontos onde os últimos representam os usuários da internet e as primeiras as ligações entre eles", conta a analista de sistemas Jessica Rivero, líder da pesquisa. "O algoritmo busca justamente o conjunto de ligações que tenha mais marcas, ou seja, o melhor caminho". O algoritmo pode ainda ter outras aplicações, como nos dispositivos de GPS, onde seria usado para recalcular rotas e assim evitar atrasos.

// Mito da internet

Quase metade dos brasileiros tem ao menos um computador, segundo o mais novo estudo do Comitê Gestor da Internet (CGI). Mas, ao contrário do que muitos podem pensar, a internet ainda é privilégio de poucos. De acordo com o mesmo estudo, apenas 38% das residências brasileiras têm conexão. O percentual é pequeno se comparado ao de países como os Suécia, onde 97% dos lares têm internet, e Estados Unidos, onde esse índice é de 85%. Ainda assim é um avanço. Também de acordo com o CGI, o número de famílias com conexão aumentou 10 pontos porcentuais em relação ao ano passado.

// Cantos, zumbidos, grasnados e relinchos para especialistas

Os sons produzidos pelos animais, ou vocalizações, como preferem os cientistas, são importante material de pesquisa, pois podem dizer muito sobre o comportamento animal e ajudar na catalogação das características de cada espécie. Por isso, a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) mantém a Fonoteca Neotropical Jacques Vielliard, uma das 10 maiores do mundo, com cerca de 40 mil gravações de todos os grupos de vertebrados e alguns grupos de invertebrados, como insetos e aracnídeos.

Agora, grande parte da coleção está disponível na internet para pesquisadores, mediante pedido formal. A fonoteca também aceita envio de material. Para o público não especializado, há algumas amostras de gravações disponíveis, como o canto do sabiá-laranjeira e o coaxar de sapos: http://proj.lis.ic.unicamp.br/fnjv.

FOTO CICERO RODRIGUES

UMA CONSTRUÇÃO POLÍTICA

Por quase todo o século passado, o Brasil tratou a moradia popular como lugar da exceção. Depois que extinguiu os cortiços, a República considerou as favelas como transitórias, destinadas à remoção, política que se fez hegemônica por décadas. O governo outorgou-se a prerrogativa de construir a habitação do povo e adotou o modelo dos conjuntos residenciais, onde concentrou os recursos. Nunca a família esteve no centro das decisões sobre onde, como e em que condições morar. Contudo, jamais a produção oficial alcançou 20% da demanda.

É o esforço familiar que majoritariamente constrói a cidade brasileira. Assim, na última década, 40% dos novos domicílios brasileiros foram construídos em favelas ou assentamentos semelhantes, sendo mais de 80% concentrados nas metrópoles.

As favelas que resistiram à remoção chegaram até hoje com um expressivo processo de consolidação. Isto é, as moradias adquiriram melhor qualidade construtiva, trocando materiais precários por concreto armado e alvenaria. O ambiente domiciliar aumentou em tamanho e em conforto. Em contraste, o espaço público desses assentamentos evidenciou-se mais precário e subdimensionado. Hoje, as favelas conformam relevante passivo socioambiental e urbanístico de nossas cidades.

Tal ambiente coletivo só episodicamente sofreu melhoras significativas. Até os anos 1990, quando algumas cidades passaram a tratar o tema com maior consistência – como o Rio de Janeiro, com o programa Favela-Bairro. Quase duas décadas depois de seu início, boa parte das favelas cariocas conta com intervenções importantes.

O resultado é palpável, segundo o censo de 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. No Rio, 88% dos domicílios de 763 favelas pesquisadas dispõem de esgoto sanitário adequado. No restante da cidade, o atendimento alcança 94%, com uma diferença (6%) de pequena expressão.

Em 426 mil domicílios pesquisados, apenas 253 unidades não dispunham de energia elétrica instalada e somente 833 não tinham banheiro. São números que indicam o valor das políticas públicas continuadas no ataque a problemas crônicos, como esse das condições sanitárias nas favelas.

Apesar da constatação positiva, persiste uma questão de fundo: a escassez da presença do Estado nas áreas pobres.

Embora urbanizadas, as favelas não são, em grande parte, atendidas plenamente pelos serviços públicos. Há deterioração de redes de infraestrutura por falta de manutenção e conservação. O controle urbanístico é deficiente, consagrando uma percepção da favela como lugar sem regras.

Porém, talvez o serviço público mais escasso seja justamente um dos mais importantes: o de segurança pública. O que, como se sabe, favorece o domínio desses territórios por forças marginais armadas, submetendo os moradores às leis discricionárias dos detentores do poder. Implica dizer que conduz a uma certa 'desconstitucionalização' do lugar.

A experiência exitosa das Unidades de Polícia Pacificadora (UPPs) e o aplauso geral com que a população percebe esse projeto são possivelmente o melhor atestado da escassez com que o serviço é prestado no conjunto das áreas pobres da cidade.

Tais desigualdades intraurbanas precisam ser superadas com a conquista da equidade. Partindo do esforço coletivo que desassombradamente construiu nossas cidades, seus núcleos e periferias, seus bairros, seus loteamentos, suas favelas, precisamos garantir, a todos, condições de plena cidadania. O direito à cidade se consolida na possibilidade de convívio pleno do espaço público e em adequadas condições de mobilidade, habitação e prestação dos serviços públicos, indistintamente, a toda a população.

O marco democratizador da Constituição de 1988 precisa ser implantado na cidade inteira. CH

Embora urbanizadas, as favelas não são, em grande parte, atendidas plenamente pelos serviços públicos. (...) O controle urbanístico é deficiente, consagrando uma percepção da favela como lugar sem regras

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

MICROMINERADORA

Bactéria que vive em ambientes extremos pode ajudar a extrair cobre de minério

No futuro, a mineração do cobre pode ter mais a ver com a biologia do que com a engenharia. Pesquisa realizada na Universidade Estadual Paulista (Unesp), de Araraquara, está aperfeiçoando o processo de extração desse metal a partir do minério calcopirita por meio de uma bactéria. Chamado de biolixiviação, esse sistema seria mais barato que a maneira convencional de extrair o cobre, a pirometalurgia – basicamente, a queima do minério –, que requer grande quantidade de energia. Além disso, ele não agride tanto o meio ambiente. A ideia é conseguir levar a biolixiviação ao nível industrial.

A bactéria usada para extrair o cobre é a *Acidithiobacillus ferrooxidans*, uma extremófila, ou seja, ela vive em ambientes extremos. No caso, esse organismo prefere locais com grandes quantidades de metais pesados, normalmente tóxicos. "Ele pode ser encontrado em estuários marinhos ou locais com estruturas metálicas, como pontes, onde é responsável pela corrosão", conta a química Denise Bevilaqua, coordenadora do Laboratório de Biohidrometalurgia da Unesp e líder da pesquisa.

Bevilaqua, que trabalha há 20 anos com biolixiviação, mais especificamente com cobre, explica que os minerais costumam estar na forma de sulfetos e contêm ferro como parte de sua estrutura cristalina. "A *A. ferrooxidans* se alimenta do enxofre nos sulfetos, convertendo-os em ácido sulfúrico, e do ferro, que é oxidado. Esse processo libera o cobre da calcopirita", detalha a química.

A biolixiviação também tem vantagem ambiental sobre a pirometalurgia. Esse último processo gasta muita energia e a queima do material produz dióxido de enxofre, que, ao ser liberado, provoca chuva ácida. Também é preciso dispor do resíduo deixado pela queima de maneira ambientalmente correta, pois ele pode ser alvo da própria *A. ferrooxidans*, que, ao atacá-lo, pode levar à contaminação do ambiente.

Bactérias já são usadas para extrair cobre (o precipitado azul, na imagem) de minérios. Agora, pesquisadores brasileiros aperfeiçoam esse processo

DIRK WIERSMA/SCIENCE PHOTO LIBRARY/GPI. DC/LATINSTOCK

MAIOR EFICIÊNCIA Segundo Bevilaqua, a *A. ferrooxidans* tem uma eficiência de extração de cobre de quase 100% na maioria dos minérios. Na calcopirita, no entanto, essa taxa cai para 30%, porque esse minério é resistente a ataques químicos e biológicos. A parte inicial do projeto consistiu exatamente em aumentar a capacidade da bactéria de extrair cobre da calcopirita. "Como é uma extremófila, sua genética é complicada, o que nos impede de usar técnicas de biologia molecular. Criamos mutantes com técnicas de genética clássica e selecionamos aqueles de maior eficiência", conta Bevilaqua.

Nos experimentos em laboratório, os pesquisadores já conseguiram chegar a uma eficiência de 60%, mas esse rendimento ainda não é comercialmente viável. O objetivo é conseguir atingir escala industrial para esse e outros metais, como é feito na África do Sul, nos Estados Unidos e no Chile. "O conhecimento da bactéria e dos mecanismos envolvidos nessa interação ainda não está plenamente dominado – esse é o gargalo do processo. Para melhorar, precisamos conhecer as limitações da bactéria e contornar os problemas", completa Bevilaqua.

FRED FURTADO | *CIÊNCIA HOJE* | RJ

PLANTAS RARAS EM AQUARELA

Ilustradora botânica lança livro sobre 20 anos de trabalho nas florestas do Brasil

No meio da floresta, exploradores de diferentes áreas participam de uma expedição científica. Um deles, munido de papéis e tintas, registra novas espécies de plantas ou animais. Essa cena, que poderia ter acontecido no século 18, ainda se repete em nossos dias. As pinturas de um dos expoentes da área hoje no Brasil podem ser conferidas no livro *Plantas brasileiras – A ilustração botânica de Dulce Nascimento* (editora Batel), que traz um resumo da trajetória dessa ilustradora.

"Muitos pesquisadores precisam de uma imagem para apoiar seu trabalho. É aí que entra a ilustração científica, que abrange várias áreas, como medicina, arqueologia, zoologia e, no meu caso, a botânica", resume Nascimento. Ela iniciou sua trajetória quando cursava composição paisagística na Escola de Belas Artes (EBA) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). "Foi em 1981. Eu nem sabia da existência dessa atividade até que fui chamada para um estágio na Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente do Rio de Janeiro (Feema). Minha tarefa era desenhar as espécies do herbário, sob a supervisão da professora Vania Aida Viana de Paula. Nunca mais abandonei esse mundo", conta.

Pode parecer estranho que, numa era com tantos recursos tecnológicos, o desenho não tenha ficado obsoleto. "A fotografia digital dá um apoio muito bom, mas nem sempre esclarece tudo sobre a planta", explica a ilustradora. "Às vezes, a foto perde foco em alguma região, a luz

ILUSTRAÇÕES DULCE NASCIMENTO

Uma das espécies de orquídeas das quais é extraída a baunilha. Esta espécie foi recém-descoberta na Reserva Florestal de Linhares, no Espírito Santo, e terá o nome em homenagem ao economista e historiador Paulo Bertran

A orquídea *Galeandra devoniana* vive sozinha, fixada em troncos em meio às águas altas do Rio Negro, Amazônia. A ilustradora Dulce Nascimento a pintou de dentro de um barco

não é homogênea ou o fundo polui a imagem. No desenho, o trabalho fica limpo, deixando apenas aquilo que define a espécie.” Para isso, além da precisão do desenhista, é necessário que haja um cientista orientando o trabalho. Nascimento observa que algumas partes das plantas, como as glândulas, por exemplo, precisam ser desenhadas em uma escala maior para permitir identificação posterior.

Durante o trabalho de campo, a agilidade é fundamental. Como os exploradores têm que terminar todas as atividades durante o dia, o tempo é muito contado. Por essa razão, não é possível fazer o desenho completo na floresta. “Temos que começar a voltar, digamos, às 15 horas, porque não se pode correr o risco de enfrentar escuridão na mata. É preciso desenhar a estrutura da planta, porque ela murcha depois de coletada, definir as cores na aquarela e anotá-las”, relata Nascimento. O resto do trabalho pode ser feito no acampamento, com uma amostra da espécie.

Bromélia *Aechmea mertensii*, encontrada no Pará

A orquídea *Cycnoches pentadactylum* ocorre no Tocantins e suas flores caem com muita facilidade, o que dificultou a tarefa da ilustradora, que teve de registrar a planta enquanto as flores iam despencando à sua frente. Posteriormente, a pintura foi adquirida pelo então presidente Fernando Henrique Cardoso, que a ofereceu como presente de Estado aos reis da Espanha

Além de acompanhar expedições, a ilustradora também dá aulas. “Procuro mostrar aos alunos o valor de documento desse trabalho. As ilustrações podem dirigir ou desviar uma pesquisa. Daqui a 50 ou 100 anos, a espécie poderá não existir mais e o cientista só vai ter aquele desenho e um texto para se informar. É uma grande responsabilidade.”

YURI HUTFLESZ | *CIÊNCIA HOJE* | RJ

AMEAÇADAS PELA POLUIÇÃO

Melhoria na qualidade do ar pode minimizar processo de deterioração de obras de arte

Além de provocar danos ao meio ambiente e à saúde humana, a poluição atmosférica é a causa de um problema que em geral recebe muito menos atenção: a degradação de obras de arte e de edificações de interesse histórico e cultural, como museus e igrejas. Em níveis elevados, gases, micro-organismos e partículas suspensas descolorem, enfraquecem e corroem vários tipos de material, e os efeitos se agravam quando esses elementos se somam a condições inadequadas de temperatura, umidade e iluminação. As poucas pesquisas sobre o tema feitas no Brasil têm mostrado que há patrimônios nacionais em situação desfavorável à preservação e que é possível melhorar mecanismos de conservação para evitar a necessidade de futuros restauros ou a perda definitiva de obras.

Para facilitar o estudo desses efeitos, uma equipe multidisciplinar da Universidade de São Paulo (USP) criou um sensor que mensura as condições ambientais que influenciam a deterioração de obras de arte. O aparelho, que cabe na palma da mão, contém minúsculos cristais de quartzo que vibram em frequência muito elevada (10 MHz). Quando um material que está em contato com esses cristais sofre uma transformação físico-química – por causa da poluição, por exemplo –, gera pequenas variações de frequência no dispositivo, que as registra em uma memória eletrônica.

Para testar o sensor, os pesquisadores colocaram sobre ele pequena amostra de um verniz comum em obras de arte. O aparelho foi mantido durante algumas semanas em um laboratório com condições ideais de temperatura e umidade, sem iluminação e livre de poluentes. O mesmo procedimento foi feito em dois museus de São Paulo: o Museu Paulista da USP (mais conhecido como Museu do Ipiranga) e a Pinacoteca do Estado de São Paulo. "As medições revelaram que o primeiro tem condições menos favoráveis à conservação de pinturas que o segundo, como já previamos", explica o químico Andrea Cavicchioli, coordenador do projeto.

"Por ser uma edificação histórica, o Museu do Ipiranga tem ambientes pouco adaptados, sem climatização e com alta incidência de luz, situação bem diferente à da Pinacoteca, que apresenta ambientes climatizados, filtros de ar e luminosidade controlada." A exposição a raios ultravioletas, emitidos pelo Sol, por lâmpadas fluorescentes e *flashes* de câmeras fotográficas, pode acelerar a degradação de obras de arte.

Inaugurado em 1895, o prédio do Museu do Ipiranga abriga um dos mais importantes acervos de objetos e obras de arte relacionados com a independência do Brasil, como o quadro *Independência ou morte*, pintado em 1988 por Pedro Américo (1843-1905). "Os testes ainda são preliminares, mas revelam que há aspectos que precisam ser melhorados na manutenção do museu", diz Cavicchioli.

FOTO ELIK. HAYASHIA

Museu Paulista da USP. Análise de seu interior revelou que obras estão expostas a condições que podem acelerar processo de deterioração

Profeta Joel, do escultor barroco Aleijadinho. Exposição à poluição tem alterado a coloração da pedra

FOTO CARLOS REIS

Entre outras medidas, ele recomenda um rodízio periódico entre as peças expostas e as da reserva técnica, que em geral ficam em condições mais favoráveis. Mas o químico ressalta que em alguns casos a poluição não vem necessariamente de fora. "Às vezes o material do piso ou das paredes do museu pode emitir substâncias que reagem com as obras", afirma.

É o que mostra pesquisa desenvolvida por um grupo internacional de que participa o químico brasileiro Ricardo Henrique Moreton Godoi, da Universidade Federal do Paraná (UFPR). A equipe analisou a qualidade do ar no interior de vários museus e igrejas da Europa. No museu Rubens House, em Antuérpia (Bélgica), constatou que a concentração de gás ácido acético era 25 vezes maior dentro do que fora de uma vitrine expositiva. Os pesquisadores concluíram que o composto era emitido provavelmente pelo móvel ali exposto: uma cadeira de madeira de carvalho que pertenceu ao pintor flamengo Peter Paul Rubens (1577-1640). A concentração de tolueno também era elevada, possivelmente em função do tipo de verniz usado no interior da vitrine. O isolamento da peça atrás das paredes de vidro, nesse caso, pode contraditoriamente ter elevado as chances de sua deterioração, já que compostos como ácido acético e tolueno estão entre os mais prejudiciais à conservação de obras de arte.

