

CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

NÚMERO 278 | VOLUME 47 | JAN/FEV 2011 | R\$ 9,95

ENTREVISTA

Luiz Eduardo Soares:
o declínio do tráfico
e a vez das milícias

FÍSICA

Descoberta do núcleo
do átomo abriu um novo
mundo para a ciência

GEOCIÊNCIAS

Desvendado enigma
das lagoas salgadas
e doces do Pantanal

MARIE CURIE
O PAPEL DA QUÍMICA EM
UM MUNDO SUSTENTÁVEL



Em busca de uma educação de qualidade

A Secretaria de Educação de Franco da Rocha vem desenvolvendo inúmeros projetos voltados para a educação infantil e toda rede municipal de ensino, focando num aprendizado de maior qualidade e tomando-o mais ativo, interessante e, principalmente, significativo para os alunos, englobando a educação em um plano de trabalho repleto de intencionalidades.

Através de projetos diferenciados, intitulado "Sentimentos do Mundo", 32 escolas participaram abordando subtemas específicos relacionados aos interesses dos alunos. O objetivo desses projetos foi a ampliação da capacidade de autoconhecimento dos professores e alunos para que estes interagissem, estabelecendo vínculos afetivos positivos.

Para isto, foram realizadas várias oficinas pedagógicas com professores e professores coordenadores a fim de fornecer subsídios para resolver problemas do coletivo, acatando sugestões e críticas para melhorar o ensino da rede municipal.

A finalidade desse projeto é a maior interação entre professores e alunos proporcionando um ambiente de abordagens mais criativas e reflexivas.

Espaço educativo Vargem Grande

Este espaço tem como objetivo apresentar atividades diferenciadas que possibilitem lazer, diversão, cultura e aprendizado em um espaço educacional preparado para acolhimento de grupos de alunos da rede municipal.

Através de atividades de interação com a realidade rural, os alunos vivenciam a rotina do campo e visitas a parceiros produtores rurais (hortas) e de criação de animais. Além de gerar socialização dos grupos com estímulo de jogos cooperativos, teatrais e musicais.

Grêmios/Mirim e ética

Este projeto tem como objetivo levar oportunidades, promovendo condições de protagonismo infantil, formação de lideranças, construção de formas pacíficas de relação social e de promoção dos direitos de cidadania. O Grêmios Mirim existe como um princípio e conteúdo pedagógico, compondo o currículo escolar, sendo uma experiência política teórica e prática de exercício de cidadania, formação de cultura cívica e estabelecimento de uma rede de capital social na escola. Abrange alunos do ensino fundamental da rede municipal.

No Tempo da Educação, é preciso ir para mais além!

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

DIRETORIA

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

CIÊNCIA HOJE | SBPC

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

REDAÇÃO

Editora Executiva | Alicia Ivanissevich; **Editora Assistente** | Sheila Kaplan; **Editor de Forma e Linguagem** | Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** | Ricardo Menandro; **Sector Internacional** | Cássio Leite Vieira; **Repórteres** | Fred Furtado, Isabela Fraga e Ana Paula Monte; **Colaboraram neste número** | Katy Mary de Farias e Luan Galani; Ana Soter (capa e diagramação de artigo de capa); **Revisoras** | Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** | Theresa Coelho

ARTE | Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.

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

SUCURSAIS

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

SUL | Curitiba | Correspondente | Roberto Barros de Carvalho (chsul@ufpr.br) e Henrique Kugler. 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** | Sadra Soares; **Projetos educacionais** | Clarissa Akemi. End.: Rua Berta, 60 - Vila Mariana, CEP 04120-040, São Paulo, SP. Telefax: (0xx11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br).

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

REPRESENTANTES COMERCIAIS

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

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

RECURSOS HUMANOS | Luiz Tito de Santana

EXPEDIÇÃO | Gerente | Adalgisa Bahr

IMPRESSÃO | Ediouro Gráfica e Editora Ltda.

DISTRIBUIÇÃO | Fernando Chinaglia Distribuidora S/A

CIÊNCIA HOJE | Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ Tel.: (0xx21) 2109-8999 – Fax.: (0xx21) 2541-5342 | Redação (cienciahoje@cienciahoje.org.br)

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

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

APOIO:



O ANO DA QUÍMICA

Em 1911, a jovem física polonesa Marie Curie era agraciada pela segunda vez com o prêmio Nobel – neste caso, o de química – em reconhecimento à descoberta dos elementos rádio e polônio, ao isolamento do rádio e ao estudo da natureza e dos compostos desse último elemento. Oito anos antes, ela se tornara a primeira mulher a receber tal láurea, quando obteve o Nobel de física junto com seu marido Pierre Curie e o físico francês Antoine Henri Becquerel. Em homenagem a uma das maiores cientistas de todos os tempos, lembrando o centenário de sua premiação, a Organização das Nações Unidas (ONU) proclamou 2011 o Ano Internacional da Química para celebrar as contribuições dessa área para o bem-estar da humanidade.

Com o tema central 'Química – nossa vida, nosso futuro', a ONU promoverá ao longo do ano uma série de atividades educacionais para públicos de todas as idades que visam chamar a atenção da população mundial para os desafios que o planeta deve enfrentar: ar limpo, água despoluída, comida saudável, medicamentos confiáveis, materiais avançados, produtos amigos do ambiente e energia sustentável.

Afinada com esses propósitos, a *Ciência Hoje* inaugura nesta edição o primeiro de uma série de artigos escritos por cientistas brasileiros para comemorar os avanços na área e refletir sobre o papel da química na criação de um mundo sustentável.

Neste número, apresentamos também um novo projeto gráfico, elaborado a partir de um amplo debate, que busca traduzir

em sua concepção visual nosso compromisso com a popularização da ciência no país. O esforço editorial, que vem sendo feito ao longo dos últimos anos, para tornar a linguagem da ciência mais adequada à compreensão do público geral vem agora acompanhado de uma expressão gráfica mais clara, equilibrada e harmônica. Esperamos que os leitores apreciem a nova cara das páginas que ilustram nossa longa caminhada.

A redação



CAPA: JOHN HOPKINS MEDICAL INSTITUTE/
 AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS/
 SCIENCE PHOTO LIBRARY/LATINSTOCK

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

4 **o leitor pergunta** | Qual o lugar mais quente do mundo e onde foram registradas as temperaturas mais baixas da Terra? | Como saber se estou triste ou deprimido? | Estudo da Anvisa aponta altos índices de sódio em refrigerantes de baixa caloria. Por que essas bebidas contêm teores elevados da substância? | A revisão do Código Florestal Brasileiro deverá proteger mais nossos biomas ou facilitar sua destruição?

7 **ch on-line**

8 **entrevista** | LUIZ EDUARDO SOARES
Sociólogo explica as origens e os objetivos do livro *Elite da tropa 2*

12 **mundo de ciência**

21 **a propósito** | QUANTO MAIS GENTE MELHOR
Colaboração entre pares é essencial para o sucesso na ciência

QUANDO A QUÍMICA ENTRA EM CENA...

22

Antigas técnicas humanas, como, por exemplo, a produção de bebidas, metais e vidros, deram origem, aos poucos, à ciência da química. Hoje, ela é essencial ao desenvolvimento econômico e tecnológico, e pode ter papel relevante na construção de um mundo sustentável.

**POR NADJA PARAENSE DOS SANTOS
E TERESA C. DE CARVALHO PIVA**

26

**MARIE CURIE:
LEGADO IMENSURÁVEL**
POR ÂNGELO DA CUNHA PINTO



'SALINAS' E 'BAÍAS' DO PANTANAL: ENIGMA BIOGEOQUÍMICO PARCIALMENTE RESOLVIDO

28

Uma sub-região do Pantanal tem mais de 10 mil lagos bem diferentes: uns têm água doce e plantas aquáticas; outros exibem água salobra ou salgada e não têm vegetação. Estudos apontam que essa disparidade tem origem geoquímica e biológica.

POR TEODORO I. RIBEIRO DE ALMEIDA



34

A AUDIÇÃO PEDE SOCORRO!