IGREJAS Um independente do outro, Cavicchioli e Godoi seguem linhas de pesquisa semelhantes. Ambos pretendem analisar o interior de igrejas históricas brasileiras que estão sob diferentes condições climáticas. "São edificações que muitas vezes funcionam como museu, mas ao mesmo tempo têm função litúrgica", diz o químico da USP. "Como as portas estão sempre abertas e há grande circulação de pessoas, as condições desses locais preocupam." As análises de Cavicchioli serão feitas em igrejas, ainda não escolhidas, de São Paulo e Minas Gerais.

Godoi já definiu as igrejas em que pretende estudar a qualidade do ar: a Catedral Basílica Menor de Nossa Senhora da Luz, em Curitiba, a Catedral Basílica Primacial de São Salvador (BA) e o Santuário do Bom Jesus de Matosinhos, em Congonhas (MG), as duas últimas tombadas pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan). "Como as igrejas estão sob diferentes condições de clima e poluição, poderemos entender melhor os efeitos de cada variável", explica o químico da UFPR.

Em Congonhas, a preocupação não é só com a parte interna da basílica. No seu adro está um dos mais importantes conjuntos de obras do escultor Aleijadinho (c.1730-1814): os "doze profetas", em pedra-sabão, que sofrem com a deposição constante de partículas provenientes da atividade de mineração desenvolvida perto da igreja. Por iniciativa do Iphan, da Unesco e da prefeitura da cidade, deve ser inaugurado no segundo semestre deste ano o Centro de Estudos da Pedra e do Barroco. "O objetivo é aprofundar o conhecimento sobre a degradação de monumentos esculpidos em pedra causada principalmente pela poluição e pelo ataque de fungos e bactérias", diz o arquiteto João Carlos Cruz de Oliveira, chefe do escritório técnico do Iphan no município.

Qualquer partícula suspensa na atmosfera (como fuligem de automó- >>>

veis), quando se deposita sobre um objeto, pode causar seu escurecimento. A presença de gases no ambiente, associada à umidade, potencializa os danos por provocar reações químicas sobre a peça. A oxidação do enxofre catalisada por íons metálicos ou pela interação entre oxigênio e sulfitos, por exemplo, pode causar extenuação de pigmentos, deterioração de papéis e tecidos, e aceleração do processo de corrosão de objetos metálicos. Já o ozônio pode gerar rachaduras em borracha, além de alterar a cor de tecidos tingidos. Outra fonte de preocupação são os micro-organismos, que podem usar uma peça como substrato, consumindo o material de que é constituída ou alterando sua forma.

REFERÊNCIA Um museu brasileiro considerado exemplo em termos de qualidade do ar interior é o Oscar Niemeyer (MON), de Curitiba, inaugurado em 2002. Em sua dissertação de mestrado, a gestora ambiental Bárbara Bilyk Carneiro analisou o ambiente interno do complexo. Foram coletadas amostras de poluentes gasosos como ozônio, ácido acético, ácido fórmico, dióxido de nitrogênio e dióxido de enxofre; compostos orgânicos como benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos; e amostras de material particulado suspenso na atmosfera. "A concentração dos poluentes estava quase sempre muito abaixo do máximo recomendado", afirma Ricardo Godoi, que orientou o trabalho.

Manter esse padrão não é simples. O MON dispõe de um sistema automatizado que mantém o ambiente em temperaturas entre 19°C e 21°C, e umidade relativa entre 55% e 65%. "Quatro vezes ao dia, funcionários vistoriam o ambiente e registram dados em relatórios", conta a restauradora Suely Deschermayer, da Coordenação do Sistema Estadual de Museus do Paraná. O piso é impermeabilizado, as tintas das paredes são à base d'água, a limpeza é feita com produtos neutros, e até o transporte de peças é feito em caminhões climatizados. "O investimento em conservação preventiva evita o trabalho de restauração mais tarde", diz Deschermayer.

FOTO MORIO

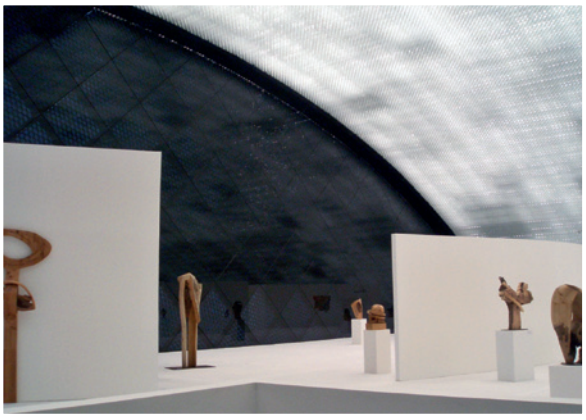


FOTO NANI GOIS

Abaixo, fachada do Museu Oscar Niemeyer, em Curitiba, considerado exemplo em termos de qualidade do ar interior. No detalhe, salão 'Olho' desse museu

REFORMA Um dos primeiros trabalhos sobre a poluição dentro de um museu brasileiro foi feito pelo engenheiro químico Cleverson Ferreira de Oliveira, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Em 1996, ele analisou o nível de poluentes no Museu Nacional de Belas Artes (MNBA), no centro da capital fluminense. A qualidade do ar no entorno do prédio também foi avaliada, para comparação.

O estudo revelou alto grau de poluição interna, vinda principalmente do exterior e formada sobretudo por elementos produzidos por veículos, como acetaldeído, gerado na combustão de carros movidos a etanol, e compostos orgânicos da faixa de destilação da gasolina e do diesel. Havia ainda grande teor de material particulado produzido pelo tráfego. "Áreas vizinhas à rua Araújo Porto Alegre e à avenida Rio Branco apresentavam maiores concentrações", conta Oliveira.

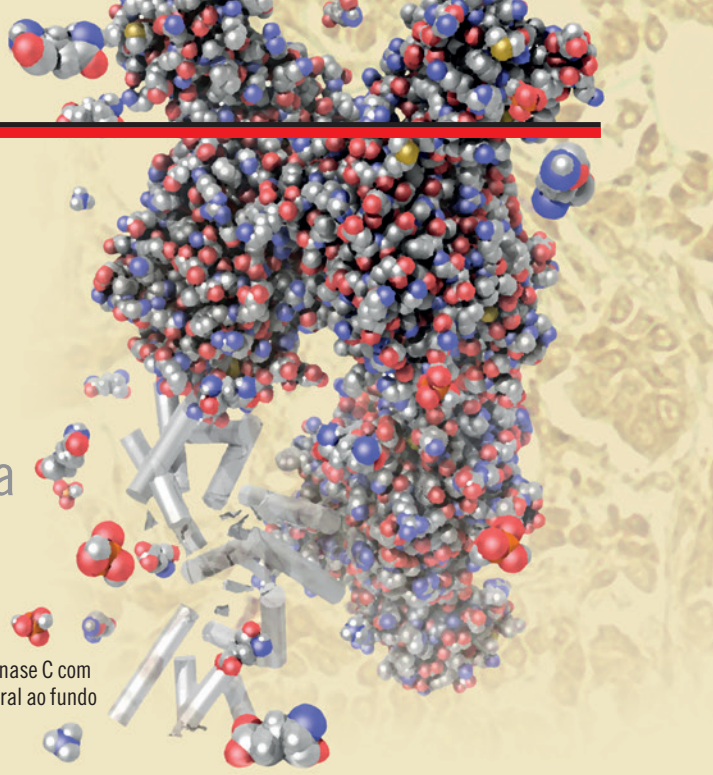
O MNBA é um dos mais importantes museus de arte do Brasil. Seu acervo teve início com as obras trazidas por Dom João VI, em 1808, e conta hoje com cerca de 70 mil peças, entre pinturas, esculturas, desenhos e gravuras de artistas brasileiros e estrangeiros. Após analisar as condições em seu interior, o engenheiro químico da UFRJ entregou um relatório técnico à direção do museu.

O documento foi um dos materiais que embasaram a reforma feita em 1997 no sistema de climatização do prédio. As mudanças surtiram efeito e permitiram que a instituição recebesse pouco depois obras do museu Marmottan-Monet, de Paris, que faz exigências quanto ao padrão de qualidade do ar para emprestar suas telas. O estudo do engenheiro químico da UFRJ tornou-se referência e hoje faz parte do guia bibliográfico sobre conservação e preservação do Conselho Federal de Museologia.

CÉLIO YANO | *CIÊNCIA HOJE* | PR

SEGREDO DO CRESCIMENTO

Enzima mitocondrial está ligada ao desenvolvimento de câncer



Modelo atômico da glutaminase C com uma mostra de tecido tumoral ao fundo

Se uma população, de repente, sofre enorme elevação na taxa de natalidade, é muito provável que falte alimento. Nesse caso, alguns indivíduos morrem para que o equilíbrio se restabeleça. Com as células humanas não é diferente. Para que possam se manter e se multiplicar, elas precisam de nutrientes: se houver escassez, muitas podem morrer. Em um organismo saudável, o processo de multiplicação, crescimento e até de morte celular é rigorosamente controlado. O câncer, porém, não segue esse roteiro. Ele pode ser visto como uma superpopulação de células defeituosas que crescem e se multiplicam de modo rápido e aparentemente desordenado, sem que o corpo esteja preparado. Assim, deveriam faltar nutrientes para suprir esse crescimento, mas não é o que acontece. Agora, estudos científicos estão mais perto de encontrar o motivo.

A enzima glutaminase C (GAC), localizada nas mitocôndrias, parece ser uma das vilãs nesse processo. Esse é o tema do estudo de pesquisadores do Laboratório Nacional de Biociências (LNBio), de Campinas. Artigo que relata os resultados obtidos até agora nessa pesquisa foi publicado recentemente na conceituada revista científica norte-americana *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS). As análises apontam para uma relação direta entre a GAC e o crescimento do câncer, embora várias outras moléculas também sejam importantes nesse processo.

As glutaminases são enzimas responsáveis pela degradação, nas células, do aminoácido glutamina, gerando glutamato. Este último é matéria-prima para a produção, principalmente, de lipídios e outros aminoácidos nas células tumorais. Há três tipos dessas enzimas: o 'tipo-fígado', o 'tipo-rim' e a GAC. A última foi descoberta há pouco tempo e por isso foi o tipo menos estudado até hoje. Ela resulta de uma variação no mesmo gene que dá origem à glutaminase 'tipo-rim'.

Sabe-se que células tumorais praticamente 'roubam' nutrientes – como a glicose e a glutamina – do restante do organismo, visando suprir suas demandas de energia e promover a síntese de massa celular. Uma vez dentro da célula, porém, ambos os nutrientes ainda precisam ser metabolizados. Os pesquisadores do Laboratório Nacional de Biociências observaram que a GAC mostra, no processo de satisfazer as necessidades metabólicas alteradas do câncer, resultados mais compatíveis que os obtidos com os outros tipos da enzima. "É possível que uma das razões seja o fato de a GAC ser a única glutaminase presente na mitocôndria, onde a glutamina é quebrada", relata o físico Andre Ambrosio, que coordena o trabalho juntamente com a bióloga Sandra Dias. "Estudos em nosso e outros laboratórios comprovaram que, quando se inibe a atividade dessa enzima, o tumor não é capaz de continuar crescendo", acrescenta o físico.

Além disso, a GAC exibe maior atividade quando está em contato com fosfato inorgânico. Esse elemento acumula-se nas células em situações de hipoxia, quando o suprimento de oxigênio no microambiente celular não é suficiente. "Isso acontece à medida que o tumor cresce, pois a elevada taxa de proliferação e o rápido aumento na densidade celular facilmente superam o alcance e a capacidade de irrigação sanguínea", afirma Ambrosio. Os pesquisadores apresentaram ainda um modelo atômico da GAC e as bases moleculares de sua ativação pelo fosfato.

Os testes no LNBio foram realizados em amostras de tecidos de tumores de mama, próstata e pulmão. Segundo Ambrosio, é impossível analisar todos os tipos de câncer em uma pesquisa, mas os três analisados têm características comuns a mais de 50% dos casos da doença. "Estamos aprendendo o que acontece dentro da célula. A impossibilidade de curar o câncer com apenas um remédio é quase consenso na comunidade científica. Podemos traçar um paralelo com a Aids: o coquetel é uma combinação de fármacos que, sozinhos, não poderiam manter a doença sob controle. Nosso objetivo aqui é trabalhar para, futuramente, contribuir com o arsenal do tratamento quimioterápico", conclui.

YURI HUTFLESZ | *CIÊNCIA HOJE* | RJ

NAS MÃOS CERTAS

Comunidade amazônica dá exemplo de equilíbrio entre ser humano e natureza

No estuário do maior rio do mundo, o Amazonas, a apenas 150 km do encontro das águas no oceano Atlântico, fica a pequena comunidade de Ilha das Cinzas, no município de Gurupá, integrante do arquipélago de Marajós, no Pará. Na imensidão de água doce, casas de palafita pedem licença entre o preponderante verde das margens alagadiças para abrigar cerca de 60 famílias que vivem do manejo do açaí e do camarão de água doce, em equilíbrio com a natureza. Apesar de ser uma ilha, distante 26 horas de barco da capital, Belém, o local não está de todo isolado. A comunidade tem acesso à internet via satélite e energia elétrica a diesel que garante a possibilidade de assistir à TV à noite ou usar telefone celular conectado diretamente em uma antena de transmissão.

Mas nem sempre foi assim. Há menos de 10 anos, os ribeirinhos da Ilha das Cinzas viviam sob o domínio do 'patrão', figura comum na Amazônia. Quase que onipresente na região, o 'patrão' pressionava os ribeirinhos a produzir para ele com exclusividade e pagar taxas em troca de ficar na terra em que já viviam com suas famílias sem o título de posse. O 'patrão' também não tinha propriedade dos terrenos, mas exibia um título falso, conseguido pela conhecida tática de grilagem. Madeira, peixe, camarão, palmito, tudo ia para o 'patrão'. "Eu não sei quem era ele, não; quem vinha falar com a gente era um intermediário, mas desde o tempo do meu pai era assim: ele financiava nossas ferramentas e deixava a gente morar na terra que dizia que era dele", conta o líder comunitário da Ilha das Cinzas Antônio Oliveira, 54 anos, mais conhecido como Baixinho. "Nossa mercadoria só podia ser vendida para ele e ia tudo para ele em troca do que ele dava. Muita gente não chegava a ver nenhum dinheiro."

A situação descrita por Baixinho não era exclusiva de sua comunidade. Segundo o engenheiro agrônomo Jorge Pinto, que há mais de 10 anos trabalha com comunidades tradicionais na Amazônia, o chamado 'sistema de aviamento' vigora desde o ciclo da borracha, no século 19. "Na época, a extração do látex provocou uma maior ocupação, intensificou o extrativismo e criou essa figura que hoje está em todo canto da Amazônia."

No caso da Ilha das Cinzas, o cenário começou a mudar por volta de 1997, quando os moradores, auxiliados pela ONG Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional (Fase), se organizaram e criaram a Associação dos Trabalhadores Agroextrativistas da Ilha das Cinzas (Ataic) com o intuito de melhorar as formas de conseguir recursos da floresta e regularizar sua situação fundiária. A essa altura, a exploração indevida dos recursos naturais já prejudicara diretamente as famílias da ilha e o ecossistema. A pesca descontrolada tinha feito diminuir os peixes e sumir do rio o típico camarão-de-água-doce.

FOTOS DE SOFIA MOUTINHO

Para resolver o problema sem prejudicar ainda mais o meio ambiente, os moradores modificaram os instrumentos e procedimentos de pesca. Em vez de usar redes finas que pegavam peixes e camarões de todos os tipos e tamanhos, adotaram o matapi, armadilha tradicional para pesca de camarões. Feito artesanalmente pelas mulheres da comunidade, o matapi é um cilindro de tiras de madeira de jataí com duas entradas em forma de cone que deixam o animal entrar, mas não sair. O que atrai o camarão é uma isca de babaçu colocada no interior do balaio.

A partir da discussão em comunidade, os moradores ainda melhoraram a tecnologia ao aumentar o espaço entre as talas que formam a parede do matapi. Desse modo, apenas os camarões grandes são capturados, deixando os filhotes livres para se multiplicarem. Os ribeirinhos também aderiram ao uso de viveiros flutuantes para estocagem do camarão, tornando possível comercializar o animal em maiores quantidades de uma vez só.

Com as mudanças, as famílias de Ilha das Cinzas passaram a vender camarões maiores e de melhor qualidade, sem impacto negativo na natureza. Se, em 1997, o camarão capturado tinha em média 4,5 cm, hoje tem 9 cm. O aumento se traduziu em mais dinheiro: o quilo do camarão passou de R$ 0,80 para até R$ 10.

Para assegurar que o ganho econômico não causaria desequilíbrio no meio ambiente, os próprios moradores estabeleceram em assembleia o limite de 70 matapis por família e um período de pesca de maio a dezembro.

"Essa foi uma decisão da comunidade, não há lei que regularize a pesca de camarão aqui, mas como a consciência das famílias foi aumentando, todos acharam melhor seguir esses limites," conta o agroecólogo Francisco Malheiros, filho do Baixinho. "Com as mudanças, ganha a natureza e ganhamos nós. Hoje conseguimos pescar com 70 matapis o que antes só conseguíamos com 150. Isso, associado ao uso do viveiro, significa pelo menos 20% a menos de trabalho."

O açaí é um dos produtos naturais que complementam a renda da comunidade

Com o tempo extra, a comunidade pôde diversificar a produção com o manejo do açaí. O fruto nativo, que já marcava presença nas refeições, passou a ser também vendido. Na ilha, ninguém planta açaizeiro, são usadas apenas técnicas simples, como a limpeza da área ao redor das palmeiras, para ajudar no crescimento delas e torná-las mais frutíferas. O cuidado dá certo. Hoje, a venda do açaí para comunidades e cidades próximas, a R$ 80 o saco de 60 kg, responde por 80% da renda das famílias, que ganham cerca de R$ 16 mil por ano somente com o frutinho roxo.

As medidas tomadas pela comunidade foram formalizadas em um plano de manejo, que serve de pontapé inicial para regularizar qualquer ocupação e uso de área de floresta pertencente aos estados e União. O documento, se aprovado pelo órgão responsável – no caso o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) – vira uma espécie de lei da comunidade que estabelece de que maneira cada recurso florestal pode ser usado sem causar impacto ao ambiente. Em Ilha das Cinzas, a regulamentação, cujo processo começou na década de 1990, foi conseguida em 2004 e a comunidade passou a ser oficialmente um assentamento agroextrativista.

Com a legalização fundiária, os moradores da ilha passaram a receber benefícios governamentais para construção de moradias e puderam participar de projetos e editais. Foi assim que eles conseguiram os 15 computadores com acesso a internet

>>>

Pesca com armadilhas que deixam escapar os filhotes permitiu vender camarões maiores (na página seguinte), de valor mais alto

que integram a Estação Digital da Ilha das Cinzas, usada nas aulas de informática para jovens e adultos e aberta aos moradores de localidades próximas. A regularização também atraiu a atenção de empresas estatais de capital aberto que financiam projetos para que a comunidade passe o exemplo adiante.

"O grande diferencial foi a nossa organização e o reconhecimento da nossa representatividade", diz a líder comunitária Josi Malheiros, irmã de Francisco. "Desde que nos organizamos, mudou tudo, nossa relação com o poder público e com o meio ambiente. Mostramos que desenvolvimento sustentável não é só pensar na floresta, mas também no lado social de quem mora nela. A regularização fundiária foi uma consequência disso."

AVANÇOS E DESAFIOS O Pará é hoje o estado que concentra a maior diversidade de regimes de regularização fundiária voltados para comunidades tradicionais do país. Nos 8,5 mil km^2 do município de Gurupá estão representados todos os oito tipos existentes no Brasil, entre reservas de desenvolvimento sustentável, reservas extrativistas, assentamentos e outros. Segundo levantamento do Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Agroextrativistas de Gurupá, 99% do território do município estão em processo de regularização por iniciativas das comunidades. A presença da população nas florestas tem se mostrado uma eficiente forma de preservação, visto que 96% da cobertura verde do município estão intactos.

O cenário local não é muito diferente do nacional. De acordo com um estudo da associação civil RRI (sigla em inglês para Iniciativa para Direitos e Recursos), que analisou a legislação de 27 países da Ásia, África e América Latina (o correspondente a 75% das florestas de países em desenvolvimento) o Brasil é líder no estabelecimento de direitos à floresta para comunidades tradicionais. Atualmente, cerca de 1,5 milhão de km^2 de nossas matas são designadas ao uso desses grupos.

Segundo a principal autora do estudo, a especialista em direito comparado e internacional Fernanda Almeida, o arcabouço jurídico para garantir o direito das comunidades tradicionais sobre os recursos das florestas começou a se estabelecer mundialmente em decorrência da Eco/92, sob a pressão de lideranças indígenas e comunitárias. Desde esse marco, a área de floresta sob o controle de comunidades tradicionais na América Latina, Ásia e África aumentou de 21% para 31%. Em nível global, essa porcentagem subiu de 10% para 15% no mesmo período.

"De 1992 para cá vivemos uma mudança de paradigma", diz Almeida. "Antes se pensava que para conservar um lugar ninguém poderia

morar nele, mas esses regimes têm mostrado que a presença das populações tradicionais em áreas de floresta não só preserva os seus costumes e economia, como também a biodiversidade."

Apesar dos avanços, ainda existem muitos desafios na prática. Se as comunidades estão fazendo sua parte, o poder público muitas vezes deixa a desejar. Ainda que tenham conquistado computadores e melhor qualidade de vida por meio de sua organização, as famílias de Ilha das Cinzas e outras localidades do entorno não têm acesso a saneamento básico, saúde e energia elétrica pública. Toda eletricidade usada, para transporte e iluminação, vem de motores a diesel, nada ecológicos, custeados inteiramente pelos moradores. Para garantir quatro horas de energia elétrica por dia em suas casas, os ribeirinhos desembolsam cerca de R$ 400 por mês. O posto mais próximo fica a seis horas de viagem na cidade de Santana, em Macapá, e o esgoto é jogado diretamente no rio Amazonas.

A burocracia e a falta de fiscalização também são problemas. Nas comunidades localizadas dentro de unidades de conservação, a situação parece ainda mais precária. A Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Itatupã-Baquiá, a primeira federal do país, criada em 2005 entre o canal Norte e o canal de Gurupá, no rio Amazonas, começou a se organizar ainda na década de 1980. Manuel Corsdovaldo Chaves de Souza, o Codó, foi um dos líderes desse movimento popular. Reuniu os ribeirinhos, propôs a criação de uma associação e, mais tarde, o plano de manejo da floresta.

Hoje cerca de 70 famílias vivem no local em regime de subsistência, mas nem todas seguem à risca as normas estabelecidas no documento, entre elas a proibição de barcos a motor em algumas áreas e o limite de pesca por família. Codó conta que guarda um caderninho com anotações de quem saiu da linha, mas o caderninho não tem poder nenhum. Quem deve fiscalizar a região é o ICMBio, que destina apenas um gestor para os 6,5 mil km^2 da reserva. "Eu faço o que posso, mas o poder público precisa fazer a parte dele e fiscalizar", pede Codó angustiado. "Para mim, é muito difícil, já tem muita gente com raiva de mim porque, quando vejo alguém descumprindo, anoto."

CIÊNCIA E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO Na RDS Itatupã-Baquiá, bem como em outras comunidades florestais da Amazônia, as famílias vivem da pesca e do manejo do açaí, do pracaxá e da andiroba. Por ficar em uma unidade de conservação, o comércio não é incentivado, para evitar a devastação ambiental. O equilíbrio entre desenvolvimento econômico e sustentabilidade, conseguido na ilha das Cinzas, ainda é um desafio em muitas áreas de floresta no Brasil.

Para o diretor-geral do Serviço Florestal Brasileiro, Antônio Carlos Hummel, a economia florestal deveria ter mais atenção. "Nosso foco deve estar em desenvolver políticas públicas que promovam a economia nas comunidades já regularizadas e deem valor aos produtos florestais," diz. "E isso só é possível com bons instrumentos de incentivo econômico às práticas florestais sustentáveis e ações de capacitação, assistência e organização dessas comunidades, para que seja uma boa opção continuar morando na floresta. Precisamos dar para o povo da floresta o mesmo conjunto de incentivos e desoneração tributária dado para a agropecuária no país."

Essa também é a visão da Academia Brasileira de Ciências. No documento recém-lançado 'Amazônia: desafio brasileiro do século 21', cientistas reforçam a importância da economia verde, mas chamam a atenção para a necessidade de incluir a ciência na discussão. "Principalmente nas florestas da Amazônia, ainda é possível a concepção de um modelo de produção e consumo sustentável dos recursos naturais, que permita não só o desenvolvimento social e econômico da região, mas também a conservação da natureza e cultura dos povos que a habitam", diz o documento. "Somente a atribuição de valor econômico à floresta em pé permitirá a ela competir com outros usos que pressupõem sua derrubada ou degradação, e apenas a ciência, tecnologia e inovação poderão mostrar o caminho de como usar o patrimônio natural sem destruí-lo."

SOFIA MOUTINHO | *CIÊNCIA HOJE* | RJ

** A repórter viajou à Amazônia a convite da RRI*

Confira mais fotografias e vídeos na CH On-line

AVELÓS PARA AIDS

Composto de planta da medicina tradicional pode, no futuro, contribuir para cura da infecção por HIV

Há 30 anos, desde a descoberta da Aids e do seu agente causador, o HIV, pesquisadores do mundo inteiro procuram uma cura para a doença. Embora as drogas antirretrovirais permitam aos soropositivos levarem vidas normais, eles dependem constantemente desses medicamentos. Agora, uma planta encontrada nas regiões Norte e Nordeste, o avelós, pesquisada pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a empresa Kyolab, de Campinas, pode mudar essa situação. Os cientistas identificaram um composto que, além de dificultar a entrada do vírus nas células, ativa os que estão latentes em seu interior, permitindo que sejam destruídos pelo sistema imune.

O avelós (*Euphorbia tirucalli*) é uma planta de origem africana que é empregada na medicina tradicional para tratar tumores, câncer e verrugas, em geral na forma de chá ou garrafada. O efeito benéfico dessa planta no estado de saúde de um parente que estava com câncer levou um empresário a contratar a empresa Kyolab para analisá-la e descobrir o que estaria por trás de sua capacidade anticancerígena. Os pesquisadores isolaram os componentes do vegetal e conseguiram identificar substâncias que não só matavam as células tumorais como melhoravam a condição dos camundongos que tinham câncer.

"Um dos tumores tratados foi o linfoma, que ataca os linfócitos, as células-alvo do HIV. O presidente da Kyolab, Luiz Francisco Pianowski, acreditou que os compostos pudessem ter alguma ação contra o vírus e, há cerca de um ano, entrou em contato conosco para verificarmos essa possibilidade", conta o geneticista Amilcar Tanuri, chefe do Laboratório de Virologia Molecular da UFRJ. Tanuri e sua equipe analisaram vários extratos – a seiva do avelós tem centenas de compostos – e conseguiram chegar a uma molécula promissora da família dos forbóis: um forboloide. "Há pesquisas similares no exterior, usando substâncias como sal de ouro e ácido valproico, mas essas ainda não obtiveram resultados positivos", comenta o geneticista.

EFEITO DUPLO "Esse forboloide tem dois efeitos: dificulta a entrada do HIV na célula e ativa os vírus que estão latentes, permitindo que as drogas antirretrovirais os neutralizem", explica Tanuri. Segundo ele, a molécula faz isso, respectivamente, reduzindo o número de receptores CD4 utilizados como porta de entrada pelo HIV na membrana do linfócito e ativando um componente nuclear que desperta a cópia do vírus

Inimigo interior

Quando o HIV infecta um indivíduo, ele ataca os linfócitos, células do sistema imune. Como a molécula de ácido nucleico do vírus está na forma de RNA, a primeira providência ao entrar na célula é criar uma versão em DNA de sua informação genética. Isso é feito por uma proteína do HIV, a transcriptase reversa. O DNA viral entra no núcleo da célula e se insere no cromossomo, onde passa a usar a maquinaria biológica do linfócito para produzir cópias do HIV. A etapa final desse ciclo é a saída do vírus da célula, um processo no qual esse agente infeccioso 'rouba' pedaços da membrana celular, levando à morte do linfócito. "Um ciclo desses pode produzir de 5 mil a 10 mil vírus. É como se você fizesse um número similar de furos na membrana", ilustra o médico Ricardo Sobhie Diaz, chefe do Laboratório de Retrovirologia da Unifesp.

No entanto, em 0,1% a 1% dos casos, o DNA viral não segue o caminho da reprodução, ele 'desliga' a célula, ficando latente. Essa desativação é mediada pela proteína celular deacetilase histônica, a qual faz com que o DNA do HIV se ligue à outra proteína, a histona, usada no empacotamento do ácido nucleico das células. "Normalmente, essa latência pode persistir por um longo tempo", afirma Diaz. Como a célula está desligada e o vírus não está se reproduzindo, ele não é alvo das drogas antirretrovirais, que miram justamente etapas no ciclo de desenvolvimento do HIV. "Contudo, se o paciente interromper o tratamento com as drogas, o vírus latente se reativa e volta a se multiplicar. É por isso que essas células funcionam como reservatórios de vírus", conclui Diaz.

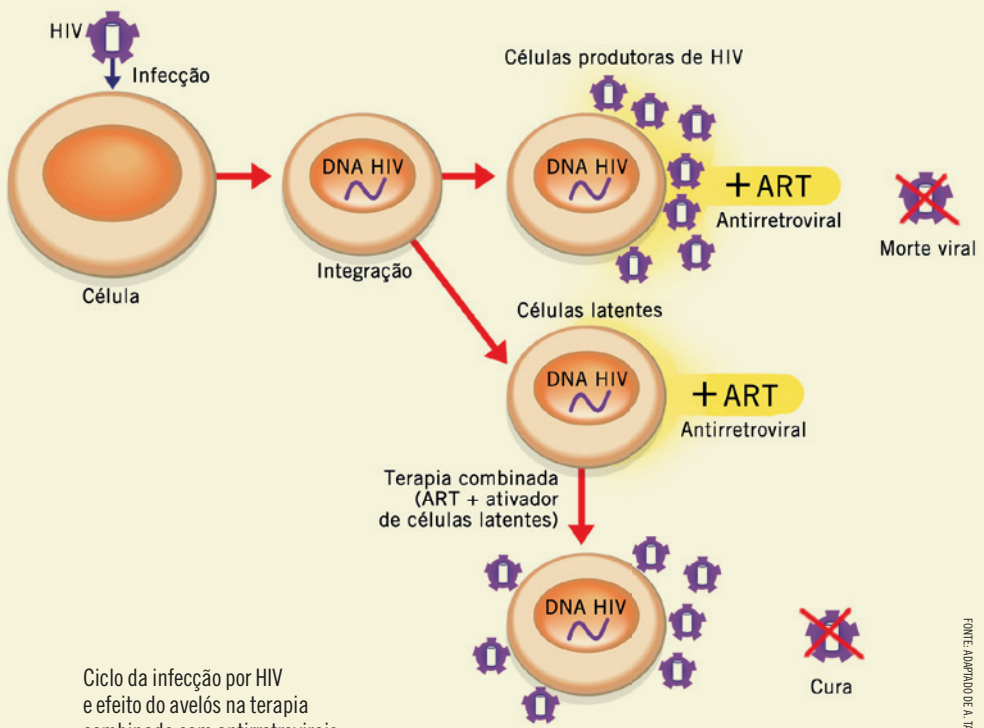
dormente no DNA da célula (ver 'Inimigo interior'). "Os dois efeitos são mediados pela ação do forboloide num componente celular chamado proteína cinase C", completa o geneticista.

A existência desses vírus latentes é um dos grandes empecilhos para a cura dessa infecção. Os antirretrovirais eliminam o HIV ativo no corpo, mas não conseguem afetar os que estão dormentes nas células. Assim, estas são como reservatórios de vírus, que volta a ser produzido caso as drogas sejam suspensas. O tratamento conjunto com antirretrovirais e a substância do avelós permitiria eliminar esses 'bancos de vírus' e levar o indivíduo a uma cura esterilizante, na qual se livra o corpo do HIV.

Para o médico Ricardo Sobhie Diaz, chefe do Laboratório de Retrovirologia da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), essa pesquisa está, sem dúvida, no caminho certo, mas Diaz acha que antirretrovirais e compostos de 'limpeza' como o do avelós não poderão, sozinhos, curar um indivíduo. "Precisamos de estratégias adicionais que, juntas, permitirão atingir esse objetivo", observa o médico. Ele cita quatro outras abordagens necessárias: administração de antirretrovirais no início da infecção para diminuir o número de células latentes; aumentar a potência das drogas; ministrar medicamentos que reforcem os linfócitos CD4; e vacina terapêutica que eleve a imunidade dos pacientes.

CAMUNDONGOS E MACACOS Tanuri e sua equipe testaram a molécula do avelós em células isoladas de pacientes soropositivos para verificar sua eficácia e toxicidade nesse sistema. Com os resultados positivos, eles devem iniciar a próxima etapa, teste em camundongos, ainda este ano. O grupo também já estabeleceu um acordo com a empresa norte-americana Bioqual, sediada em Washington, DC (Estados Unidos). A companhia irá conduzir os testes da molécula em macacos *Rhesus*. "Esses testes são importantes não só para se descobrir a dose apropriada, mas também para medir qualquer efeito adverso. É importante lembrar que, sob hipótese alguma, deve-se consumir a planta, já que sua seiva é extremamente tóxica", ressalta Tanuri.

Os pesquisadores da UFRJ já tiveram seu projeto de caracterização da molécula aprovado e estão buscando formas de otimizar o efeito benéfico da substância. Originalmente, havia cinco moléculas candidatas, selecionadas com base em suas estruturas e eficiência. A escolhida pelos cientistas e que está sendo usada nos testes sofreu uma pequena alteração para ampliar seu efeito. Mas Tanuri e sua equipe querem entender melhor a molécula para poder sintetizá-la em laboratório. "O forboloide com o qual trabalhamos representa apenas 1% dos compostos presentes na planta. Isso não é suficiente para garantir uma escala industrial", revela o geneticista, que prevê um prazo mínimo de cinco anos para surgir um medicamento com base nessa linha de pesquisa.



Ciclo da infecção por HIV e efeito do avelós na terapia combinada com antirretrovirais

FONTE: ADAPTADO DE A. TANURI

FRED FURTADO | *CIÊNCIA HOJE* | RJ

TRATAMENTO À FLOR DA PELE

Substância extraída de planta mostra eficiência contra o melanoma e pode ser combinada com terapias dirigidas

O melanoma é um dos mais graves cânceres de pele, letal em cerca de 25% dos casos. A pariparoba é um arbusto típico da mata atlântica, indicado pela sabedoria popular para tratar má digestão, problemas de fígado e queimaduras. O que a planta tem a ver com a doença? Uma substância presente no extrato de suas folhas e raízes é uma das apostas mais promissoras de tratamento para o melanoma.