Ruídos comuns, como caminhões acelerando, música alta e outros, podem causar danos em estruturas do ouvido, levando a futuras perdas na audição. O problema, que afeta até bebês, poderia ser evitado com atitudes preventivas.

POR KEILA A. BARALDI KNOBEL

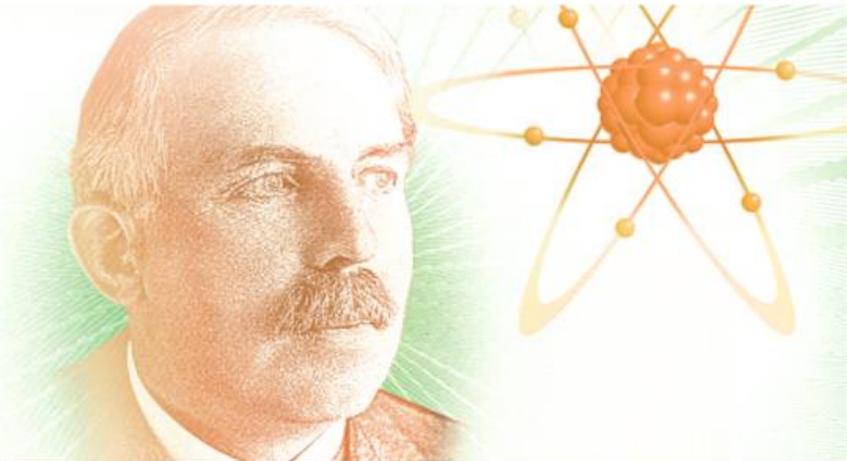


100 ANOS COM O NÚCLEO ATÔMICO

40

Em 1911, o físico Ernest Rutherford anunciou que os átomos têm um 'caroço' central diminuto cercado por uma área vazia na qual os elétrons orbitam. Conhecimentos e tecnologias gerados por essa descoberta mudaram a vida humana.

POR ODILON A. P. TAVARES



46

FÍSICA NUCLEAR: O FUTURO DO CORAÇÃO DA MATÉRIA

A descoberta do núcleo atômico, há 100 anos, foi um marco na busca de respostas para a antiga pergunta: 'De que são feitas as coisas?'. Desde então, a pesquisa nuclear se mantém vigorosa, e ainda existem muitos mistérios em aberto.

POR VALDIR GUIMARÃES E MAHIR S. HUSSEIN

- 52 **exatamente** | FUNDAMENTAL CIÊNCIA FUNDAMENTAL
Grandes avanços tecnológicos estão ligados a descobertas teóricas
- em dia**
- 53 GENGIBRE AMARGO CONTRA O CÂNCER | Testes avaliarão medicamentos desenvolvidos a partir da planta
- 54 ESTADO LAICO? | Pesquisadores discutem presença de grupos religiosos na política
- 56 GELO COMBUSTÍVEL | Estudos apontam hidratos de gás como fonte alternativa de energia
- 58 BABEL DA FÍSICA | Instituto de informação quântica facilita pesquisas com linguagem
- 59 SAÚDE EM MINIATURA | Nanopartículas para diagnóstico e tratamento de doenças
- 60 MUITO ALÉM DA CUIA | Possibilidades de uso da erva-mate ainda são pouco exploradas
- 62 AGRACIADO PELA INCERTEZA | O matemático brasileiro Jacob Palis ganha o prêmio Balzan
- 63 O FUTURO DO GRAFENO | Aplicações do material são debatidas em encontro no Brasil
- 67 **linha do tempo** | PIRATARIA
O papel dos antigos corsários na história do capitalismo mundial
- 68 **perfil** | WALTER BALTENSPERGER
O físico suíço que escolheu o Brasil para ensinar e fazer ciência
- 78 **futuro cientista**
- 80 **memória** | NATALIDADE SOB CONTROLE
Lançada há 50 anos, pílula anticoncepcional mudou a vida das mulheres
- 84 **resenha** | JUÍZO, AFINAL, OU JUÍZO FINAL?
Resenha do livro *A política da mudança climática*, de Anthony Giddens
- 86 **cartas**
- 87 **qual o problema?** | FORMAS DA NATUREZA
Com os fractais, Mandelbrot redefiniu a complexidade do mundo
- 88 **sobre humanos** | DEFENDER AS HUMANIDADES
Apreço pela tradição das ciências humanas precisa ser recuperado

PEDRO LEONARDO DE CARVALHO, POR CORREIO ELETRÔNICO

Qual o lugar mais quente do mundo e onde foram registradas as temperaturas mais baixas da Terra?

OS LOCAIS MAIS QUENTES DO PLANETA estão localizados em regiões de deserto na África e no Oriente Médio. Em 15 de setembro de 1922, na cidade de Al Aziziyah, na Líbia, os termômetros marcaram 58°C , a temperatura mais alta registrada na Terra.

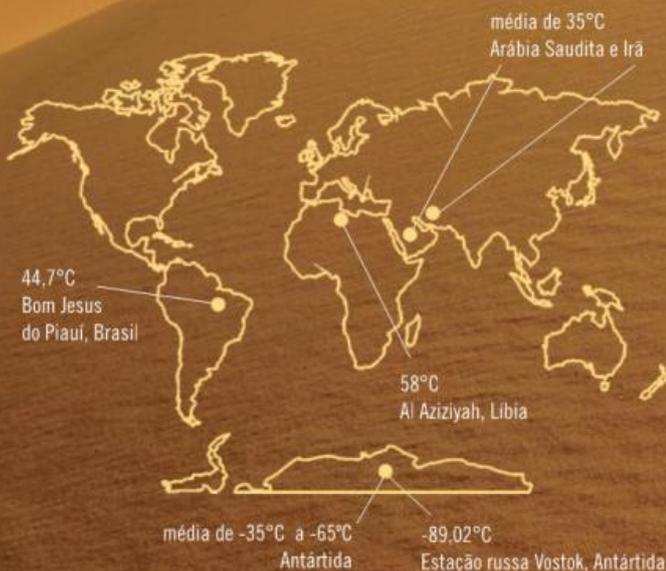
Já a temperatura mais baixa do planeta foi registrada em 21 de julho de 1983, na estação russa Vostok, na Antártida, quando os termômetros marcaram $-89,02^{\circ}\text{C}$. O continente, com espessura de gelo em torno de 4,8 km, é a região mais fria do globo.

As maiores médias de temperatura da Terra são registradas na Arábia Saudita e no Irã, chegando a 35°C . No verão, elas podem ultrapassar os 45°C . Já na Antártida, a temperatura média varia de -35°C a -65°C .

No Brasil, a maior temperatura já registrada foi $44,7^{\circ}\text{C}$, em 21 de novembro de 2005, na cidade de Bom Jesus do Piauí.

Expedito Rebello

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA



HÉLIO MENDES, CAMPO GRANDE/MS

Como saber se estou triste ou deprimido?



Estudo recente da Anvisa aponta altos índices de sódio em refrigerantes de baixa caloria. Por que essas bebidas contêm teores elevados da substância?

O TEOR ELEVADO DE SÓDIO nas bebidas de baixa caloria (*light*) ou sem adição de açúcar (*diet*) se deve à adição do edulcorante ciclamato de sódio, comumente empregado como adoçante artificial não calórico em diversos alimentos e bebidas, e também na indústria farmacêutica. Na maioria das bebidas *light* ou *diet*, o ciclamato de sódio é utilizado em combinação com outros edulcorantes.

Em trabalho realizado no ano de 2001, durante minha formação na Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), em São Paulo, obtivemos resultado semelhante ao apontado recentemente pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) no que diz respeito ao nível de sódio em bebidas carbonatadas de baixa caloria. Os refrigerantes *light* ou *diet* apresentam mais que o dobro do teor de sódio em comparação com os refrigerantes convencionais (adoçados com sacarose). Isso aponta para o fato de que os indivíduos hipertensos – aos quais se recomenda uma dieta pobre em sódio – devem ter cuidado na escolha do refrigerante que consomem.