Desde 2004, a substância 4NC, encontrada na pariparoba, vem sendo estudada para aplicação na pele. A princípio descobriu-se nela um potente protetor contra o envelhecimento cutâneo, o que levou a seu emprego em protetores solares, hoje comercializados por uma empresa brasileira de cosméticos. Agora, pesquisas da Universidade de São Paulo (USP) mostram que o 4NC tem a capacidade de inibir também o crescimento do melanoma.

O melanoma é um câncer que atinge os melanócitos, células responsáveis pela pigmentação da pele. Na doença, devido à exposição ao Sol e a fatores genéticos, essas células se proliferam de maneira descontrolada, formando nódulos e manchas que, se não removidas precocemente por cirurgia, podem se aprofundar nas camadas da pele e gerar metástase, disseminação do câncer para outros órgãos.

Em testes de laboratório com pele humana artificial, os pesquisadores da USP verificaram que, quando aplicado na pele sob forma de gel, o 4NC mata as células cancerosas do melanoma e as impede de se alastrar para os lados e para baixo, invadindo as camadas mais profundas da pele.

A substância consegue essa façanha ao agir em duas frentes. Por um lado, ela induz a morte das células tumorais por um processo chamado de apoptose, uma espécie de 'autodestruição' celular. Por outro, inibe a ação dos proteassomas, complexos de proteínas de grande porte que funcionam como uma usina de reciclagem da célula, degradando proteínas. Sem a

DIVULGAÇÃO

As folhas da pariparoba, usadas na medicina popular para tratar queimaduras, contêm substância que inibe o crescimento de câncer de pele

atividade dos proteassomas, a célula cancerosa entra em colapso e não cresce mais. Nos testes com pele artificial, os pesquisadores conseguiram diminuir 80% do câncer de pele.

A líder da pesquisa, a bióloga Silvya Stuchi, afirma que a substância pode vir a ser uma opção de tratamento mais adequado principalmente para idosos. "Temos dificuldade em tratar pacientes idosos do modo mais comum, com quimioterapia, pois é um processo muito agressivo e eles não respondem bem ao tratamento", diz. "O uso de um medicamento tópico seria uma alternativa interessante."

AÇÃO COMBINADA Stuchi ressalta ainda que o 4NC poderia ser usado para tratar qualquer tipo de melanoma, mas se mostrou mais eficiente no combate de um subtipo específico de mutação chamado B-raf, presente em 60% dos casos da doença. Existem outros tipos de mutação menos comuns e todos podem ser detectados pela análise do perfil genético do tumor feito durante a biópsia.

Hoje, os medicamentos mais promissores em estudo tratam da mutação B-raf e usam a chamada terapia dirigida para conter o avanço do tumor. Nesse tipo de tratamento, é usado um medicamento em forma de um anticorpo que ataca a mutação. Uma das drogas que têm mostrado efeitos positivos é o PLX4032 ou vemurafenibe, já usada nos Estados Unidos e também aprovada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), embora ainda não vendida no Brasil. Em testes clínicos realizados com 132 pacientes dos Estados Unidos e Austrália, divulgados no início do ano, o medicamento mostrou-se capaz de dobrar a estimativa de vida após a metástase de nove para 16 meses.

Inspirados por esses resultados, o grupo da USP quer agora combinar o medicamento com a substância 4NC para conseguir um composto mais eficaz. "É cada vez maior a chance de cura com os medicamentos disponíveis, mas queremos tornar o tratamento mais eficiente para todos e a melhor solução que vemos é a combinação de drogas", observa Stuchi.

Para o patologista Gilles Landman, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), as terapias focadas na mutação B-ralf estão entre as alternativas mais avançadas para o tratamento do melanoma. "Até há pouco tempo, não havia muitos tratamentos eficientes para o melanoma", afirma. "A melhor alternativa era fazer o diagnóstico precoce e retirar a lesão primária por cirurgia, mas, se o câncer já tivesse se espalhado, as perspectivas eram muito ruins. Para um tumor com 4 mm de profundidade, a probabilidade de sobrevida era de 50% em cinco anos. De 10 anos para cá, com o avanço da genética, da biologia molecular e do entendimento da doença, começaram a surgir esses tratamentos de imunoterapia, uma grande mudança que vem mostrando resultados bem positivos."

O pesquisador destaca que o tratamento para a doença caminha para a personalização. Como um paciente pode apresentar tumores com mais de um tipo de mutação, a tendência é que, após determinar o perfil genético do tumor, ele seja tratado com diferentes medicamentos, cada um deles adequado às diferentes mutações.

No entanto, apesar do bom resultado imediato, as terapias de combate ao melanoma precisam vencer seu maior obstáculo: a resistência do tumor à terapia. Ainda são necessários testes clínicos para saber se isso acontece com o 4NC, mas já se viu que o PLX4032 perde o efeito depois de seis meses de uso na maioria dos pacientes. Ainda assim, Landman avisa que esse tipo de tratamento é a melhor opção em pesquisa. "A resistência é um problema, mas esses resultados abrem uma grande esperança para os portadores dessa doença devastadora."

SOFIA MOUTINHO | *CIÊNCIA HOJE* | RJ

FOTO LEONARDO LUÍS

Mais aves na Bahia

O ICMBio registrou um total de 185 espécies de aves durante pesquisa realizada na Floresta Nacional Contendas do Sincorá, unidade de conservação localizada na porção centro-sul da Chapada Diamantina, na Bahia. Os pássaros pertencem a 47 famílias diferentes e seu registro contribui para o conhecimento das aves do bioma caatinga.

Memória da saúde

A Casa de Oswaldo Cruz (COC) concluiu a digitalização de seu acervo de negativos flexíveis, que conta com 13 mil imagens em alta resolução. O objetivo é tornar o conjunto de fotografias totalmente disponível *on-line*. Elas já podem ser consultadas no arquivo da instituição, em Manguinhos, e a previsão é que todas estejam na internet até junho de 2013. As imagens têm temas diversos, como a construção do *campus* de Manguinhos (RJ), expedições científicas e retratos de cientistas. O trabalho está em fase de identificação e indexação, antes de sua disponibilização na rede. Os negativos flexíveis correspondem apenas a uma pequena parte do acervo fotográfico da instituição.

Vacina contra esquistossomose

A primeira vacina contra esquistossomose, desenvolvida pela Fiocruz e inédita no mundo, foi aprovada em testes clínicos de fase 1, provando que é segura e gera uma resposta imune. Criada a partir da proteína Sm14 do *Schistosoma mansoni*, o helminto (verme) responsável pela a doença, a vacina pode ser usada como base para imunizantes de outros males causados por esses vermes. A esquistossomose afeta 2,5 milhões de brasileiros e 800 milhões de pessoas no mundo, sendo 200 milhões em países pobres.

FOTO CENTRO DE ESTUDOS E SISTEMAS AVANÇADOS DO RECIFE (CESAR)

Dispositivo desenvolvido em Recife permite monitorar remotamente pivôs centrais de irrigação (na foto) e reduzir consumo de água e energia

ENGENHARIA

Monitor de irrigação

A crescente demanda por alimentos requer um aumento constante da produção, mas terra e água são fatores limitantes. Conter o desperdício desses recursos seria a alternativa e foi a inspiração para que pesquisadores pernambucanos desenvolvessem um dispositivo de monitoramento de pivô central, um mecanismo de irrigação do qual estima-se existam 12 mil unidades em funcionamento no Brasil.

O projeto começou há dois anos no Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife (Cesar), empresa formada por professores da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) há 16 anos. "Os pivôs são uma solução de irrigação de fácil manejo e que requer pouca mão de obra. No Brasil, a maioria é monitorada manualmente, o que torna difícil controlar desperdícios de água e energia", informa o engenheiro Victor Nogales, gerente de negócios do Cesar.

O dispositivo criado pelos pesquisadores é instalado na base do pivô e captura informações sobre a operação deste, como o sentido em que ele está girando e a pressão da água. Os dados são disponibilizados, via rede sem fio, na internet ou em celulares. Além disso, o sistema permite ativar o pivô remotamente e informa o usuário se houver interrupção do funcionamento.

"Nosso equipamento reduz a mão de obra necessária para fazer a manutenção do pivô e identifica períodos de subutilização, permitindo ajustar o gerenciamento e economizar energia e água", conta Nogales. Segundo ele, se todos os pivôs no Brasil funcionassem por 10 minutos a mais do que o necessário, a água desperdiçada seria suficiente para atender 800 mil pessoas por um dia. "O dispositivo está em teste final e será lançado no segundo semestre de 2012. Seu lançamento deve ocorrer primeiro em Goiás, que concentra a maior parte dos pivôs", conclui.

Novo poço de petróleo no Amazonas

Uma nova reserva de óleo e gás foi descoberta pela Petrobras na bacia do rio Solimões, no Amazonas. Localizado a 25 km do município de Coari, o poço Leste do Igarapé Chibata tem profundidade de 3.295 m e a estimativa é que tenha 1.400 barris de óleo de boa qualidade e 45 mil m³ de gás. Este é o segundo sucesso exploratório na região, que pode se tornar um novo polo produtor de petróleo e gás natural na bacia do Solimões.

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Projeto do Instituto Ciência Hoje é premiado

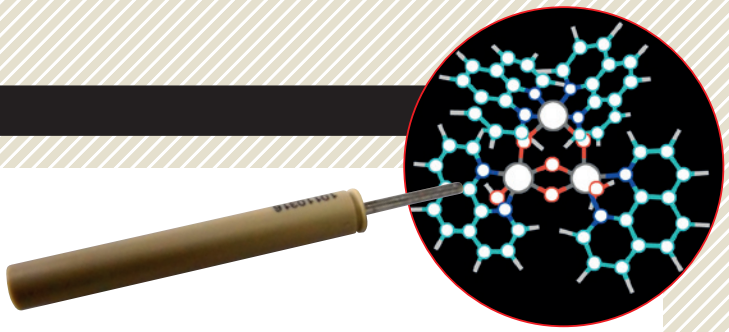
O Instituto Ciência Hoje (ICH) foi premiado por uma de suas mais importantes iniciativas: o Programa Ciência Hoje de Apoio à Educação (PCHAE). A cerimônia aconteceu no final de maio, na capital federal, onde a presidente Dilma Rousseff entregou o Prêmio ODM Brasil ao superintendente comercial e de projetos educacionais do Instituto Ciência Hoje, Ricardo Madeira, à diretora pedagógica do PCHAE, María del Carmen Chude, e à editora-executiva da revista *Ciência Hoje das Crianças*, Bianca Encarnação.

O prêmio é um reconhecimento à contribuição do PCHAE para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) – documento redigido pela Organização das Nações Unidas em setembro de 2000, que estabelece metas fundamentais a serem atingidas até 2015, entre as quais se destaca o "ensino básico universal".

Desde sua criação, em 2001, o PCHAE já atendeu mais de 410 mil alunos e 11 mil professores de escolas públicas – destacando metodologias brasileiras para o combate do analfabetismo científico. Foram 20 projetos premiados de um total de 1.638 inscrições nesta quarta edição do prêmio, e o PCHAE destacou-se por ser o único de sua categoria desenvolvido por uma organização da sociedade civil.

O prêmio ODM foi entregue em Brasília, pela presidente Dilma Rousseff. Ao lado da presidente, o superintendente de projetos educacionais Ricardo Madeira, a diretora pedagógica do PCHAE, María del Carmen Chude e a editora-executiva de *Ciência Hoje das Crianças*, Bianca Encarnação

Detector de nitritos



Sensor biomimético capaz de detectar nitritos em sistemas biológicos. No detalhe, representação estrutural do complexo oxo-manganês-fenantrolina, composto por manganês (cinza), oxigênio (vermelho), nitrogênio (azul), carbono (azul piscina) e hidrogênio (branco), usado no sensor desenvolvido pelo graduando da Unesp

QUÍMICA

_ Faculdade de Ciências e Tecnologia

_ Universidade Estadual Paulista

Talvez você não saiba, mas nitritos já fazem parte de seu cardápio há um bom tempo. São compostos químicos presentes em conservantes e estabilizantes de cor. Apesar de facilitarem nossa vida em alguma medida – encontram-se em latas de ervilha e milho, por exemplo –, os nitritos são perigosos por estarem relacionados a diversos tipos de câncer e até ao surgimento de tumores cerebrais em crianças, quando ingeridos em grandes quantias.

Mas como se mede a quantidade de nitrito em um organismo ou sistema? O estudante Wesley Bruno da Silva Machini, do curso de química da Universidade Estadual Paulista (Unesp), em Presidente Prudente (SP), tem a resposta. Ele está desenvolvendo um novo tipo de sensor biomimético, capaz de detectar e monitorar nitritos em amostras ambientais, alimentos ou até em fluidos biológicos, como o sangue, por exemplo.

Um sensor biomimético é um dispositivo que pode sinalizar alterações em sistemas biológicos em geral, utilizando mecanismos que podem cumprir, por exemplo, um papel análogo ao de uma enzima. Estudando aplicações do complexo oxo-manganês-fenantrolina, Machini chegou a resultados promissores na detecção de nitritos. "O sensor se mostra capaz de determinar quantidades muito pequenas da substância, na ordem de $6{,}5 \times 10^{-6}$ mol/litro", diz o estudante.

Entre os sistemas mais usados na detecção de nitritos estão os biossensores, que requerem uso de materiais biológicos, como enzimas. Mas são procedimentos caros. Já um sensor biomimético pode dar conta da mesma tarefa a custos menores. O projeto começou em 2010, sob a orientação do químico Marcos Teixeira. Agora, no quinto ano da graduação, Machini planeja aperfeiçoar o dispositivo para minimizar possíveis efeitos de substâncias interferentes. "Pretendo finalizar o estudo aplicando o sensor em amostras reais."

FOTO WESLEY BRUNO DA SILVA MACHINI

Destilação controlada

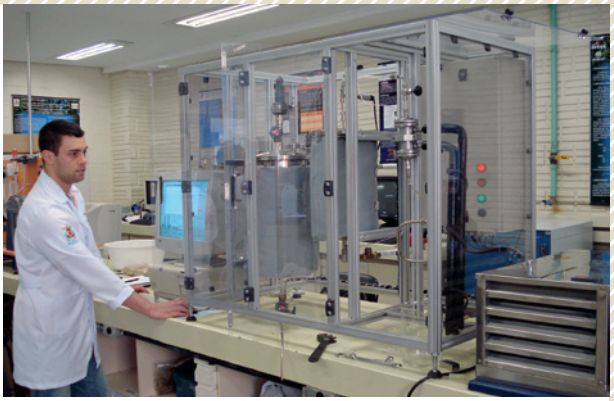
QUÍMICA DE PRODUTOS NATURAIS

_ Faculdade de Engenharia

_ Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Um processo mais eficiente para realizar a chamada destilação por arraste a vapor foi desenvolvido pelo estudante de engenharia elétrica Cícero Bedinot, do Laboratório de Operações Unitárias (Lope), da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Após quase dois anos de pesquisas, Bedinot criou um programa capaz de gerenciar e controlar a destilação por arraste a vapor, empregada para extrair óleos essenciais de plantas aromáticas com o emprego de vapor d'água.

"Uma vez inserido um conjunto de dados sobre o processo em um computador, o programa se encarrega de controlá-lo, inclusive monitorar a quantidade final de óleo e água", explica Bedinot, que foi orientado pelo engenheiro químico Eduardo Cassel. Além do *software*, a unidade-piloto envolve uma caldeira, um vaso de extração, um condensador e um separador líquido-líquido.



Unidade-piloto de destilação por arraste a vapor. A operação é controlada por um programa que garante maior precisão ao processo industrial

Até agora as indústrias alimentícia e farmacêutica – que usam a destilação por arraste a vapor para, respectivamente, produzir essências e extrair substâncias oleosas de plantas com finalidades medicinais – a têm empregado de modo artesanal, sem o rigor desejável. Mas, daqui para frente, com a possibilidade de lançar mão do processo tecnologicamente avançado projetado pela equipe do Lope e implantado por Bedinot, indústria e pesquisadores só têm a ganhar.

FOTO EDUARDO CASSEL

Copa e Olimpíadas: oportunidade educacional e social

LUIZ GUSTAVO LIMA FREIRE
Programa de Pós-graduação em Psicologia da Educação, Universidade de Lisboa

Nos próximos anos o Brasil sediará os dois maiores eventos do esporte mundial: a Copa do Mundo de futebol e os Jogos Olímpicos. Sem questionar o significado e a importância política e econômica de sediar eventos como esses, cabe chamar a atenção para algumas questões que poderiam ser esquecidas nesse momento 'festivo'. O país acolherá esses dois eventos, o que obviamente é motivo de orgulho, embora o esporte não tenha merecido, ao longo dos anos, grande credibilidade, por parte da sociedade e dos governos brasileiros, como instrumento potencial para o desenvolvimento social ou educativo.

Nas últimas décadas têm sido iniciadas, no país, diversas ações no campo do esporte. O próprio governo federal vem mostrando maior interesse no setor, como indicam projetos e iniciativas dos ministérios da Educação e do Esporte para democratizar o acesso às atividades físicas nas escolas públicas. Apesar disso, a grande maioria da população não pratica regularmente qualquer tipo de esporte, o que também acontece com a maior parte dos alunos. Ainda não existem no país espaços físicos adequados e suficientes para as atividades esportivas, nem os equipamentos necessários a estas – inclusive, e principalmente, nas escolas.

O cumprimento das políticas e planos para esse setor estabelecidos pelos múltiplos níveis dos governos pode ser classificado como insuficiente e marcado pelo improviso, o que se constata na falta de profissionais qualificados, de ambientes e de materiais e no reduzido número de eventos desse tipo. Além disso, as ações oficiais quase nunca são acompanhadas por políticas complementares – de alimentação, saúde ou higiene, por exemplo – que permitam sustentar sua continuidade.

O FÍSICO E A MENTE A educação, como atividade sociocultural organizada, é indispensável à preparação do ser humano para a vida contemporânea. No sistema educacional, a adesão ao esporte depende da promoção de uma cultura que valorize a 'consciência física e mental', tomadas de forma complementar, mas indissociável.

Por isso, as aulas de educação física não devem privilegiar apenas o aspecto 'físico', como acontece correntemente. A essência humana é constituída por corpo e mente unidos e inseparáveis. Sendo assim, a educação física, entendida sob uma lógica não dualista, deve visar ao desenvolvimento tanto do corpo quanto do espírito, entendido como o conjunto dos dotes morais e intelectuais.

Está mais do que provado que a atividade física regular proporciona benefícios à saúde, atuando sobre todos os sistemas do organismo. Além de levar ao aumento da capacidade muscular e motora e a melhorias nos sistemas circulatório e respiratório, desenvolve o sistema nervoso (habilidades sensoriais, atividade neuronal e outras) e estimula sentimentos de competência, controle, satisfação corporal e redução da ansiedade física e emocional.

Ela estimula o bem-estar físico e psicológico ao melhorar a autoestima e a autoeficácia. As crenças que o indivíduo que pratica atividade física regular forma, a respeito de sua capacidade de mobilizar motivações e re-

LATINSTOCK/© KADU NIEMEYER/ARCAID/CORBIS/CORBIS (DC)

Antes de 'festejar' [a realização no país da Copa do Mundo e das Olimpíadas], é necessário ter consciência crítica, olhar para os problemas e as contradições de um país que não valoriza suficientemente a atividade esportiva

cursos cognitivos e realizar ações, conduzem ao autocontrole, ao autoconceito positivo e à autoconfiança. Essa prática ainda fomenta hábitos de higiene, de cuidado e de segurança corporais, e de consciência ambiental, por meio da preservação das condições de realização das atividades esportivas.

INCLUSÃO SOCIAL Nas escolas, o esporte pode ser um instrumento de transformação social, com base em uma aprendizagem cooperativa, que considere os estudantes capazes de organizar as atividades, estabelecer planos e objetivos, avaliar seus desempenhos e sua persistência, controlar a impulsividade e, principalmente, que os considere capazes de refletir sobre seus processos internos e os meios externos, desenvolvendo melhorias nos planos intelectual e cognitivo por meio da elaboração de estratégias de atuação, antecipação e execução.

O jogo pode ser utilizado como uma 'ferramenta' capaz de estimular a inclusão social por meio do aumento da autoestima e da autonomia. Para tanto, é necessário que se busque sempre a participação e o convívio, visando produzir experiências agradáveis e evitar os rigores do esporte competitivo.

Abrir a escola para projetos esportivos significa um grande avanço na busca pelo desenvolvimento integral do aluno. O esporte tem papel de destaque porque promove a integração dos aspectos físico e mental. Essa abertura, porém, exige que o esporte seja utilizado de forma organizada, que haja reflexão sobre suas possibilidades e que seja visto como um campo interdisciplinar.

Em um contexto como o brasileiro, de profundas desigualdades, ele pode ser um método de intervenção social, centrado no desenvolvimento integral dos alunos, por meio da promoção de atividades destinadas a complementar de forma criativa a educação curricular. Sua prática nas escolas pode configurar um mecanismo de democratização das atividades, ao permitir o acesso, a permanência e a ação cooperativa dos estudantes, incluindo aqueles que de outra forma, fora da instituição escolar, não teriam como usufruir de seus benefícios.

Obviamente, o estímulo à prática do exercício físico não deve ser obrigação exclusiva da escola, mas esta pode ser considerada um local privilegiado porque é nos jovens e nas crianças que o gosto pelo esporte pode ser mais facilmente transformado em hábito para toda a vida. É verdade que a atividade física e o esporte informal possibilitam aprendizagens e o desenvolvimento de futuros atletas, mas sua prática dentro da escola pode, ainda, propiciar a formação de sujeitos transformadores da realidade social vigente.

FESTEJAR E TRANSFORMAR O esporte tem valor em si mesmo por ser edificante e construtivo, promotor das potencialidades humanas. No entanto, para não se tornar mais uma ferramenta à disposição do assistencialismo, reproduzindo as relações de dominação existentes na sociedade brasileira, deve ser oferecido aos alunos de todos os níveis sociais. Não como uma mercadoria, mas acompanhado da reflexão a respeito das circunstâncias em que essa prática ocorre, que deve ser feita tanto pelos profissionais de educação física quanto pelos estudantes.

A intenção é a de que a educação física não se converta em forma padronizada de dirigir o lazer e a brincadeira, pois estes são fundamentalmente informais. Sempre haverá espaço para o jogo espontâneo, mas a escola pode somar a este um caráter formativo, sem dispensar os aspectos prazerosos e alegres.

O esporte pode auxiliar os estudantes a enfrentar de modo criativo as bruscas transformações dos nossos tempos, condição necessária para uma formação cidadã, que requer uma escola aberta a todos. Não de portas abertas e vazia, mas preenchida com atividades livres e alegres. Embora não seja a solução para os problemas sociais, o que depende de mudanças multidimensionais, pode contribuir muito.

Se existisse no Brasil uma cultura do esporte potencializada pelas escolas, faria muito mais sentido sediar eventos como a Copa do Mundo e as Olimpíadas. Assim, a população provavelmente assistiria a dois espetáculos muito mais bonitos. O país alcançaria muito mais resultados do que certamente terá. Por isso, antes de 'festejar', é necessário ter consciência crítica, olhar para os problemas e as contradições de um país que não valoriza suficientemente a atividade esportiva, embora acolha os dois maiores eventos do esporte mundial. Que esse seja também um momento de contestação, transformação e melhoria, e não apenas de consolidação e festa.

Enquanto não se atribui maior valor ao esporte, é possível defender objetivos importantes para a disciplina de educação física: a busca da educação integral do aluno, da descoberta de novos atletas, do desenvolvimento e da emancipação humana. Não seriam finalidades respeitáveis? CH

Lixo espacial: debate difícil de acontecer

JOSÉ MONSERRAT FILHO
Assessoria de Cooperação Internacional, Agência Espacial Brasileira e Associação Brasileira de Direito Aeronáutico e Espacial

O imenso número de peças e restos de foguetes e de satélites que giram em torno da Terra – o chamado lixo espacial, um monturo que não para de aumentar – é hoje motivo de crescente preocupação para todos os envolvidos nas discussões sobre os rumos da exploração do espaço, seja por países ou por empresas. As questões jurídicas geradas pelos detritos espaciais ainda não foram adequadamente debatidas, mas o tema entrou de modo inesperado na pauta de trabalho de 2013 do Subcomitê Jurídico do Comitê das Nações Unidas para o Uso Pacífico do Espaço Exterior (Copuos, na sigla em inglês), que há meio século analisa os problemas espaciais.

DAVID DUCROS/SCIENCE PHOTO LIBRARY/SPL DC/LATINSTOCK

Uma proposta nesse sentido, apresentada pela República Tcheca na sessão do Subcomitê Jurídico em 2011 e reapresentada na sessão deste ano, realizada em março, em Viena (Áustria), foi rejeitada por alguns países, mas uma mudança no título de um dos itens da agenda do órgão tornou possível a esse fórum iniciar o debate dessa urgente questão.

A proposta da República Tcheca, apoiada pelo Brasil e por muitos outros países, previa a revisão dos aspectos jurídicos das 'Diretrizes Para a Redução dos Detritos Espaciais', aprovadas pelo Copuos e endossadas pela Assembleia Geral das Nações Unidas em 2007. A intenção da proposta era a de transformar as Diretrizes em uma declaração de princípios a ser adotada pela Assembleia Geral das Nações Unidas. Ela foi apresentada na sessão do Subcomitê Jurídico do Copuos em 2011, pelo tcheco Vladimir Kopal (uma das maiores autoridades do mundo em direito espacial, que participa do órgão desde sua primeira reunião efetiva, em 1961) e foi vetada por Estados Unidos, Rússia, França e Japão. Kopal a reapresentou na sessão deste ano, mas ela foi novamente rejeitada, agora por Estados Unidos, Rússia e França. Mas inúmeros países, inclusive o Brasil, apoiaram a iniciativa tcheca, que, além de outras virtudes, procurava valorizar o trabalho do Subcomitê Jurídico.

As 'Diretrizes para a Redução dos Detritos Espaciais' (disponível, em português, na página www.sbda.org.br), elaboradas pelo Subcomitê Científico e Técnico do Copuos, representaram um avanço. Foi a primeira ini-

A intenção da proposta [de controle do lixo espacial] era a de transformar as Diretrizes em uma declaração de princípios a ser adotada pela Assembleia Geral das Nações Unidas

ciativa no assunto desde 1999, quando os graves e crescentes riscos do lixo em órbita foram reconhecidos pelo Copuos em seu 'Informe Técnico sobre Dejetos Espaciais'. Entretanto, as Diretrizes, de caráter meramente técnico, são de cumprimento voluntário. Não têm qualquer efeito jurídico ou que aponte nessa direção. Quem não quiser, não cumpre. Isso hoje é considerado insuficiente para lidar com o perigo cada vez maior dos detritos espaciais.

O veto à proposta tcheca em 2011 e em 2012 desalentou a maioria das delegações em ambas as reuniões, mas, para surpresa geral, houve consenso para aprovar a mudança do título de um item da pauta do Copuos, incluído em anos anteriores. Esse item, agora, tem a seguinte formulação: 'Intercâmbio geral de informações e opiniões sobre os mecanismos legais vinculados a medidas de redução dos detritos espaciais, levando-se em consideração os trabalhos do Subcomitê Científico e Técnico'. A aprovação de novo título para um velho item abriu caminho para a discussão das implicações jurídicas dos detritos espaciais.

INTERESSES PRIVADOS *X* SOCIEDADE

Para incluir um novo tema na agenda de debates do Copuos, é indispensável o consenso de todos os países membros presentes na respectiva reunião (hoje, o órgão tem 70 países membros). Um voto contrário exclui a proposta.

Os países que negaram apoio ao projeto tcheco, em 2011 e 2012, argumentaram que o debate dos aspectos legais do lixo espacial seria prematuro e poderia confundir e desorientar as empresas privadas já envolvidas no processo de adotar regras sobre a questão com base nas Diretrizes de 2007. Na avaliação desses países, a nova discussão criaria um clima de insegurança para as empresas, que não saberiam que indicação seguir. O argumento, pouco convincente, piorou a situação.

Não é a primeira vez que o interesse das empresas privadas é colocado acima da necessidade de um debate de alto interesse público global, que envolve, além das próprias empresas, Estados, governos, legisladores, instituições do setor e toda a sociedade. O veto aconteceu mesmo sabendo-se que não havia qualquer certeza de aprovação, este ano, de uma única resolução a respeito do tema.

Ao expor a proposta, em 2011, Kopal respondeu com antecipação ao pretexto usado para bloqueá-lo. Ele frisou que a intenção não é a de mudar as Diretrizes, mas reforçá-las, torná-las mais eficazes. As empresas, em particular, nada teriam a temer. Segundo Kopal, não caberia pôr em dúvida as premissas essenciais do texto de 2007. Assim, seria mantida a frase inicial de cada diretriz, que concentra seu conteúdo de caráter normativo, e a partir dela seriam redigidas as formulações jurídicas.

A primeira diretriz, por exemplo, afirma no início: "Limitar os detritos espaciais liberados durante o funcionamento normal dos sistemas espaciais." Essa parte seria preservada. O texto de recomendações, após essa frase, é que daria lugar a indicações legais. Esse texto é o seguinte: "Os sistemas espaciais deveriam ser projetados de modo a não liberarem detritos espaciais durante seu funcionamento normal. Quando isso não for viável, deveriam se minimizar os efeitos da liberação dos dejetos no meio ambiente espacial. Nos primeiros decênios da era espacial, os projetistas de veículos de lançamento e de naves espaciais permitiam a liberação intencional em órbita terrestre de numerosos objetos ligados às missões, em particular coberturas de sensores, mecanismos de separação e peças de instalação. Esforços específicos empreendidos na fase do projeto, ao se reconhecer a ameaça criada por tais objetos, permitiram reduzir essa fonte de dejetos espaciais."

Substituir tais considerações (e as ligadas às demais premissas das Diretrizes) por indicações mais apropriadas seria benéfico à segurança das atividades espaciais. Tal enfoque evitaria confusões e incertezas para qualquer instituição empenhada em criar regras próprias sobre detritos espaciais, inclusive as empresas privadas.

DETRITOS E RISCO DE COLISÕES

O Centro Unificado de Operações Espaciais dos Estados Unidos rastreia hoje cerca de 22 mil objetos espaciais com mais de 10 cm de diâmetro. Esse número quase dobrou desde 2000. A grande maioria é formada por detritos, e não por objetos espaciais ativos. E deve haver cerca de 700 mil fragmentos com mais de 1 cm e menos de 10 cm. O choque com um objeto de 1 cm é capaz de desativar um satélite, e um objeto de 10 cm pode reduzi-lo a pedaços.

Apenas em 2010, governos de outros países receberam cerca de mil mensagens geradas por esse centro, alertando sobre o risco de colisão de objetos espaciais com satélites em órbita. Muitos desses alertas permitiram manobras salvadoras, mas estas consomem combustível, imprescindível

Seria indispensável determinar a responsabilidade das nações com relação especificamente aos dejetos espaciais

para manter a orientação de um satélite. Os detritos espaciais são hoje tema especialmente sensível às grandes potências. Não por acaso, Estados Unidos e França – dois dos responsáveis pelo veto ao debate no Subcomitê Jurídico do Copuos – firmaram, em 2011, acordo militar para compartilhar dados sobre dejetos espaciais.

A Comissão Europeia também aprovou a criação de um sistema europeu de pleno conhecimento da situação espacial para rastrear dejetos espaciais e monitorar o clima solar, dois perigos que causam danos a ativos europeus estimados em 332 milhões de euros (R$ 763 milhões) por ano. A Europa planeja montar um sistema tão eficaz quanto o norte-americano. A rede teria um radar na Europa e cerca de 20 telescópios ópticos em quatro locais equidistantes e próximos da linha do Equador.

USO SEGURO DO ESPAÇO A necessidade de normas internacionais sobre o lixo espacial é reconhecida por instituições acadêmicas. A 'Declaração McGill-Colônia sobre Dejetos Espaciais', lançada após encontros realizados na Universidade McGill (Montreal, Canadá), em maio de 2009, e na Universidade de Colônia (Alemanha), em abril de 2010, considerou insuficientes, embora positivas, as recomendações das Diretrizes para a Redução dos Detritos Espaciais e apontou a "necessidade urgente" de outras medidas para assegurar "o uso seguro e sustentável do espaço exterior por toda a humanidade".

As diretrizes não foram criadas para serem normas legais, e daí decorrem suas debilidades. O tratamento jurídico desse documento ampliaria seu alcance e detalharia seus conceitos, a começar pelo de 'detritos espaciais', ainda inexistente na legislação. Também seria preciso estabelecer as condições em que um objeto lançado ao espaço se converte em dejeto espacial. A Convenção sobre Responsabilidade por Danos causados por Objetos Espaciais, de 1972, e a Convenção de Registro de Objetos Lançados ao Espaço, de 1976, estabelecem apenas o que seria um 'objeto espacial': peças de artefatos espaciais e partes e peças de veículos de lançamento.

Seria igualmente indispensável determinar a responsabilidade das nações com relação especificamente aos dejetos espaciais, com base no princípio estabelecido no Tratado do Espaço, de 1967, segundo o qual os Estados respondem pelas atividades espaciais nacionais, sejam públicas ou privadas. A mesma responsabilidade caberia a organizações internacionais que desenvolvem atividade no espaço. A proposta tcheca indicava que a elaboração dessas regras poderia se basear em princípios já adotados pela Assembleia Geral das Nações Unidas, em particular os incluídos nas declarações sobre sensoriamento remoto e sobre o uso de fontes de energia nuclear no espaço exterior. Haveria que criar também um sistema de solução pacífica de controvérsias. Nesse sentido, valioso subsídio seria o projeto da Associação de Direito Internacional, de agosto de 1994, que combina métodos de solução amistosa, de arbitragem e outros.

O projeto tcheco visava transformar as diretrizes sobre dejetos espaciais em um conjunto de princípios, que poderia ser aprovado pela Assembleia Geral das Nações Unidas na forma de uma declaração (que seria a sexta sobre matéria espacial). Assim, ainda segundo a proposta tcheca, o Copuos aprovaria e encaminharia à Assembleia Geral das Nações Unidas o projeto de um instrumento recomendativo, sem força obrigatória, como são normalmente as resoluções e declarações dessa Assembleia. O instrumento permitiria "uma prática unificada", capaz de originar um costume internacional, e poderia servir de base para se negociar, no futuro, um acordo com normas obrigatórias.