Cristhiane Caroline Ferrari

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (ITAL), CAMPINAS (SP)



NÃO HÁ UM MEIO absolutamente seguro de fazer tal distinção. Apesar da ampla divulgação de critérios para identificar a depressão, esse diagnóstico sempre depende da interpretação do profissional que examina o caso. Uma definição das duas condições pode mostrar algumas diferenças genéricas entre elas. A tristeza é um estado afetivo desconfortável vivido como um sentimento de pesar, de dor psíquica e moral, geralmente relacionado a algo que contraria o que um indivíduo acredita almejar. Ela pode produzir sentimento de impotência, vontade de chorar, expectativa negativa quanto a eventos futuros, entre outros aspectos. A tristeza dá colorido à existência humana, sendo, portanto, um acontecimento normal.

O que se convencionou chamar de depressão, por sua vez, é um estado patológico no qual a vida afetiva perde, em boa parte, sua plasticidade. Enquanto a tristeza não impede que alguém viva outras emoções quando o contexto se altera, a depressão costuma causar sentimentos sombrios a maior parte do tempo, e os que a experimentam têm grande dificuldade para recuperar o prazer, a alegria e outros afetos.

Outra diferença comumente observada diz respeito ao fato de a depressão estar menos correlacionada que a tristeza a episódios conhecidos da vida. É frequente que uma pessoa deprimida tenha dificuldade de ligar o que sente a algum acontecimento específico que tenha vivido antes de apresentar o quadro. A depressão geral-

mente produz perda de energia para agir, desânimo acentuado, dificuldade de concentração, pensamento circular em torno das mazelas humanas, desvalorização da autoimagem, entre outras características distintas da tristeza. É comum também ocorrer na depressão a modificação de algumas funções fisiológicas, como o sono (principalmente insônia) e o apetite (o mais comum é perdê-lo). Por fim, é preciso mencionar que a depressão, ao contrário da tristeza, pode acarretar a presença de ideias sobre a própria morte e, em casos graves, a intenção de provocá-la.

Julio Sergio Verztman

INSTITUTO DE PSIQUIATRIA,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

FERNANDO C. ROCHA, VITÓRIA/ES

A revisão do Código Florestal Brasileiro, em discussão no Congresso Nacional, deverá proteger mais nossos biomas ou facilitar sua destruição?

O CÓDIGO FLORESTAL É UMA LEI FEDERAL que regulamenta ou restringe o uso de florestas nativas, especialmente em áreas de preservação permanente ou em reservas legais. Sob a alegação de que o Código restringe o agronegócio brasileiro e impede o aumento da área plantada, a bancada ruralista do Congresso Nacional propõe mudanças na lei visando reduzir as áreas de preservação permanente (como matas ciliares), flexibilizar a exigência de

reserva legal de floresta e anistiar os crimes de desmatamento. Para fundamentar essa postura, alegam a importância da produção de alimentos para o desenvolvimento econômico e social.

Mas alguns dados mostram que esse discurso não se sustenta. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) revela, por exemplo, que mais de 70% dos empregos no campo provêm da agricultura familiar e não do grande agronegócio. É ela que produz a maior parte dos alimentos consumidos pelos brasileiros, promovendo a segurança alimentar. Apesar disso, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, na safra passada só foram destinados, para crédito e custeio da agricultura familiar, R\$ 9 bilhões, ao passo que o grande agronegócio recebeu R\$ 112 bilhões. Além disso, o desmatamento para ampliação da fronteira agrícola, especialmente do agronegócio, tem sido responsável pela maior parte da emissão de CO₂ no Brasil, ficando sempre acima de 70% das emissões totais no país, desde 1990, de acordo com o Ministério da Ciência e Tecnologia.

Na minha opinião – e creio que também na de muitos outros brasileiros que se dedicam ao estudo da questão ambiental ou simplesmente se preocupam com ela –, caso a revisão do Código Florestal seja feita nos moldes propostos por muitos parlamentares, nossos biomas, em vez de receber maior proteção, vão se tornar ainda mais ameaçados, entregues a um desmatamento de proporções incalculáveis.

Walter Steenbock

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE,
FLORESTA NACIONAL DE AÇUNGUI, CAMPO LARGO (PR)

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

GALERIA

VÍDEO

NOTÍCIAS

ESPECIAIS



GALERIA > Novidades nos pampas > Os campos sulinos, a princípio imaginados como uma região de fauna pouco diversificada, revelaram grande diversidade de répteis e anfíbios. Nas fotos, confira o levantamento realizado por pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

> <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/12/novas-especies-nos-pampas>

Colunas > <http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/bilhoes-de-neuronios/nosso-grande-paradoxo>

EDUCAÇÃO > Nosso grande paradoxo > Roberto Lent, colunista do *CH On-line* por quase cinco anos, despede-se da coluna relatando pesquisa que investiga o cérebro de alfabetizados e analfabetos.

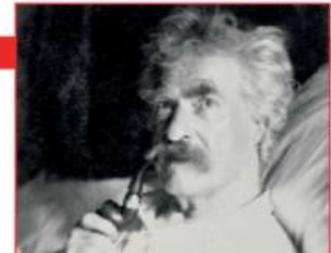


Alô, Professor > <http://cienciahoje.uol.com.br/alô-professor/intervalo/nao-tem-volta>

MÍDIAS SOCIAIS > Não tem volta > Especialista em educação e letramento digital conversa com a *CH On-line* sobre o assunto, dá conselhos aos professores e diz que as escolas precisam se abrir para as redes sociais.

Blogue > <http://cienciahoje.uol.com.br/alô-professor/intervalo/nao-tem-volta>

LITERATURA > Um profeta nem tão zangado > O escritor Mark Twain determinou: "Publique minha autobiografia 100 anos depois de minha morte". Pois bem, a data chegou. O livro de suas memórias já é *best-seller*.



> Podcast



DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA 2.0 > A rede mundial de computadores vive hoje sua segunda geração, a chamada web 2.0, em que há maior participação dos usuários na produção de conteúdo. O jornalista Bernardo Esteves, que foi editor da *CH On-line* nos últimos 10 anos, fala sobre as transformações ocorridas nesse período na divulgação científica feita pela internet.



SPINTRÔNICA: NA FRONTEIRA DO CONHECIMENTO > A spintrônica é uma área nova e promissora da física. Mas do que trata esse campo? Quais as suas aplicações? Para falar sobre o tema, o Estúdio *CH* recebeu o físico Carlos Egues, do Instituto de Física de São Carlos.

e muito mais >>>

Acompanhe a *CH On-line* também no



FICÇÃO E REALIDADE DO CRIME ORGANIZADO NO BRASIL

LUIZ EDUARDO SOARES



FOTO: BERNARDO VIEIRA/ILUMINAÇÃO

O RIO DE JANEIRO VIVIA o início do que, posteriormente, ficaria conhecido como o *Dia D* da cidade. Era 22 de novembro quando a *Ciência Hoje* entrevistou o antropólogo, cientista político e especialista em segurança pública Luiz Eduardo Soares. O mote da conversa já havia sido definido há semanas: seu novo livro, *Elite da tropa 2*. Depois de vender cerca de 180 mil exemplares do primeiro *Elite da tropa*, Luiz Eduardo Soares e seus amigos e coautores da obra – os policiais André Batista e Rodrigo Pimentel e o delegado Cláudio Ferraz – apontaram, por meio de uma realidade ficcionalizada, o novo inimigo do carioca: as milícias, grupos de policiais corruptos que dominam favelas e usam a força para controlar o local, sob o pretexto de estar defendendo e protegendo os moradores.

A conversa foi sobre o livro do antropólogo, mas, diante dos primeiros carros queimados naquela segunda-feira, tornou-se impossível não tratar da especialidade do ex-secretário de Segurança Pública do Rio de Janeiro e ex-secretário nacional de Segurança Pública. Entrevistado e repórter não podiam saber, entretanto, o que a semana prometia, de modo que o bate-papo, longe de ser um exercício de futurologia, ateu-se ao ocorrido até então. Para Luiz Eduardo Soares, era “muito cedo para apontar os responsáveis por aqueles atentados”.