ALGUMAS MEDIDAS PARA REDUZIR O LIXO ESPACIAL O desafio de reduzir o lixo espacial inclui uma série de outras medidas, que costumam ser levantadas por estudiosos da questão. Algumas delas são: 1) projetar foguetes que não explodam quando da liberação da energia restante; 2) definir um modo de retirar os satélites desativados das órbitas mais usadas; 3) remover, com missões robóticas, os maiores dejetos espaciais, mais perigosos (a Alemanha pretende realizar um teste nesse sentido no prazo de dez anos); 4) estudar a criação de um sistema internacional que gerencie o tráfego espacial; e 5) encontrar formas de impedir a instalação de armas e o uso da força no espaço.

Essas e outras questões certamente terão agora acolhida garantida no Subcomitê Jurídico, graças ao item antigo que ganhou novo título e nova abrangência. É o que estima e deseja a grande maioria dos países.

O que se faz hoje no espaço pode ter alto custo amanhã. A questão do lixo espacial é global, e não tem solução simples. Não pode ser assunto exclusivo das potências espaciais. Toda a comunidade internacional deve participar de seu debate, e o Brasil pode e deve dar sua contribuição para a solução desse problema. CH

FOTO CICERO RODRIGUES

O CHORO DA ENERGIA ABANDONADA

É impossível construir uma máquina 100% eficiente

A primeira lei da termodinâmica expressa algo que aprendemos ainda no ensino fundamental: energia se conserva. Eis um pequeno enunciado com grandes implicações sociais, econômicas e... biológicas.

A revolução industrial precisava converter calor (energia) em trabalho das máquinas para mover pistões, fábricas e trens. O engenheiro e físico francês Sadi Carnot (1796-1832) mostrou a ineficiência intrínseca dessa conversão: um motor transforma calor em trabalho, mas uma fração da energia é sempre perdida nessa transformação. Ou seja, é impossível construir uma máquina 100% eficiente.

Essa impossibilidade é consequência da segunda lei da termodinâmica – cujas implicações são ainda mais impactantes que as da primeira: corpos quentes se esfriam, mas corpos frios não se esquentam espontaneamente; uma gota de tinta que cai na água se espalha e jamais se reagrupa. Essa assimetria da natureza tem implicação funesta para os seres vivos: o tempo corre sempre para frente.

A segunda lei pode ser enunciada em termos de entropia, fenômeno que pode ser entendido como o grau de desorganização de um sistema: os estados de entropia alta de um sistema (perda de calor e tinta espalhada, em nossos exemplos) são mais prováveis que os de entropia baixa (corpo se aquecendo e tinta reagrupada).

Lição da segunda lei: a entropia sempre cresce no universo.

Mas, em partes do universo (ou de outro sistema qualquer), a entropia pode diminuir. Vejamos: o Sol é uma fonte quente em um fundo frio, e isso torna possível o uso de sua energia. A luz solar, em temperatura alta (entropia mais baixa), é absorvida pelas plantas, que fazem fotossíntese e baixam sua entropia. A energia é, depois, irradiada de volta ao espaço, em temperatura mais baixa (maior entropia).

Assim, a Terra basicamente não absorve energia do Sol, mas sim a usa para baixar sua entropia: comemos as plantas – ou animais que as comem – e respiramos o oxigênio que elas produzem, e, com isso, baixamos nossa entropia. Em outras palavras, nos mantemos organizados.

A segunda lei, desde o meio do século 19, perturba cientistas, filósofos e inspira visões pessimistas sobre o futuro: o universo, em média, se dissipa, se desorganiza, inexoravelmente. "O fim do mundo para completar uma evolução inevitável: esse é o Crepúsculo dos Deuses. A doutrina da entropia é a versão última não religiosa do mito", escreveu o historiador e filósofo alemão Oswald Spengler (1880-1936), em *O declínio do Ocidente*, no qual devota um capítulo à entropia.

Também o sociólogo e filósofo inglês Herbert Spencer (1820-1903) era hostil à segunda lei: ela supostamente ia de encontro tanto à teoria da evolução quanto à noção de progresso, ambas defendidas por ele – aliás, até hoje, criacionistas usam, de forma equivocada, a segunda lei como argumento contra a teoria da evolução, pois nada, nessa lei, impede que partes do sistema se tornem mais ordenadas, e assim surjam seres mais evoluídos biologicamente. No meio científico, a aceitação da segunda lei foi dificultada pela interpretação probabilística dada a ela pelo físico teórico austríaco Ludwig Boltzmann (1844-1906), que, para isso, se amparou na realidade dos átomos – assunto, à época, controverso.

Hoje, a segunda lei é um dos pilares da física e um conceito fundamental para químicos, engenheiros e bioquímicos, entre outros.

O poeta brasileiro Augusto dos Anjos (1884-1914), leitor de Spencer, em trecho de 'O lamento das coisas', traz sua versão da segunda lei: "Ouço, em sons subterrâneos, do Orbe oriundos / O choro da Energia abandonada! / É a dor da Força desaproveitada / – O cantochão dos dínamos profundos, / Que, podendo mover milhões de mundos, / Jazem ainda na estática do Nada!" CH

JOÃO TORRES DE MELLO NETO
Instituto de Física,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro

A educação em química no Brasil

Mudanças no ensino dessa ciência podem ajudar a fortalecer conceito de sustentabilidade

CÉSAR ZUCCO
Departamento de Química,
Universidade Federal de Santa Catarina

O mundo vem tomando consciência da finitude e do possível esgotamento de suas riquezas naturais. Assim, o grande desafio da atual geração – e das próximas – é garantir a continuidade da vida na Terra, com qualidade e bem-estar. Nesse quadro, cabe ao químico, pela natureza de suas atividades, uma grande responsabilidade: inovar processos e produtos para enfrentar esse desafio.

ILUSTRAÇÃO ULIA

A população humana triplicou no último século. Essa realidade exigiu do ser humano nova compreensão de si mesmo e das relações com seus semelhantes e com as demais espécies. Obrigou-nos, principalmente, a assumir postura diferente em relação aos hábitos de consumo e ao uso dos recursos naturais. No século 21, as projeções de crescimento populacional impõem um desafio crucial: a garantia de manutenção da vida com qualidade.

Nesse contexto, a química adquire enorme importância, por se tratar de ciência essencial para preservar e melhorar a vida no planeta. Associada a outras, em especial à física e à biologia, ela tem a responsabilidade de inovar na busca da sustentabilidade, sem perda de competitividade econômica. Isso requer estudo, competência e criatividade. Para assegurar a inovação, o conceito de sustentabilidade deve estar presente nos currículos dos cursos de química, assim como na educação geral, desde o ensino fundamental, já que essa meta exige a participação de todos.

O final do século passado caracterizou-se pela crítica à sociedade industrial. A polêmica sobre a responsabilidade da indústria química em relação à sustentabilidade do planeta

universalizou-se com a publicação, em 1962, do livro *Primavera silenciosa*, da bióloga norte-americana Rachel Carson (1907-1964), marco do despertar da consciência ecológica. Carson mostrava como o inseticida diclorodifeniltricloroetano (conhecido pela sigla DDT) penetrava na cadeia alimentar e causava danos à saúde – que se estendiam às gerações futuras – de humanos e animais.

Outro marco dessa mudança de consciência é o texto *Relatório Brundtland – Nosso futuro comum*, de 1987, elaborado por uma comissão da Organização das Nações Unidas encarregada de debater a relação entre ambiente e desenvolvimento. Esse relatório cunhou o conceito de desenvolvimento sustentável: "aquele que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades". Entre as medidas propostas no documento, há algumas diretamente ligadas à química, como redução do consumo de energia, desenvolvimento de tecnologias que usem fontes energéticas renováveis e aumento da produção industrial, com tecnologias ecológicas, em países não industrializados.

Outro documento relevante, a Declaração do Rio, formulada na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro em 1992 (a Eco 92), teve papel preponderante ao estabelecer os princípios do direito ambiental, divulgados e – até certo ponto – assumidos universalmente.

Assim, sendo indiscutível que o uso de produtos químicos pela humanidade respondeu historicamente por parte dos males do planeta, é importante investir na educação do químico voltada para a sustentabilidade e para a inovação, capaz de despertar neste a busca de tecnologias com duplo efeito: que não prejudiquem a vida e que recuperem os prejuízos já causados. Hoje, a química deve ser definida e divulgada como ciência capaz de trazer soluções para o mundo e, dessa forma, despertar vocações, talentos e lideranças para suas fileiras.

MODELO INEFICAZ Nas últimas décadas do século 20, no Brasil, o ensino e a aprendizagem em química eram semelhantes aos das demais ciências: seguiam padrão enciclopédico, dogmático, repetitivo e, principalmente, fragmentado em áreas especializadas, teóricas e práticas. A ineficácia desse modelo em um novo contexto mundial levou a mudanças em leis e currículos de química, visando fortalecer a interdisciplinaridade, a contextualização e, mais recentemente, a sustentabilidade.

Apesar da importância dessa ciência, as carreiras de químico e de professor de química não estão entre as mais atraentes – a docência, em geral, não é atraente no Brasil. Pesquisas antigas e atuais com estudantes prestes a ingressar em universidades demonstram isso: os mais qualificados buscam outras carreiras. Esse fato reforça a urgência de mudanças estruturais, que atraiam para a docência estudantes intelectualmente competentes e socialmente comprometidos.

A melhoria salarial, embora importante, não fará sozinha o milagre. A valorização da carreira requer ainda bom ambiente de trabalho, com número de alunos e número de turmas que permitam um trabalho dedicado, escolas com condições físicas e instrumentais apropriadas, incentivo à atualização contínua e respeito à profissão.

Temos um número razoavelmente expressivo de químicos, muitos de alto nível, com cursos de pós-graduação, cujo trabalho responde pelo sucesso da indústria química no país. Paradoxalmente, grande número de licenciados em química não atua como professor. A disciplina é ministrada por profissionais de outras áreas, o que completa o círculo vicioso, tornando seu estudo difícil e menos atraente. Parece haver um descompasso entre a educação – a formação do químico e do professor de química – e a importância da química na vida nacional.

Mal ou bem, o Brasil é líder mundial em inovação na produção de combustíveis de fontes renováveis e um país competitivo em siderurgia, no agronegócio e nas indústrias metalmecânica, petroquímica e de papel e celulose. Domina também a tecnologia de extração de petróleo em águas profundas. Mas é preciso mais! É preciso motivar e identificar talentos desde a infância. Criar na escola ambientes com ousadia científica. Incentivar o trabalho interdisciplinar, a criatividade, o pensamento crítico, a preocupação social e cidadã e a paixão pela ciência.

>>>

CURRÍCULO EXPANDIDO Conteúdos e técnicas de ensino são indissociáveis, pois a mudança de um repercute nos outros. Um currículo, mais do que um apanhado de conhecimentos cognitivos e técnicos, pode ser definido como um conjunto de saberes, competências, habilidades, experiências e valores. Currículos e métodos não podem ser 'engessados'. A velocidade e multiplicidade no avanço do conhecimento, somadas às características dos estudantes e às mudanças histórico-culturais, exigem dos professores atualização permanente – entenda-se: diária.

No mundo atual, dominado pela comunicação globalizada, virtual e instantânea, nem o currículo, nem o professor, são a fonte principal de informações para o aluno. O currículo é apenas um 'norte', moldável segundo as necessidades. Ao professor cabe expandir o currículo, sistematizando as informações e provocando o raciocínio crítico. E os projetos político-pedagógicos dos cursos devem ser discutidos constantemente, adaptando seus objetivos às realidades mutantes do país e do mundo.

Para a atual geração de docentes de química, formada no sistema tradicional, participar da construção coletiva de um projeto pedagógico inovador, adaptado aos dias atuais, ajudará a superar a resistência à mudança. Eles precisam admitir que o saber teórico, por melhor que seja, não caracteriza o bom professor, e que é preciso usar técnicas especiais para atrair a atenção e o gosto dos estudantes.

Os alunos que chegam à universidade já estão inseridos nas novas tecnologias de comunicação e mídia. É impossível esperar deles entusiasmo e raciocínio diante de professores parados, rabiscando estruturas em quadros ou painéis. O mesmo vale para os livros e artigos utilizados: o professor deve estar atento à produção bibliográfica (em especial a eletrônica) posta no mercado, orientando os alunos para o que for mais interessante.

Em química, integrar o ensino e a pesquisa (inclusive na graduação), embora consuma mais tempo, traz ao aluno uma experiência inquestionável. Daí a relevância de programas de iniciação científica que envolvam os alunos, segundo seus maiores interesses. O envolvimento com a pesquisa desperta no aluno iniciativa para buscar informações, promove contato com fontes variadas (periódicos, livros, internet e outras) e fortalece o raciocínio pela exigência de seleção, organização, comparação, análise e correlação de dados, e tudo isso eleva a qualidade da formação. Estágios, visitas técnicas e aulas práticas em laboratórios também contribuem nesse sentido.

UMA NOVA EDUCAÇÃO Uma educação de qualidade para crianças ou para jovens requer professores competentes na matéria que ensinam e em manejo escolar. O professor já não é um mero 'transmissor de conhecimentos'. Sua função é mais ampla: fertilizar o terreno intelectual, criando condições para seu desenvolvimento. Essa nova educação é o diferencial competitivo mais importante nesta era em que ciência, tecnologia e inovação são sinônimos de soberania e antídotos contra a subserviência.

É preciso resgatar o papel da química, afastando-a da fama de vilã do século passado, quando se enfatizavam os efeitos poluentes de certas substâncias no ar, na água e no solo. Para isso, cabe minimizar, com criatividade e inovação, seu uso maléfico e fortalecer sua importante função no controle das fontes poluidoras, por meio da melhoria dos processos industriais e do tratamento de efluentes.

Na escola, não se fabricam cientistas. Plantam-se sementes de cidadãos profissionais que, se imersas em condições favoráveis, poderão, em curto tempo, responder pelas inovações necessárias à sustentabilidade da vida no planeta. CH

FOTO CICERO RODRIGUES

A POBREZA CONDENADA

Na Roma do papa Sixto V, a situação se tornou tão grave que uma bula papal de 1587 fulminou os vagabundos que erravam como animais pelos lugares públicos

No mundo ocidental, os séculos 15 e 16 viram-se marcados por transformações profundas. A centralização política substituiu a fragmentação medieval, o comércio cresceu e deu força à burguesia, o controle da terra se tornou privilégio de alguns, solapando a exploração comunal: os cercamentos ingleses, com seus muros de pedra que confinavam os carneiros e impediam o acesso dos seres humanos, são uma espécie de emblema desse processo.

Até então, a pobreza era considerada natural e, às vezes, associada à santidade. Quem desejasse renunciar às vaidades terrenas começava, quase sempre, por abrir mão de seus bens, como São Francisco de Assis, Santo Inácio de Loiola ou Santa Teresa de Ávila. O voto de pobreza sempre foi requisito para ingressar na vida religiosa, a tradição cristã rezando ser mais fácil um camelo passar pelo buraco de uma agulha do que um rico entrar no Reino dos Céus. Cada convento ou mosteiro tinha seus comensais pobres, que ali acorriam para receber a sopa e o pão. Cada aldeia tinha seus mendigos e aleijados, conhecendo-os pelo nome e os socorrendo conforme pudesse.

Mas as coisas mudaram de modo radical. Vastos contingentes de trabalhadores deixaram os campos rumo às cidades e quem nada tinha além da força de trabalho procurou viver dela, muitas vezes sem sucesso. Nas ruas, nas estradas, nos adros das igrejas, os mendigos constituíam multidão. Juan Luís Vives (1492-1540), grande humanista hispano-flamengo e um pioneiro na reflexão sobre os pobres, não deixou de retratá-los com impiedade, condenando-os por "desavergonhada e inoportunamente" abrirem caminho no interior dos templos, "deformados por suas pústulas, exalando dos corpos um odor insuportável" e distraindo a atenção dos fiéis que assistiam à missa.

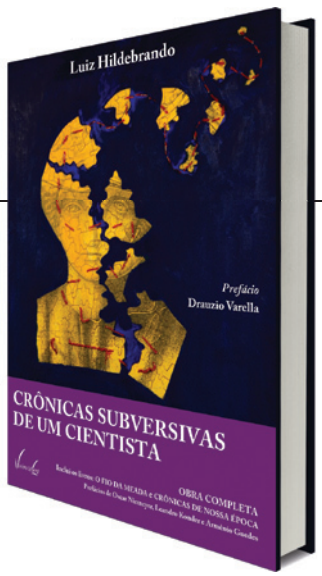
Na Roma do papa Sixto V, a situação se tornou tão grave que uma bula papal de 1587 fulminou os vagabundos que erravam como animais pelos lugares públicos, vociferando contra a sorte. Estrangeiros nas vilas e cidades sobre as quais se atiravam, esses pobres em movimento eram vistos como ameaçadores, com seus rostos desconhecidos. Em 1516, o Parlamento de Paris decretou a expulsão dos vagabundos, que dessa forma se deslocariam para outros núcleos urbanos até serem expulsos de novo.