O final da história, todos sabem. Primeiro a Vila Cruzeiro, depois o Complexo do Alemão. Município, estado e União juntaram forças para expulsar os traficantes de favelas sobre as quais dizia-se, há pouquíssimo tempo, ser impossível entrar. Um debate sobre as UPPs, a validade da ação, a retomada da confiança da população no estado de direito começou e, hoje, ainda é assunto em todos os meios de comunicação.

Soares, de certo modo, escreveu sobre todos esses fenômenos em *Elite da tropa 2*. Seu livro não deu origem ao celebrado *Tropa de elite 2* – o filme dirigido por José Padilha, que fechou o ano como o mais visto na história do cinema brasileiro –, mas tem colaboradores, personagens e algumas tramas em comum. Esses foram alguns dos assuntos abordados nesta entrevista, cuja última pergunta (respondida por correio eletrônico) foi realizada no final de dezembro, na tentativa de refletir, com distanciamento adequado, sobre o que ocorreu em novembro no Rio de Janeiro. **POR THIAGO CAMELO | ESPECIAL PARA CIÊNCIA HOJE**

A POPULAÇÃO ESTÁ INFORMADA DE QUE O INFERNO ESTÁ ALI DO LADO E O GENOCÍDIO ESTÁ EM CURSO, DE QUE ESSE TIPO DE COISA FAZ PARTE DO COTIDIANO. AS PESSOAS FICAM IMPRESSIONADAS E DÃO UMA GARFADA NO MACARRÃO.

A equipe que fez *Tropa de elite 1 e 2* e vocês, autores do livro, têm consciência plena do fenômeno que se tornou o projeto, uma espécie de metanarrativa, em que o produto influencia a vida das pessoas e vice-versa? Fico feliz com a pergunta. Porque esse é o meu grande interesse, trabalhei com esse objetivo. No entanto, às vezes esse tipo de questão não se dá a ver. Espero que outras pessoas tenham também percebido essa questão. O livro e o filme estão de fato juntos, mas não misturados. Estamos juntos, é um empreendimento do qual todos participamos. Cada um com uma responsabilidade. A minha responsabilidade é exclusivamente sobre o livro, mas me sinto parte do processo e procuro dialogar com os amigos envolvidos na realização do filme e sou, claro, também consultado por eles. A história do *Elite da tropa* é uma contribuição de diálogo e reciprocidade. Minha participação? Eu escrevo. Por um motivo simples, eu tenho pretensões de transformar o trabalho em algo experimental, narrativo-literário. Os meus coautores não têm. Eles têm um conhecimento precioso, que eu não tenho. Uma vivência que eu não tenho. Por outro lado, eu tenho vivência em construção literária, em gestão de segurança, bastidor de palácio, que eles não têm.

O trabalho de recortar, reconfigurar, interrogar, interpelar, desafiar, testar fronteiras, categorias que classificam gêneros de escrita e definições possíveis de realidade, explorando sendas e condutos metalinguísticos, é meu, mas que se afina totalmente com o empreendimento coletivo.

O livro se sustenta como obra literária ou a conversa cai, inevitavelmente, para o tema da segurança pública? É muito curioso. Nos debates, a tendência é que o problema da segurança se destaque sempre e que todo o resto fique na sombra. Eu tenho tido conversas muito interessantes com escritores, críticos, amigos meus que gostam do livro e que se mostram um pouco perplexos com a classificação da obra. Em qual gênero devemos colocá-la? Isso poderia parecer acadêmico ou formalista, mas essas pessoas não são formalistas ou academicistas. Elas não sucumbiriam tão facilmente a essa armadilha.

E para você, em que estante da livreria, afinal, o seu livro se encaixa? Quando as questões são muito imediatas, urgentes e do cotidiano, parece que o embrulho fica mais

complicado. Essa confusão é interessante, por mais que eu ache que esteja pagando um preço por isso. Gostaria, por exemplo, que o livro fosse avaliado, apreciado, como que ele é: um livro de ficção que toma com matéria-prima as classificações estabelecidas para embaralhá-las, problematizando seus pressupostos e suas implicações. Sim, trata-se de ficção, sem deixar de ser também um esforço de outro tipo, com uma dimensão de depoimento e memória. Há também um esforço etnográfico e uma tentativa de fazer e transgredir o jornalismo literário. São várias camadas que não necessariamente se complementam.

Vocês fizeram algum esforço para mostrar que livro e filme, por mais que se complementem, são obras distintas? Há ganhos e perdas no fato de termos lançado livro e filme ao mesmo tempo. Para o livro, seria melhor que tivesse sido lançado antes. Tínhamos um acordo com nosso amigo José Padilha sobre isso, para que não especulassem, com o livro em mãos, que tipo de filme o *Tropa de elite 2* seria. Mas, como o sucesso do filme foi imenso, ele saturou a mídia, ocupou todos os espaços e passou a ser o crivo no qual qualquer discussão se daria. Inclusive a do livro. Raramente existe um interesse, digamos, literário ou cultural sobre o livro, até mesmo sobre sua inclassificabilidade. Em geral, ante o brilho ofuscante do filme, o livro desaparece na mídia. Nesse sentido, a relação com o filme é ambígua. Ajuda a divulgar, mas também dificulta.

Quais são os ganhos em se ficcionalizar uma realidade tão próxima a todos? Primeiro, começando pelo trivial, você pode contar as histórias, que são histórias que merecem ser contadas. Se não fosse na forma de ficção, não poderia fazer, pois seria alvo de todo tipo de ameaça, processo e represália. Teria de comprovar cada episódio e responder por cada palavra em juízo, quando nem era nossa intenção acusar indivíduos, mas revelar processos e mecanismos.

Segundo, se você pode construir uma narrativa ficcional, é possível propor um personagem narrador em um discurso em primeira pessoa, que é condição para o estabelecimento de uma relação empática com os leitores. A palavra empatia alude a temas caros a filósofos como

>>>

AS MILÍCIAS SÃO COMPATÍVEIS COM O BRASIL DO FUTURO? NÃO. NO DIA EM QUE HOUVER INSTITUIÇÃO POLICIAL CONFIÁVEL E GOVERNÁVEL, ELAS NÃO VÃO SE SUSTENTAR.

David Hume e Jean-Jacques Rousseau e à consciência liberal e individualista do século 18.

A possibilidade de você ver o mundo pelos olhos desse indivíduo ficcional, desse personagem ou sujeito inventado, é uma experiência de igualdade e transitividade imaginária. Reproduz a estrutura básica da moralidade, cuja matriz é o deslocamento para a posição do outro. Aqui, importam menos os valores do que o movimento que antecipa e viabiliza a experiência elementar da moralidade. Levar o outro em conta. Respeitar sua existência enquanto outro, isto é, enquanto um sujeito que não é apenas a extensão de mim mesmo ou a reprodução do que eu sou. O movimento fundamental da moralidade é reconhecer a alteridade irreduzível. O valor será o conteúdo que, histórica e culturalmente, recobrirá o vácuo deixado pela deflação do ego. Os valores podem ser discutidos, mudados, inventados e reinventados. Mas a base de toda a construção é o movimento de deslocamento imaginário para uma posição-sujeito diferente. E esse movimento, essa transitividade, ou metamorfose, para citar Elias Canetti, é também o exercício essencial da narrativa literária. A empatia é o nome desse movimento e está na origem de nossos valores mais caros, como os direitos humanos.

E por que essa transitividade é importante? A experiência que tenho tido no Rio de Janeiro com a questão de segurança pública é que a informação apenas não basta. Você pode passar todas as informações, os dados todos. A população está informada de que o inferno está ali do lado e o genocídio está em curso, de que esse tipo de coisa faz parte do cotidiano. As pessoas ficam impressionadas e dão uma garfada no macarrão. Ficam impressionadas e lembram-se do compromisso do dia seguinte. Chocam-se com a boca cheia de macarrão e, em seguida, telefonam para marcar a praia, o futebol ou a aula de inglês. A vida segue. A tragédia não é metabolizada, não se converte em emoção, não é incorporada à economia dos afetos, não é mobilizadora, não funciona como causa para a sua vigília, para a sua insônia, não altera a sua consciência. A vida segue!

Então, para, de alguma maneira, tirar a pessoa do sério e a colocar em outro lugar, eu acho que é interessante a invenção literária, a ficção, a provocação empática.

E o que se perde com a ficcionalização dos fatos reais?

Perde-se na esfera da cognição. As informações são menos precisas, organizadas e sistemáticas. Perde-se na possibilidade de didaticamente propor alternativas, defender

ideias e programas de ação que tenham um efeito político importante. Perde-se na possibilidade de que aquilo ali seja tomado como objeto e fonte de informação pertinente para uma análise da realidade social.

Mas parece que tanto filme quanto livro acabam, também, sendo bem objetivos em relação à realidade dos fatos. Em algumas entrevistas, tanto sobre o livro, quanto sobre o filme, aparece a expressão “o tráfico já era, agora o problema são as milícias”. Falando especialmente do terreno da segurança pública: não seria ousado afirmar isso, considerar que o tráfico já não tem tanto poder? Se você considerar as dinâmicas criminais, societárias e institucionais em curso no Rio de Janeiro, você verá que o tráfico não tem futuro. Ou tem um futuro muito reduzido. E que a tendência do tráfico, como o vemos hoje, é ser substituído pelo padrão internacional. Por razões econômicas e por outras razões também. Mas principalmente pela razão econômica. E qual é o padrão internacional? É o padrão do varejo ou nomadismo. Não é de controle territorial. Isso existe em todo o mundo democrático e sempre vai existir, enquanto houver o proibicionismo e enquanto as drogas forem – imagino que sempre – desejadas por consumidores. Enquanto houver consumo e produção, é impossível, em uma sociedade democrática, impedir que consumidores, produtores e intermediários se encontrem. Não se controla esse mercado. Pode-se disciplinar, regular, mas não controlar. A guerra antidrogas é um imenso fracasso. Não há dúvida nenhuma.

Filosoficamente, e também na prática, para mim, o proibicionismo é injustificável. Essa modalidade varejista e nômade da venda e da negociação da droga ilícita é o modelo predominante no mundo democrático mais desenvolvido. Em algumas regiões do Brasil, vigora o modelo territorializado, baseado no domínio armado de comunidades. Isso é muito caro e ineficaz. E vai custar cada vez mais caro. Os traficantes têm de manter um ‘pequeno exército’, recrutar, formar, contar com essas lealdades, comprar armas... Eles têm que se armar crescentemente – e esse é um jogo que se autonomiza em relação às necessidades imediatas, e tem um custo muito grande.

Os traficantes têm de disputar com outras facções o controle do território. E têm que negociar com policiais, que vêm cada vez mais vorazes e acabam fazendo com que ao tráfico caiba a parte mais pesada, onerosa e arriscada. Para os segmentos policiais corruptos e criminosos, sobra o lucro líquido, o lucro sem custo, sem risco.

Esse é um arranjo incompatível com a urbanização menos desigual e excludente, com a organização da sociedade, com o aprofundamento da democracia. Começa a haver uma cobrança da sociedade em relação às instâncias públicas, uma cobrança por um mínimo de responsabilidade, um mínimo de confiabilidade, um mínimo de transparência.

Nesse contexto, passa a ser muito mais fácil e atraente para quem se interessa pelo negócio das drogas ilícitas criar métodos alternativos e vender as drogas pelo sistema de *delivery*, como em qualquer lugar do mundo desenvolvido. Então, economicamente, o tráfico está condenado, não é sustentável.

Mas existem números que provam a sua afirmação? O nosso conhecimento nessa área, sobretudo quando apoiado em números, sempre foi muito precário. Poderia dar vários exemplos dessa precariedade. Há muitos anos, todos os que estamos nessa área compartilhamos algumas evidências que podem ser até enganosas, mas são os dados que temos. As evidências são muitas. Você conversa com as lideranças locais, essa é uma fonte importante. Você conversa com presos do tráfico, você conversa com os policiais honestos. Você vai ver que existe uma unanimidade em torno da percepção de que há uma perda de poder. Uma desvalorização, um recuo. Essa situação está se agravando e tem sido constante. E há muitas razões para isso. Eu sustento que o modelo territorializado é caro. É antieconômico. É muito arriscado e leva à morte precoce os próprios traficantes. Sobretudo, o modelo territorializado pode ser substituído sem que os operadores desse negócio deixem de atuar, desde que se atualizem e se adaptem. O modelo territorializado é incompatível com a democracia, com a elevação da consciência política, que aponta na direção de uma retomada em novas bases do associativismo popular, hoje menos 'sindical' e mais 'empreendedor'.

Da forma como é retratado no livro e no filme, o modelo das milícias parece ser bem mais econômico. O que é econômico e atraente ainda no modelo de domínio territorializado, e vai ser por muito tempo? O domínio da polícia, que não se restringe às drogas, que abarca todas as atividades econômicas, incluindo as drogas. Ou seja, a milícia. É muito mais efetivo. E o que eles estão fazendo? Eles estão recrutando, empregando traficante.

Essa história de que a milícia é contrária ao tráfico é uma invenção do discurso conservador e autolegitimador das próprias milícias. As milícias ocupam, sobretudo, as áreas abandonadas. Com raras exceções, optam por áreas onde não há resistência [do tráfico].

As milícias são compatíveis com o Brasil do futuro? Não. No dia em que houver instituição policial confiável

e governável, elas não vão se sustentar. Vai ficar caro também, vai ser complicado. Há disputas internas. Há muita delação. A Justiça pode se qualificar.

Isso, repito, não significa que o tráfico não exista, que ele não tenha uma dinâmica própria, que ele não vá controlar várias áreas. No contexto em que afirmo que está em declínio, eu o faço em uma análise prospectiva, uma análise de tendência. Eu acho que "o tráfico já era" como solução para o negócio das drogas ilícitas: o modelo tal qual nós o conhecemos já era. O tráfico de drogas no modelo não territorializado, não. Esse tipo de tráfico, que existe em Nova York e Paris, vai continuar existindo, até no Rio, realizado mesmo pelas próprias milícias, enquanto elas resistirem ao avanço democrático do Brasil.

Em meio aos acontecimentos de novembro no Rio de Janeiro, você publicou um texto em seu blogue em que faz crítica dura e direta à forma como a imprensa cobre a segurança pública no estado. Você acha que a realidade está sendo reproduzida de forma distorcida? A mídia mascara a realidade quando trata o problema como um confronto entre o bem e o mal, as forças da ordem e as da desordem, as polícias e os traficantes. Descrever a situação como uma polaridade desse tipo omite o fato decisivo: o tráfico só existe, no Rio, dominando territórios, porque sempre contou com a parceria de numerosos segmentos policiais, que se tornaram sócios dos criminosos. Essa parceria dissolve a polaridade, converte a polícia em parte do problema e impede a atuação do Estado, enquanto matriz e instrumento da legalidade constitucional. Esse é o centro de nosso problema e nosso maior desafio.