Pobreza e itinerância deixaram assim de ser toleradas pela Igreja e pelos organismos de assistência para se tornar alvo de ações governamentais. Os nascentes Estados europeus foram, sem exceção, ferrenhos opositores dos pobres, procurando transformá-los em indivíduos úteis à República e impedir que pesassem sobre a 'parte saudável' da sociedade. Pobres e vagabundos, pontificaria um jurista francês do século 17, não eram senão o "peso inútil da terra". Hospícios, casas de trabalho forçado e obras públicas absorveram um número cada vez maior dessas criaturas, obrigando-as a se ocupar em trabalhos manuais, a remar nas galeras do rei – como na França de Luís XIV –, a abrir estradas por toda a Europa, da Holanda calvinista ao Portugal ultracatólico.

Mais da metade dos pobres socorridos em 1541 pela paróquia de Santa Gertrudes, na cidade flamenga de Louvain, eram crianças. Dez anos depois, 60% dos miseráveis de Segóvia eram mulheres, cifra que em Medina del Campo – ambas cidades da Espanha – atingia então os 83%. A história de João e Maria, abandonados na floresta pelos pais miseráveis e atraídos pela bruxa, sintetiza admiravelmente esse mundo no qual os desvalidos penavam para sobreviver e a pobreza era cada vez mais associada ao desvio e à maldade. Porque muitas das mulheres perseguidas por bruxaria nos séculos 16 e 17 eram viúvas pobres, vistas como improdutivas e desprovidas de qualquer utilidade. CH

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

A SAGA DE UM IDEALISTA



Crônicas subversivas de um cientista
Luiz Hildebrando Pereira da Silva
Rio de Janeiro, 480 p., R$ 68

ESTE É, SOBRETUDO, um livro bem escrito. É agradável, acessível, interessante e bastante informativo, principalmente se considerarmos que ele percorre uma época recente da história do Brasil que, por várias razões, nem sempre é apresentada de maneira inteligível ou coerente. Assim, pelo menos para os leitores mais jovens, apresenta-se uma ótima oportunidade de, conduzidos sobriamente pelo autor, passear pelos bastidores e pelo proscênio de uma verdadeira saga, que reuniu protagonistas famosos e infames, todos encadeados por um complexo momento na vida política do país.

A condução de Hildebrando é pedagógica com o cuidado constante de não deixar passar nada sem uma explicação; de não excluir ninguém dos argumentos desenvolvidos e das transcrições de debates descritos ao longo do texto. Isso inclui até as gírias e expressões da época, dispositivo que põe o leitor bem dentro da ação.

A opção pelo formato de crônica foi feliz também por ter permitido uma abordagem mais livre, que mistura parcelas de autobiografia com narrativas esclarecedoras e que também constituem um veículo para prestar homenagens a um seleto grupo de personagens que compartilharam com Hildebrando momentos importantes, difíceis, engraçados e gloriosos e que certamente moldaram ou consolidaram a sua vida acadêmica e política. Estão aí, só para citar alguns, Oscar Niemeyer, Roberto Morena, Darcy Ribeiro, Gregório Bezerra, Luís Carlos Prestes e até monstros sagrados, como Jean-Paul Sartre.

Crônicas fornece também amplo espaço para opiniões sobre política, ciência, costumes, enfim tudo o que complementa a visão do autor e que se encaixa harmonicamente no texto sem a necessidade de *a priori* amarrá-las cronologicamente.

Logo no início, tem-se a impressão de que, ao descrever episódios de sua infância, Hildebrando enveredará por um saudosismo felliniano, que, apesar de fortemente ressonante com o autor, não diferiria daquele de muitas outras biografias que conquistam o leitor somente pelo apelo sentimental mágico que nos prende aos primórdios de nossa existência. Mas logo a prosa adquire outra direção e ritmo, que mergulham o leitor nos fatos que nortearam a carreira de Hildebrando.

Química hoje
Alicia Ivanissevich e Angelo da Cunha Pinto (orgs.)
Rio de Janeiro, Instituto Ciência Hoje, 182 p., R$ 30

Ao longo do Ano Internacional da Química, celebrado em 2011, a revista *Ciência Hoje* publicou em suas páginas pelo menos um artigo por mês referente a essa disciplina. Escritos por 35 pesquisadores brasileiros, referências em suas áreas, os 20 textos de divulgação científica estão agora reunidos nesta obra tão pertinente quanto atual. Diante dos inúmeros desafios da contemporaneidade, qual é o papel da química na construção de um mundo melhor? Os artigos reunidos nesta edição talvez não tenham todas as respostas, mas certamente sugerem reflexões importantes que abrangem desde a ciência básica até as fronteiras tecnológicas da atualidade – considerando, inclusive, questões de ensino e educação. Do legado de Marie Curie ao desenvolvimento de nanoestruturas, é amplo o espectro de conhecimentos e soluções ofertado por essa ciência que, de um modo ou de outro, é onipresente na vida cotidiana de todos nós.

Nesse ponto é revigorante perceber que o autor desmistifica a noção da predestinação.

As escolhas que se sucederam, sobretudo a orientação política, não resultaram de uma epifania anunciada ao som de trombetas celestiais e outras manifestações bombásticas típicas de tantas autobiografias que retrospectivamente reinventam a história. A explicação para sua opção socialista tampouco recorre a expressões de idealismo pré-fabricado. O próprio Hildebrando faz graça com esse momento e conta de maneira simples que foi tudo muito fortuito.

A Segunda Guerra Mundial, de modo indireto, teve um papel preponderante nesse encaminhamento. Hildebrando lembra como, cercado de vizinhos de diferentes nacionalidades, a guerra foi inicialmente encarada como um grande e elaborado jogo que, de pronto, demandava simpatias. Mais tarde, de maneira mais séria, veio a adesão por caminhos tortuosos ao comunismo, cristalizada pela participação precursora nos primeiros encontros da Liga de Defesa Nacional.

A propósito da trajetória tortuosa, é interessante encontrar em *Crônicas* a descrição primorosa de como se criou a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), uma ilustração eloquente de como a ciência e política são frequentemente indissociáveis. O leitor também participa das peripécias típicas da época das ações públicas, dos protestos de rua e de conscientização popular e adquire assim a noção de que durante esses tempos não bastava apenas a convicção política, mas também uma boa dose de coragem e inventividade.

Paralelamente ao lado político, os leitores que, como eu, comungam na ciência são também brindados com a descrição de uma carreira científica de peso, que teve seu começo no trabalho de campo junto com Samuel Pessoa, seguiu pela Universidade de São Paulo, em Ribeirão Preto, e culminou no Instituto Pasteur, onde trabalhou por 32 anos em companhia de luminares como André Lwoff, François Jacob e Jacques Monod, entre outros. Aliás, culminar não é o verbo correto. Hildebrando se aposentou no Instituto Pasteur, mas sua carreira continuou no Instituto de Pesquisa em Patologias Tropicais de Rondônia, onde atua como importante ponta de lança na luta contra a malária.

Numa tentativa de engajar o leitor no processo científico, há em *Crônicas* vários exemplos de como eram desenvolvidos os projetos dos quais participou como colaborador ou protagonista. Em alguns casos, Hildebrando descreve a quase solidão inerente à elaboração de hipóteses e de experimentação. Em outros, a atividade científica como produto da interação humana. O trabalho científico é apresentado tanto como atividade intelectual sofisticada quanto de maneira prosaica, como a hilária descrição da eliminação de focos de mosquitos no *campus* da Universidade de São Paulo, em Ribeirão Preto.

Desfilam no livro muitos outros cientistas contemporâneos de Hildebrando que com ele enfrentaram os brutais tempos da ditadura no Brasil. Fora a prisão em um determinado momento, Hildebrando destaca como ele e muitos de seus pares tiveram seus direitos políticos cassados pelos cruéis atos institucionais de 1964 e 1969. Nunca saberemos, entretanto, se o exílio constituiu um entrave para a carreira científica do autor. Afinal, o destino o colocou em excelente companhia de cientistas brasileiros ou não num ambiente estimulante e criativo. Mas, o Brasil certamente perdeu com isso.

Além de compor um riquíssimo quadro, *Crônicas* resume a vida de um verdadeiro *mensch*. Mesmo não dando destaque a si próprio, Hildebrando sobressai como batalhador, de inabalável crença na justiça social e que, à despeito dos reveses sofridos, manteve sempre um otimismo construtivo que contagia. É um livro para ler, reler e para citar prolificamente.

Franklin Rumjanek
Instituto de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Novos tempos

Ana Lucia Azevedo

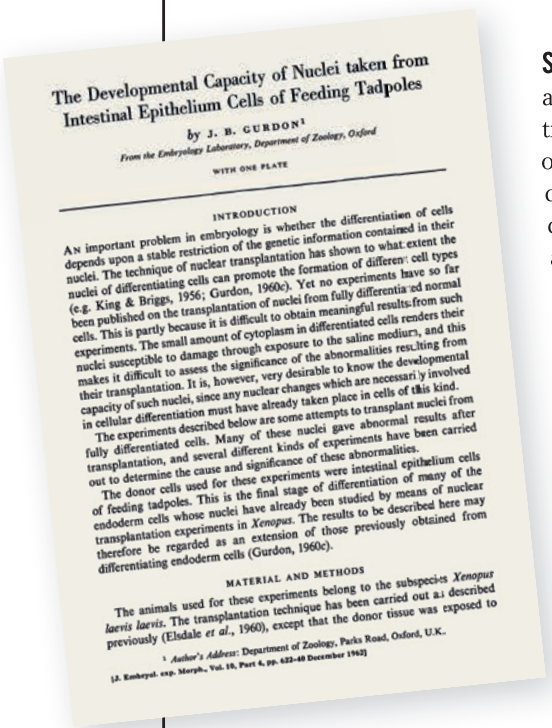
Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor Ltda, 2012. 300 p., R$ 37,95

Introdução agradável e informativa a um tema candente, *Novos Tempos* é uma boa pedida para os que querem se iniciar nas ciências climáticas. A obra lança um olhar acurado sobre as peculiaridades da climatologia brasileira – enquanto a maioria da literatura acadêmica se foca no hemisfério Norte. Escrito pela jornalista Ana Lucia Azevedo, editora de ciência do jornal *O Globo*, o livro é pródigo ao derrubar o mito do Brasil como 'país tropical'. Nosso clima não é abençoado por Deus, e estamos, de fato, entre os países mais atingidos por desastres climáticos.

Experimento fantástico

1962 HÁ 50 ANOS ERA ANUNCIADA CLONAGEM ANIMAL A PARTIR DE CÉLULAS DIFERENCIADAS. O cientista britânico John Gurdon publicou o resultado de seus experimentos inéditos, em que utilizou células de girinos da rã sul-africana *Xenopus laevis,* no periódico britânico *Journal of Embryology and Experimental Morphology*. O trabalho, de grande valor para a biologia do desenvolvimento, tem enorme potencial em aplicações biotecnológicas, especialmente na medicina.

FLAVIA SANT'ANNA RIOS
JOÃO CARLOS MARQUES MAGALHÃES
Setor de Ciências Biológicas,
Universidade Federal do Paraná



The Developmental Capacity of Nuclei taken from Intestinal Epithelium Cells of Feeding Tadpoles

by J. B. GURDON[1]

From the Embryology Laboratory, Department of Zoology, Oxford

WITH ONE PLATE

INTRODUCTION

An important problem in embryology is whether the differentiation of cells depends upon a stable restriction of the genetic information contained in their nuclei. The technique of nuclear transplantation has shown to what extent the nuclei of differentiating cells can promote the formation of different cell types (e.g. King & Briggs, 1956; Gurdon, 1960c). Yet no experiments have so far been published on the transplantation of nuclei from fully differentiated normal cells. This is partly because it is difficult to obtain meaningful results from such experiments. The small amount of cytoplasm in differentiated cells renders their nuclei susceptible to damage through exposure to the saline medium, and this makes it difficult to assess the significance of the abnormalities resulting from their transplantation. It is, however, very desirable to know the developmental capacity of such nuclei, since any nuclear changes which are necessarily involved in cellular differentiation must have already taken place in cells of this kind.

The experiments described below are some attempts to transplant nuclei from fully differentiated cells. Many of these nuclei gave abnormal results after transplantation, and several different kinds of experiments have been carried out to determine the cause and significance of these abnormalities.

The donor cells used for these experiments were intestinal epithelium cells of feeding tadpoles. This is the final stage of differentiation of many of the endoderm cells whose nuclei have already been studied by means of nuclear transplantation experiments in *Xenopus*. The results to be described here may therefore be regarded as an extension of those previously obtained from differentiating endoderm cells (Gurdon, 1960c).

MATERIAL AND METHODS

The animals used for these experiments belong to the subspecies *Xenopus laevis laevis*. The transplantation technique has been carried out as described previously (Elsdale *et al.*, 1960), except that the donor tissue was exposed to

[1] *Author's Address*: Department of Zoology, Parks Road, Oxford, U.K.

[J. Embryol. exp. Morph., Vol. 10, Part 4, pp. 622-40 December 1962]

Página inicial do artigo em que John Gurdon apresentou o resultado de suas pesquisas sobre clonagem de uma rã a partir de células diferenciadas

SOB ORIENTAÇÃO DE MICHAEL FISCHBERG, em 1956 Gurdon começou a trabalhar na Universidade de Oxford em um campo novo e promissor: transferência nuclear. Pouco depois de doutorar-se, em 1960, publicou o trabalho em que reportava a clonagem da rã *Xenopus laevis* a partir de uma célula intestinal já diferenciada. Para entender a importância desse trabalho, um marco na história da biologia, é preciso lembrar algumas conquistas anteriores.

No final do século 19, August Weissmann (1834-1914) propôs o que chamou de 'determinantes nucleares'. Esses determinantes estariam no zigoto (formado pela fusão dos gametas na fecundação), mas, como as mitoses do embrião inicial seriam assimétricas, nem todos estariam em cada célula-filha. Isso explicaria o processo de diferenciação celular: dependendo do determinante, a célula se diferenciaria em um tipo específico.

Embora o trabalho pioneiro de Gregor Mendel (1822-1884) sobre herança seja de 1865, só no século 20 se consolidou o conceito de gene como fator envolvido no desenvolvimento dos organismos e, portanto, na diferenciação celular. Primeiro surgiu a teoria de que os fatores mendelianos estariam nos cromossomos; depois demonstrou-se que cada célula somática de um organismo tem o mesmo conjunto de cromossomos, uma vez que todas se originam do zigoto. Assim, ao menos na origem todas têm os mesmos genes (noção conhecida como equivalência genômica). Tal constatação intrigou os cientistas da época, que se empenharam em entender como as células poderiam ter fenótipos diferentes se tinham o mesmo genótipo.

A partir dos trabalhos de George Beadle (1903-1989) e Edward Tatum (1909-1975), nos anos 40, soube-se que os genes codificam as

FOTO RUBENSTEIN/WIKIMEDIA COMMONS

John Bertrand Gurdon, pioneiro no processo de clonagem

proteínas. Assim, se cada célula do organismo tem os mesmos genes, de que modo as células dos diferentes tecidos produzem proteínas diferentes? Além disso, se o núcleo de uma célula somática é igual ao do zigoto, então por que ela não é totipotente, isto é, capaz de tudo, até de dirigir o desenvolvimento de um novo organismo?

A resposta para tais questões, obtida na primeira metade do século 20, estava na expressão gênica diferencial. Embora todos os genes estejam em cada célula, parte se perderia no desenvolvimento ou só parte deles ficaria ativada, levando à síntese de proteínas; no caso dos genes desativados, as respectivas proteínas não se formariam. Quanto a este último, não se sabia se a inibição da expressão gênica era definitiva ou podia ser revertida.

O controle da expressão gênica está relacionado com a diferenciação celular durante a embriogênese. No processo, as primeiras células do embrião passam de totipotentes a pluripotentes, depois a multipotentes, oligopotentes e finalmente unipotentes, quando se diferenciam em um único tipo celular.

DOGMA Acreditava-se que o processo de diferenciação não podia ser revertido a partir do núcleo de uma célula diferenciada, e vários estudos da primeira metade do século 20 verificavam isso. Se fosse reversível, seria possível alterar o fenótipo de uma célula já diferenciada? Fazê-la expressar genes que normalmente não expressaria ou retroceder no processo da diferenciação?

Em 1928, o embriologista alemão Hans Spemann (1869-1941) fez o primeiro experimento de transferência nuclear em embriões de salamandra, demonstrando que o núcleo de uma célula embrionária podia dirigir o desenvolvimento de outro indivíduo. Foram os primeiros clones animais gerados por transferência nuclear. Mas usou núcleos de células embrionárias, indiferenciadas. Ao publicar esses resultados, propôs um "experimento fantástico" de clonagem a partir de núcleos de células adultas, diferenciadas. Se esses núcleos pudessem guiar o desenvolvimento normal de um organismo, isso indicaria que nenhuma mudança irreversível ocorreu no genoma durante a diferenciação. Mas naquela época isso era tecnicamente impossível.

Para estudar a ativação e desativação de genes na diferenciação celular, em 1952 os americanos Robert Briggs (1911-1983) e Thomas King (1921-2000) realizaram um experimento semelhante ao proposto por Spemann, mas usando células embrionárias iniciais. Conseguiram clonar embriões completos de rã-leopardo (*Rana pipiens*), alguns dos quais chegaram à fase de girino. Depois, ao tentar clonar girinos usando núcleos de embriões mais velhos e de células diferenciadas, viram que, à medida que as células dos embriões se desenvolviam, era mais difícil ou inviável obter clones a partir delas. Os raros girinos clonados a partir de células diferenciadas que sobreviveram desenvolveram anomalias. Concluíram, então, que era impossível clonar organismos a partir de células diferenciadas adultas.