Quando a opinião pública começava a entender, com a ajuda do filme e dos debates que o cercaram (a esfera de alcance do livro é infinitamente menor), que a inexistência da polaridade (polícia x crime) representava o dilema mais grave, sem cujo enfrentamento nada mais que se fizesse poderia ter consistência e sustentabilidade, a mídia empurrava o nível de consciência para baixo, inventando a polaridade e a adornando com a retórica apologética e ufanista de um maniqueísmo primário. Não se trata, portanto, de negar a necessidade de que todos os territórios sejam retomados pelo estado e de que todas as comunidades passem a se beneficiar da plena vigência do estado democrático de direito. Trata-se, sim, de insistir no fato de que essa retomada não se esgota nas favelas. Tem de se estender às polícias, cuja refundação é condição *sine qua non* para que qualquer ação tenha futuro e possa ser conduzida nos marcos da legalidade. Em poucas palavras: parte da mídia fez ficção, onde o filme e o livro fizeram reportagem. Nesse caso, infelizmente, má ficção: previsível, redundante, diluidora da complexidade, vocalizando um triunfalismo de opereta, enquanto os vestígios da verdadeira tragédia escapavam do foco. ■



CULTURÔMICA > FERRAMENTA FAZ BUSCA EM MILHÕES DE LIVROS DIGITALIZADOS

A Babel moderna

O nome do pintor russo de origem judaica Marc Chagall (1887-1985) sofreu grande declínio de citações em livros publicados na Alemanha nazista. As menções ao físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955) ultrapassa aquelas feitas ao naturalista inglês Charles Darwin (1809-1982) no final da década de 1960, mas ambos ganharam popularidade a partir de 1975. No entanto, o nome do psicanalista Sigmund Freud (1856-1939) é campeão de audiência, deixando esses dois cientistas para trás.

Essas quantificações foram obtidas por um programa de busca que, tudo indica, vai permitir que pesquisadores da área de ciências sociais, políticas e humanidades façam estudos quantitativos sobre tendências históricas e culturais. Por exemplo, evolução da gramática, adoção de novas tecnologias, fama, censura, memória coletiva, epidemias, guerras civis, dietas, ciência, política, religião etc. A lista é longa.

A recém-criada área tem nome: culturômica, parte do termo emprestado da genômica, área da biologia que caça e cataloga genes do material genético.

Obviamente – e os autores estão cientes disso –, a nova ferramenta não é uma panaceia: os resultados são apenas um ponto de partida. A ideia, segundo eles, é formular questões quantitativas e obter respostas igualmente quantitativas, o que não dispensaria a velha fórmula da leitura, das páginas folheadas, do manuseio das fontes.

O programa, dizem os autores, tem a capacidade de levantar questões. Exemplo citado no artigo: a frequência da palavra ‘evolução’ cresceu bastante até por volta de 1925; depois, declinou até o final da Segunda Guerra. Os autores se perguntam por quê? Na opinião deles, esse é um dos sem-número de casos que poderiam levar a pesquisas futuras. O ingrediente principal é criatividade.

BILHÕES DE PALAVRAS _ O programa, por exemplo, não é capaz de indicar mudanças de sentido nas palavras. Por exemplo, será que o sentido de ‘átomo’ foi o mesmo ao longo século 19? Quando o termo é citado em um livro na década de 1930, o significado seria equivalente?

Com a ferramenta, os autores do artigo – a equipe de Jean-Baptiste Michel, de Harvard, e colegas – realizaram buscas em 4% de todos os livros publicados até hoje. É um número de respeito, sem dúvida.

O projeto reuniu pesquisadores também integrantes da empresa Google, bem como linguistas, dicionaristas e enciclopedistas.

O banco de dados, que pode ser consultado ou baixado da internet (<http://ngrams.googlelabs.com/>), contém 5 milhões de livros (72% deles em inglês), escritos em sete línguas – o português não está incluído. As obras começam no século 16 e perfazem 500 bilhões de palavras, que, escritas em sequência, cobririam 10 vezes a distância Terra-Lua (380 mil km).

E esses números devem crescer, incluindo nesse banco de dados revistas, jornais e até blogues. O Google tem 15 milhões de livros digitalizados.

Resultados interessantes apresentados no artigo por Michel e colegas: i) cerca de 8,5 mil palavras novas entram na língua inglesa por ano; ii) celebridades estão atingindo o pico da fama mais cedo hoje (no século 19, isso se dava aos 43 anos; na década de 1950, aos 29), mas estão sendo esquecidas com igual velocidade; iii) Freud está mais encravado no imaginário coletivo do que Einstein, Darwin ou Galileu; iv) Chagal é mencionado apenas uma vez entre 1936 e 1944 na Alemanha sob regime nazista, mesmo que a citação de seu nome tenha crescido cinco vezes no mesmo período em língua inglesa.

Science 16/12/11 on-line

MEDICINA

Droga para a síndrome do X frágil

Há poucas décadas, a simples alegação de que uma droga poderia reverter um quadro de retardo mental soaria como ficção — de mau gosto, talvez. Agora, no entanto, os resultados são concretos: portadores da chamada síndrome do cromossomo X frágil mostraram melhoras nos sintomas com apenas um mês de tratamento.

Os portadores da síndrome do cromossomo X frágil apresentam um largo espectro de retardo mental, do leve (dificuldade no aprendizado, problemas na fala e hiperatividade) até o profundo. Afeta mais homens e só perde em frequência para a síndrome de Down.

A equipe de Sébastien Jacquemont, do Centro Hospitalar Universitário Vaudois (Suíça), e Baltazer Gomez-Mancilla, da multinacional farmacêutica Novartis, também na Suíça, testaram a droga AFQ056 — nome provisório e composição ainda em segredo — em 30 pacientes homens, entre 18 e 35 anos, portadores da síndrome do cromossomo X frágil.

Metade dos pacientes tomou primeiramente a droga (quatro semanas) e depois placebo (substância inócua), pelo mesmo período, enquanto o outro grupo iniciou com o placebo e seguiu para a AFQ056, cujo papel é bloquear uma proteína (mGluR5), um tipo de vilã nesse quadro mental.

Em sete dos 30 pacientes, os autores notaram significativa melhora nos sintomas, como diminuição dos movimentos repetitivos para frente e para trás com o corpo, do bater de mãos e das explosões de comportamento. As mães ou responsáveis também relataram que, naquele período de um mês, conseguiram interagir com os portadores.

Por que a droga não agiu em todos? A resposta dos pesquisadores é que seria preciso ter um tipo de mutação especial no gene (FMR1), envolvido na doença — ele está no cromossomo X. Posto de outra forma, para a AFQ056 fazer efeito, esse gene precisaria estar totalmente inativo.

Como qualquer resultado de bancada em medicina, é preciso boa dose de ceticismo e igual quantidade de novos experimentos, para ver se os resultados se repetem. A própria equipe já está tratando do próximo passo: reunir 160 pacientes, que antes passarão por teste genético para se conhecer o gene FMR1. E, desta vez, a droga será ministrada por três meses.



Science Translational Medicine_05/01/11 on-line



FOTO: PETER FANNE

NEUROCIÊNCIAS

Prazer da música no cérebro

Os amantes da música sabem, por experiência própria, que o prazer de escutar essas vibrações mecânicas é um dos mais gratificantes que se pode experimentar. Agora, estudo explica tanto o porquê dessa sensação quanto a razão de a música ser apreciada nas mais distintas sociedades humanas.

O segredo, segundo o estudo, está no fato de o cérebro se inundar com dopamina, um dos vários neurotransmissores que os neurônios usam para enviar sinais químicos uns para os outros. A dopamina está ligada àquele prazer que se tem com um bom prato de comida ou com a surpresa de ganhar grandes somas de dinheiro.

O experimento mediu, com exames de imagens, os níveis de dopamina no cérebro de voluntários em resposta àquele 'arrepio' prazeroso causado pela música que, para muitos, vem da alma e eletriza o corpo. Essa sensação muda a condução elétrica da pele, os batimentos cardíacos e a taxa de respiração, por exemplo.

Os pesquisadores mostraram que, quanto maior essa sensação, mais alta é a quantidade do neurotransmissor no cérebro. Outra conclusão do estudo: a quantidade de dopamina no cérebro é maior quando o ouvinte classifica a música como agradável, em comparação com uma canção 'neutra'.

Os autores mostraram também que mesmo a antecipação do prazer de ouvir uma boa música já é suficiente para banhar o cérebro com mais dopamina. Para os autores, uma forma de ler esses resultados é que eles explicam por que a música é tão apreciada pelas mais diversas culturas.