Mas em 1962 Gurdon conseguiu a clonagem usando núcleos de células diferenciadas do intestino de girinos de *X. laevis*. Para demonstrar a veracidade de suas conclusões, transferiu núcleos de células de rãs albinas para ovócitos enucleados de rãs não albinas, todos os clones gerados eram albinos. Ele realizou, portanto, o "experimento fantástico" proposto por Spemann, mostrando que o potencial genético das células permanece o mesmo em células especializadas.

REVOLUÇÃO O trabalho causou uma mudança conceitual na biologia do desenvolvimento. As conclusões de Gurdon impulsionaram a pesquisa na área ao indicar que era possível reverter a diferenciação celular. A informação de que o processo é reversível e que o núcleo pode ser reprogramado abriu caminho para estudos importantes, como, por exemplo, o das células-tronco.

Na era pós-Gurdon, outros cientistas tentaram clonar organismos. O experimento de maior repercussão foi o do inglês Ian Wilmut, que em 1996 clonou a ovelha Dolly a partir de células de glândulas mamárias de uma ovelha adulta. Esse feito foi amplamente divulgado, ao passo que o de Gurdon – a base para os progressos na área – não recebeu a merecida aclamação à época de seu anúncio.

Hoje, interessado em processos responsáveis pela diferenciação genética em nível celular, Gurdon tenta obter células embrionárias a partir de células de indivíduos adultos, com o fim de viabilizar a reposição de células de diferentes tecidos a partir de células do próprio indivíduo mais fáceis de serem obtidas. Tenta, por exemplo, obter células do coração ou cérebro a partir de células da pele ou do sangue. O sucesso nesse campo pode ser uma solução para o problema da rejeição causada pelo uso de tecidos de outros organismos em enxertos e transplantes.

Em reconhecimento ao seu trabalho, Gurdon recebeu vários prêmios e títulos ao longo de sua carreira. Em 1971, tornou-se, aos 38 anos, o mais jovem membro da Royal Society. Em 1989 e 2009, recebeu os prestigiosos prêmios de pesquisa médica da Fundação Wolf e da Fundação Lasker, respectivamente. Em 2004, o Instituto de Biologia Celular e Câncer do Reino Unido – onde ele trabalha atualmente – foi renomeado Instituto Gurdon, em sua honra. CH

ÁGUA SUBTERRÂNEA

Na edição 290, de março de 2012, na seção 'O leitor pergunta', havia a indagação: 'Se toda a água subterrânea aflorasse, como os continentes seriam afetados?' Em sua resposta, Celso Dal Ré Carneiro, da Universidade Estadual de Campinas, respondeu que "a hipótese formulada pelo leitor é improvável", ou seja, o autor da resposta sabe que é apenas uma hipótese. Depois, ele diz que isso parece com outra pergunta: "o que aconteceria com as pessoas se a força da gravidade sumisse de repente?" e para essa hipótese dá uma resposta ("todos seríamos arremessados para o espaço"). (...) E conclui que é inviável a água subterrânea aflorar por completo. Essa é a resposta da hipótese? Por que foi dada uma resposta para a hipótese da gravidade e não para a da água? Uma pergunta hipotética não mereceria uma resposta hipotética? Não estou criticando a CH. *Mas a resposta publicada, para mim, não foi satisfatória.*

Carlos João Cock
Por correio eletrônico

CH O autor da resposta, Celso Dal Ré Carneiro, responde: "Estima-se que a água subterrânea equivale a 0,62% da água existente (ou cerca de 1,38 trilhão de km^3). É um volume bem grande – para comparar, toda a água de rios, lagos, nuvens e seres vivos não excede 0,03% do total. Uma pequena parcela da água subterrânea é regularmente expulsa por fontes naturais de surgência de água subterrânea (nascentes, gêiseres etc.). Mecanismos naturais promovem o equilíbrio de pressões e volumes transmitidos. A água acumulada em poros e fraturas nas rochas, sedimentos e solos da crosta terrestre também está sob a pressão da gravidade. Assim, para que ela aflorasse, teríamos que conceber um modo plausível de cessar a atração gravitacional do planeta. A resposta hipotética à pergunta hipotética é a de que o fenômeno, se acontecesse, seria grave, pois momentaneamente faria subir o nível das águas sobre os continentes. Mas é difícil estimar o quanto subiria."

OS VÍRUS E A VIDA

*Excelente o artigo sobre o papel dos vírus na evolução dos organismos (*CH *292). Ele trata de forma simples e didática algo que em geral é negligenciado no ensino de ciências e biologia: o papel dos vírus na transferência de segmentos de DNA entre organismos, da mesma espécie ou não, e a importância desse fenômeno na geração da variabilidade. Apenas gostaria de registrar que nem todos os vírus de RNA são retrovírus (p. 28). Os autores provavelmente não quiseram transmitir isso, mas a passagem, como está colocada, faz os leitores menos familiarizados com o assunto entenderem que os vírus com genoma de RNA são (sempre) retrovírus. O vírus da gripe, por exemplo, tem genoma de RNA é não é retrovírus.*

Felipe A Ribeiro
Ribeirão Preto, SP

CH O leitor está correto. Os retrovírus são os vírus de RNA que, nas células hospedeiras, usam uma enzima produzida por eles, a transcriptase reversa, que sintetiza DNA a partir do RNA viral. Essa cópia de DNA integra-se ao genoma das células e, quando é ativada, leva a célula a produzir novos vírus (com RNA). Os outros tipos de vírus de RNA utilizam um sistema enzimático diferente (RNA-polimerase viral ou RNA-polimerase da célula hospedeira) para replicar seu material genético e induzir nessas células a produção de novas partículas virais.

LATTES E O NOBEL

*Na seção de cartas do número de maio (*CH *292), há um questionamento sobre o prêmio Nobel de Física de 1950 e o físico brasileiro César Lattes. Se Niels Bohr escreveu ou não um texto indicando o professor Lattes para o prêmio, parece que não se sabe. Contudo, durante a Escola Internacional em Física de Altas Energias (Lishep), no CBPF, talvez em 2001, Lattes disse, em uma conversa informal, que o comitê do Nobel pensou em atribuir o prêmio de 1950 para ele, Powell e Eugene Gardner, mas que, como Gardner estava bastante doente, havia a preocupação de que ele poderia morrer antes de receber o prêmio. Realmente, Gardner morreu em 27 de novembro de 1950 [o prêmio foi entregue em 11 de dezembro].*

José Maria Filardo Bassalo
Belém, PA

CH O Nobel de Física de 1950 foi concedido apenas ao inglês Cecil F. Powell (1903-1969), que desenvolveu o método fotográfico para registro e estudo de processos nucleares. Esse método permitiu a confirmação da existência de várias partículas subatômicas, inclusive o *méson pi*, detectado pelo brasileiro César Lattes (1925-2005) em 1947, em raios cósmicos, e por Lattes e o norte-americano Eugene Gardner (1913-1950) em 1948, em um acelerador de partículas. Gardner morreu com apenas 37 anos porque, quando trabalhava no projeto da bomba atômica norte-americana, em 1942, inalou o elemento berílio – na época, não se sabia que era venenoso. Segundo interpretam alguns estudiosos, a gravidade da doença de Gardner teria dificultado sua inclusão – e a do parceiro Lattes – na premiação do Nobel em 1950. Esta, porém, é apenas uma das versões para o ocorrido.

CORREÇÃO

- No artigo 'Parasitoides: insetos benéficos e cruéis' (*CH* 291), as indicações contidas na legenda da figura 1 (p. 36) estão invertidas. O endoparasita (emergindo de pupa de mosca) é mostrado na parte B da figura publicada, e as pupas de ectoparasitoides são mostradas na parte A.

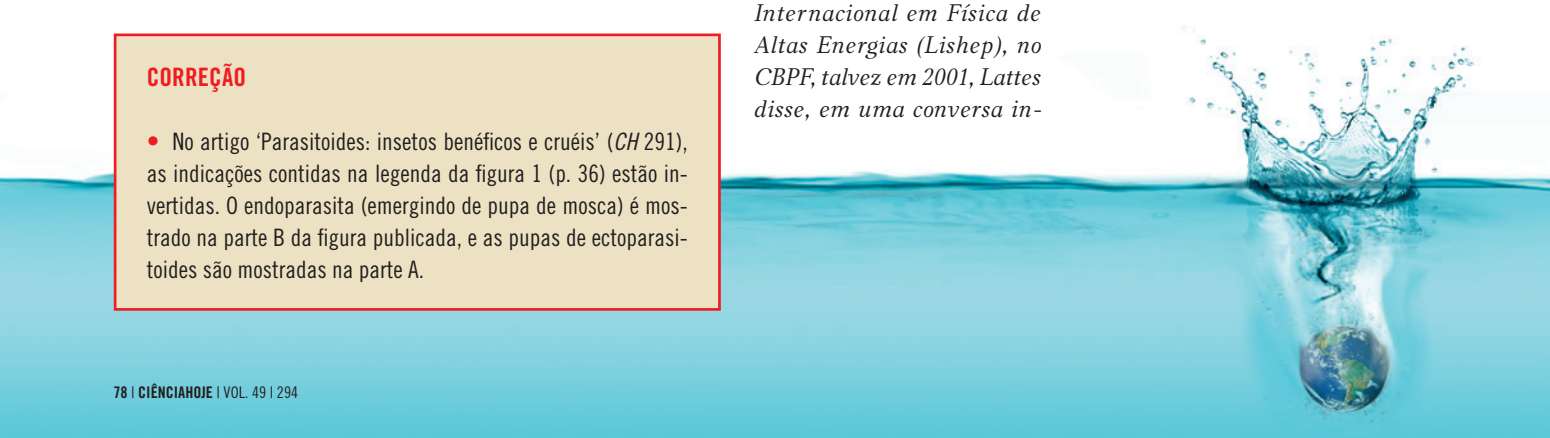


FOTO CICERO RODRIGUES

SENHOR...

DESAFIO

Suponha que, na melhor de cinco, está dois a zero para Blaise. E agora? Qual a divisão justa do prêmio?

Assim começava uma carta de um grande matemático, Blaise Pascal (1623-1662), para outro, também francês, Pierre de Fermat (1601-1665). A missiva pode ser considerada o início da teoria das probabilidades.

Na carta, Pascal relatava o seguinte problema: dois jogadores iniciaram uma 'melhor de cinco' com uma moeda. Um deles – vamos chamá-lo Blaise – escolhe cara e o outro (Pierre), coroa. O primeiro a chegar a três vence e leva o prêmio – digamos, 100 moedas de ouro.

Mas, em certo momento, quando temos duas caras para Blaise e uma coroa para Pierre, o jogo é interrompido e... Como repartir a aposta?

Alguns achavam que deveria ser meio a meio, pois "qualquer um dos dois poderia vencer". Mas, intuitivamente, parece injusto, porque Blaise estava mais perto da vitória. O problema é como quantificar essa intuição.

Uma maneira de fazer isso é imaginar que, a partir daquele 'dois a um', a moeda fosse ainda jogada, digamos, mil vezes. Esse é um artifício muito usado por quem trabalha com probabilidades e estatística: em vez de imaginar o que aconteceria em uma situação isolada, analisa-se o que ocorreria quando o mesmo evento é repetido à exaustão.

Vejamos, no caso, o que pode acontecer.

Se o próximo lançamento der cara, Blaise vence. Isso ocorrerá em 500 (metade) daqueles mil lançamentos extras. Anote aí a favor de Blaise: ele tem 50% de chance de vencer.

Mas, e se der coroa? Aí, o jogo empata (dois a dois), e Blaise e Pierre têm a mesma chance de ganhar, o que significa que, nos 500 lançamentos restantes, 250 seriam vitórias de Blaise e 250 de Pierre.

Vamos, agora, ao placar final: dos mil lançamentos, Blaise teria a chance de ganhar em 750 deles; Pierre, em 250 deles. Portanto, a probabilidade de Blaise vencer é de 750/1.000 = ¾ (75%), e a de Pierre, de 250/1.000 = ¼ (25%).

O prêmio deve, então, ser dividido na proporção três para um: 75 moedas para Blaise e 25 delas para Pascal.

Esse problema, baseado em um jogo simples, deu origem à teoria das probabilidades, ferramenta básica para um grande número de aplicações. Por exemplo, o mercado financeiro, as companhias de seguro (de vida, carro, saúde etc.) e os cassinos usam, essencialmente, esse tipo de raciocínio – mas empregando modelos muito mais complicados.

O que começou com uma pergunta inocente, baseada em um jogo de moedas, deu origem à ferramenta que nos permite quantificar o futuro. Como é poderosa a matemática! CH

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

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO A extensão de praias no mundo é de aproximadamente 400 mil km (ou 400 milhões de metros). Se considerarmos que uma praia tem 10 m de largura (da linha do mar até onde acaba a areia) e 5 m de profundidade, então o volume das praias do mundo será 400.000.000 x 10 x 5 = 2×10^{10} m^3. Dividindo esse volume pelo volume de um grão de areia – podemos pensá-lo como um 'cubinho' com aresta 0,1 mm, o que daria como volume $(0{,}1\ mm)^3 = 10^{-12}\ m^3$ –, obteremos $2 \times 10^{10} : 10^{-12} = 2 \times 10^{22}$ grãos de areia. Claro que esse é um número aproximado, mas dá a ideia de quantos grãos de areia existem nas praias da Terra.

FOTO CICERO RODRIGUES

30 ANOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

A cultura da ciência – toda e qualquer ciência – é imprescindível para a afirmação de sujeitos independentes e dotados de juízo crítico

Não, não se trata de peça autocongratulatória, a convidar o leitor a comemorar três décadas, cumpridas em junho de 2012, de existência e de trabalho do Instituto Ciência Hoje. Não faltariam razões para tal, uma delas sendo a própria marca em si mesma, em um país no qual a maior parte das iniciativas no campo da cultura e do pensamento tem vida curta. No entanto, mais apropriado para esta coluna, que lida com o âmbito das humanidades, parece ser refletir a respeito disso tudo, mais do que comemorar.

A revista *Ciência Hoje* nasceu em 1982, ainda na vigência do estado de exceção implantado no Brasil em 1964. Não se pode dizer que tenha sido coincidência. Na verdade, desde o início, a revista devotada à divulgação científica esteve vinculada ao clamor pela redemocratização: seus idealizadores – todos pesquisadores consagrados – acrescentaram às identidades profissionais a disposição para a militância cívica. Em grande medida, a *persona* do cientista como dotado de uma dimensão pública, e não apenas laboratorial ou reflexiva, ali esteve presente. Não sendo um projeto político-partidário, em sentido estrito, a revista tinha inequívoca marca política. Algo nítido em suas duas orientações maiores: pugnar pela democracia no país e pela democratização do acesso ao conhecimento científico.

Foram tempos heróicos, tanto pela tensão política então vivida quanto pelo escasso apelo do tema da divulgação científica. Em grande medida, o projeto foi obrigado a inventar o próprio caminho, diante do imponderável dos riscos – os políticos e os de sustentabilidade do próprio empreendimento.

Trinta anos depois, a passagem do tempo pode sugerir que o heroísmo de antes se apresenta agora consolidado em rotinas bem estabelecidas. Em outros termos, para parafrasear o antropólogo Gilberto Freyre, teríamos passado da 'aventura' para a 'rotina'. Não apenas teríamos ao dispor um modelo já pronto e testado de como fazer divulgação científica, como a própria questão da democracia já estaria resolvida, por sua suposta consolidação no país.

Temo que as duas suposições sejam falsas. Antes de tudo, os desafios inerentes à divulgação científica não são desprezíveis: compatibilizar qualidade e originalidade de conteúdo com apresentação em textos tão claros quanto possível; tornar o complexo de algum modo inteligível; exibir do modo mais aberto a 'cozinha' do trabalho científico, mostrando o quanto este tem de hipotético e falível e, ainda assim, indispensável. Além de fazê-lo em um país que lê cada vez menos e em contexto hostil ao pensamento e à reflexão não midiática e instantânea.

O maior dos equívocos, no entanto, vem da suposição de que 'atingimos' a democracia, como se esta fosse um estágio fixo, conquistável por técnicas apropriadas de alpinismo. O que cientistas políticos conservadores chamam de 'consolidação' da democracia depende da presença e da operação de instituições estáveis e da vigência de leis. É inegável que o país percorreu um caminho consistente em ambas as direções: se comparado com períodos precedentes, o Brasil atual dispõe de um quadro institucional e constitucional regular a acolher os princípios fundamentais do estado de direito.

O aspecto ausente nessa avaliação diz respeito à necessidade de pressão cívica por democracia. Esta não é um estágio, mas um processo, cuja extensão e profundidade dependerá da qualidade e da persistência das exigências dos cidadãos. Em termos mais diretos: a qualidade da democracia é afetada pela qualidade da demanda por democracia. Esta, por sua vez, exige qualificação cívica, acesso à informação e à reflexão independentes. A cultura da ciência – toda e qualquer ciência – é imprescindível para a afirmação de sujeitos independentes e dotados de juízo crítico. A democracia deve cuidar do estômago, mas deve ser cuidada pelo pensamento. CH

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