Nature Neuroscience_09/01/11 on-line

PALEONTOLOGIA

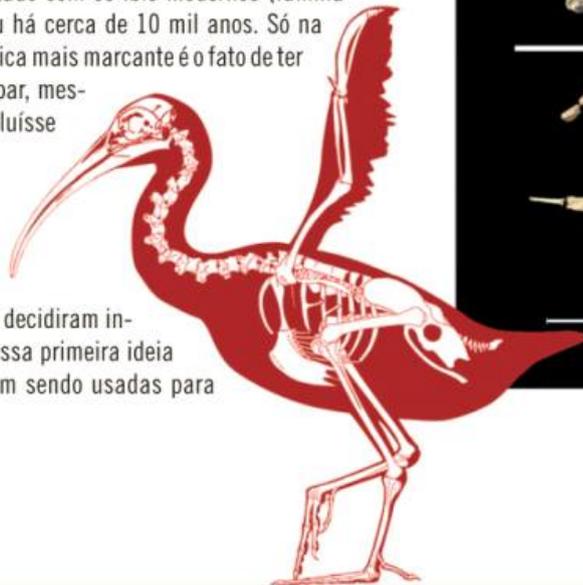
Asas como tacos de beisebol

A expressão 'sair no braço' cabe muito bem para um pássaro pré-histórico da América Central. Suas asas funcionavam como dois tacos de beisebol, para infligir aos adversários golpes tão fortes que seus ossos chegavam a partir.

O *Xenicibis*, aparentado com os íbis modernos (família *Threskiornithidae*), viveu há cerca de 10 mil anos. Só na Jamaica. Sua característica mais marcante é o fato de ter asas longas, mas não voar, mesmo que seu ambiente incluísse diversos predadores.

Por quê?

Pesquisadores da Universidade Yale e Museu Smithsonian, ambos nos Estados Unidos, decidiram investigar o paradoxo. "Nossa primeira ideia era que as asas estavam sendo usadas para



À esquerda, reconstrução do esqueleto da ave com base em fósseis descobertos na Jamaica. Acima, os ossos das asas

ASTROFÍSICA

Sinais do caranguejo cósmico

Em 4 de julho de 1054, o céu deve ter impressionado astrônomos e observadores, segundo relato de cronistas. Estava ali grande ponto de luz, resultado da explosão de uma estrela 10 vezes mais massiva que o Sol. De lá para cá, esse corpo cósmico foi imensamente estudado. Porém, parece que não o suficiente, pois agora se descobriu nele um comportamento anormal e inexplicável.

Os restos daquela explosão deram origem ao que os astrônomos denominam nebulosa – no caso, nebulosa de Caranguejo. Nos últimos nove séculos, esse objeto celeste, também chamado M1, tem emitido radiação de forma muito estável. Na verdade, a máquina mestra nele é um pulsar, estrela de nêutrons, diminuta (10 km de diâmetro), mas su-

perdensa, que, ao girar, emite um pulso de radiação a cada 33 milésimos de segundo. Verdadeiro relógio suíço.

A radiação constante emitida pela nebulosa – que pode ser 75 mil vezes mais intensa que o brilho do Sol – vem de uma chuva de elétrons e antielétrons (pósitrons) que viajam com praticamente a velocidade da luz no vácuo (300 mil km/s), acelerados pelo ambiente inquieto nas proximidades do pulsar.

Mas, nos últimos tempos, a nebulosa tem emitido explosões de raios gama (radiação mais energética que os raios X). Agora, duas equipes de pesquisadores resolveram estudar esse fenômeno mais a fundo, com os telescópios orbitais Fermi (Estados Unidos) e Agile (Itália). Um dos equipamentos não só confirmou as explo-

sões, mas também presenciou outro desses 'soluços'.

Feitos os cálculos e as avaliações, os pesquisadores concluíram que a energia dos elétrons e pósitrons não explica as explosões. Seria necessário que essas partículas tivessem energia impensável. Aí está um mistério, pois nenhum modelo atual da física explica como essas partículas ganhariam tremenda energia tão rapidamente.

Como a nebulosa de Caranguejo consegue fazer isso? A resposta pode vir das próximas observações, pois os telescópios já estão à espreita das próximas 'convulsões' energéticas naquele ponto do céu.

Science_06/01/11 on-line

INCA



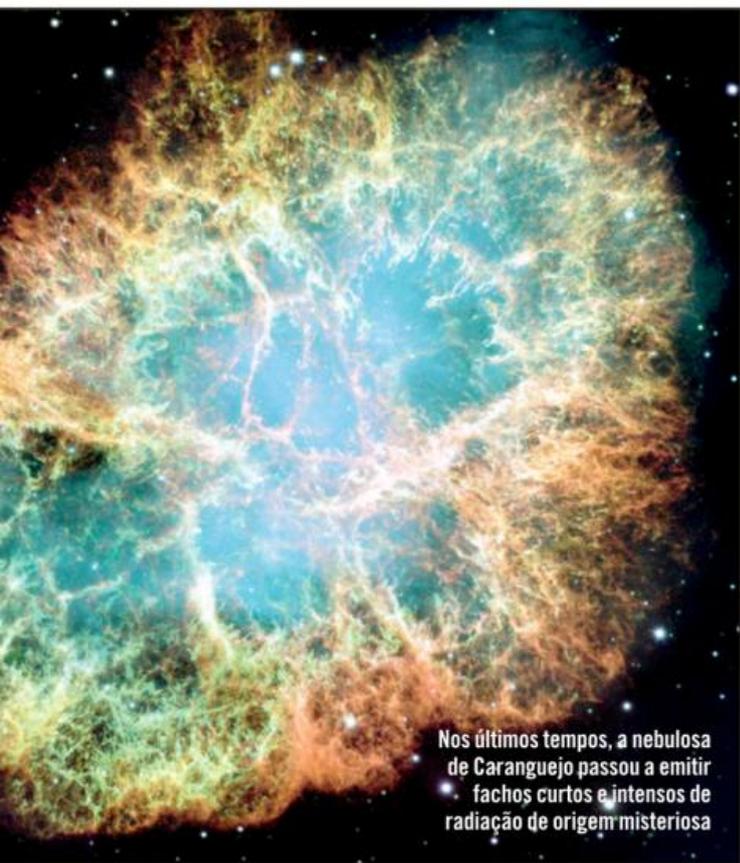
outra coisa”, disse o líder das pesquisas, Nicholas Longrich, de Yale.

A análise dos ossos levou a equipe a concluir que o *Xenicibis* usava suas asas para atacar e golpear outros machos ou predadores, que incluíam até macacos. É o único exemplo conhecido de animal que usa as asas como bastões. O caso é tão estranho que os pesquisadores inicialmente acharam se tratar de deformidade nos ossos.

Do tamanho de uma galinha rechonchuda, o *Xenicibis xympthecus* – nome completo – batia com tanta força que seus ossos chegavam a quebrar, segundo os autores. Antes de deferir a pancada, ele girava a parte superior que se conecta por meio de junta ao restante da asa para ganhar impulso.

Há exemplos de aves que usam as asas para se defender, mas não com esse grau de especialização.

Proceedings of the Royal Society B_05/01/11 on-line



Nos últimos tempos, a nebulosa de Caranguejo passou a emitir feixes curtos e intensos de radiação de origem misteriosa

BIOQUÍMICA

O poder das lágrimas femininas

Resultados de estudo engenhoso feito em Israel tornaram as mulheres ainda mais poderosas. Sinais químicos nas lágrimas delas diminuem a excitação sexual dos homens.

Até agora, as lágrimas eram tidas apenas como sinais visuais de comunicação, para demonstrar o estado de espírito. Porém, a equipe de Noam Sobel, do Instituto Weizmann de Ciência (Israel), achou que a função da composição da lágrima resultante da emoção iria além disso – afinal, no reino animal, há casos de animais (camundongos machos, por exemplo) que usam substâncias presentes na lágrima para atrair parceiros para o acasalamento.

Lágrimas foram coletadas de duas mulheres que assistiram a um filme bem triste – no caso, *O campeão*, de Franco Zeffirelli.

Voluntários (24 homens), entre 23 e 32 anos de idade, cheiraram (10 aspirações) as lágrimas, e um adesivo molhado com elas foi posto sob o nariz de cada um deles, sem permitir que a lágrima tivesse contato com a pele. Um grupo-controle fez o mesmo, mas usando solução fisiológica. Nenhum dos participantes conseguiu distinguir entre o cheiro das lágrimas e o da solução.

Os homens que cheiraram as lágrimas – o estudo era duplo-cego, ou seja, nem pesquisadores, nem voluntários sabiam quem cheirava o quê – acharam fotografias de mulheres menos atraentes sexualmente que o grupo da solução fisiológica. Nos primeiros, também se notou diminuição da taxa de respiração, da temperatura da pele e nos níveis de testosterona na saliva.

No grupo das lágrimas, quando analisadas com aparelhos de imagem, regiões do cérebro (hipotálamo e giro fusiforme) que normalmente respondem à excitação sexual ficaram praticamente inativas quando os voluntários visualizavam fotos eróticas.

Do ponto de vista evolucionário, afirmou Sobel para o serviço *Science Now*, os resultados fazem sentido. Mulheres costumam chorar mais no período menstrual, o que seria uma sinalização aos parceiros de que o sexo naquele momento é inapropriado.

Qual substância na lágrima seria responsável por essa alteração nos homens? Não se sabe.

Os pesquisadores acreditam que as lágrimas de homens e crianças também tenham algum sinalizador químico.

Science_06/01/11 on-line

COURTESY OF SCIENCEFANS



Em A, tubo para coletar as lágrimas das voluntárias que choraram ao assistirem a um filme triste. Em B, adesivo sob o nariz dos voluntários

SINTONIA FINA

Neutrinos Esta coluna nunca escondeu o apreço e a admiração que tem pela mais impressionante das partículas elementares: o neutrino. A novidade da área é que acaba de ser finalizado um observatório que justifica o termo *Homo faber*. Com volume de 1 km³, o IceCube (ou Cubo de Gelo) é um experimento que enterrou, a 1,5 km de profundidade, no gelo antártico, 5.160 detectores, no formato de globos de vidro do tamanho de bolas de basquete. Os buracos foram feitos a jato de água fervente, em um ambiente cuja temperatura média é de 30 graus celsius negativos.

A partir de certa profundidade, o gelo antártico é tão cristalino que o mais tênue fecho de luz pode ser captado a distâncias enormes. O objetivo é capturar sinais fracos desse tipo, que vêm da interação de um neutrino espacial energético com átomos de oxigênio.

Neutrinos são criados por vários objetos cósmicos, como estrelas. A cada segundo, um trilhão deles atravessa nosso corpo, que também os cria. Não interagem com praticamente nada: poderiam atravessar uma parede de chumbo com um ano-luz de comprimento (cerca de 9,5 trilhões de km) sem 'bater' em nenhum átomo do material.

A foto abaixo mostra uma dessas escavações, bem como o último dos detectores ópticos instalado, com a assinatura dos pesquisadores. Os buracos, com o tempo, voltam a se fechar.

Iniciada em 2005, a construção consumiu US\$ 271 milhões (cerca de R\$ 450 milhões). Mas a causa é das mais nobres. O IceCube pretende estudar e – se tudo der certo – resolver grandes mistérios do universo, a saber: i) a origem das partículas mais energéticas conhecidas pela ciência, os raios cósmicos ultraenergéticos; ii) a existência (ou não) de um quarto e misterioso tipo de neutrino – caso exista, será uma complicação sem tamanho para o modelo atual que descreve as partículas elementares; iii) a natureza ainda desconhecida da chamada matéria escura, que forma cerca de 25% do universo e só pode ser detectada pela ação gravitacional que exerce em outros corpos.



FOTOS: DIVISÃO DE FÍSICA

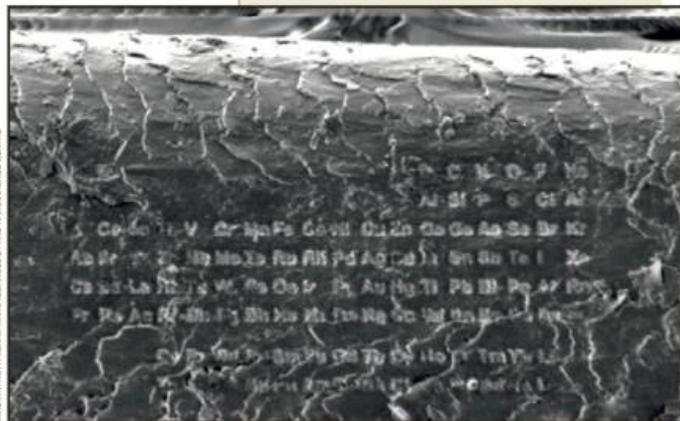


Buraco escavado com jatos de água quente para a inserção dos detectores ópticos do IceCube no gelo antártico

Nanotecnologia

Enquanto aplicações mais sérias da nanotecnologia não chegam – e essa área nos deve longa lista delas –, vai aí um feito que, pelo menos, é curioso. Tida como a menor tabela periódica do mundo, ela foi gravada sobre um fio de cabelo. Obra de pesquisadores do Centro de Nanotecnologia e Nanociência Nottingham, da Universidade de Nottingham (Reino Unido).

A gravação – escavação, na verdade – foi feita com um feixe de íons e o auxílio de um microscópio eletrônico. E lá estão, segundo os autores, os 118 elementos químicos conhecidos até o momento, em um retângulo de 90 micrômetros (milionésimos de metro) de largura e 46 micrômetros de altura. Cada elemento tem largura de 4 micrômetros. Em tempo: o cabelo é do pesquisador Martyn Poliakoff, daquela universidade, e a tabela foi presente de aniversário para ele, especialista em química verde. Um vídeo (em inglês) sobre o processo: <http://bit.ly/hoSBuD>



MARE FRY/NOTTINGHAM NANOTECHNOLOGY AND NANOSCIENCE CENTRE

Astrobiologia

A notícia arrasa quarteirão recente foi o anúncio pela NASA, a agência espacial norte-americana, da descoberta “que iria causar grande impacto na busca por vida extraterrestre”. Obviamente, o alvoroço da mídia foi grande. E igualmente grande foram as críticas da comunidade científica para o anúncio: uma bactéria que usa arsênio em vez de

fósforo em seu DNA (material genético) e, talvez, em outras moléculas de sua constituição.

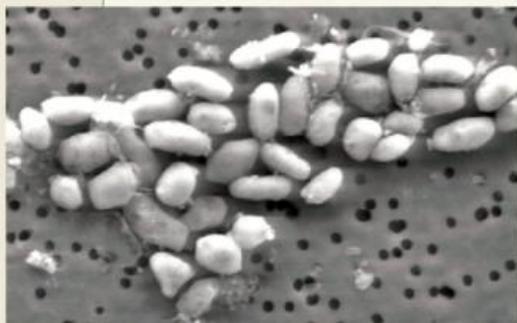
Isolada no lago Mono, na Califórnia (Estados Unidos), rico em sal e arsênio, a GFAJ-1, como foi batizado o micro-organismo da família Halomonadaceae, é o único exemplo de vida conhecido na Terra que usa essa troca para crescer. Portanto, a vida em outros planetas poderia ser baseada em elementos químicos diferentes dos terrestres (carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre e fósforo).

O artigo saiu na *Science* (02/12/10 *on-line*). Ou seja, passou por arbitragem séria. E o time de autores é igualmente qualificado. Mas, de lá para cá, a controvérsia se instaurou. Argumentos contra: o trabalho não usou as técnicas apropriadas; o DNA da bactéria não foi lavado

suficientemente para eliminar contaminantes (no caso, arsênio); o modo como ela cresceu em laboratório foi equivocado.

Agora, a líder das pesquisas, a astrobióloga da NASA Felisa Wolfe-Simon, resolveu falar com a própria *Science*. O que mais impressiona na entrevista é o espanto dela com o assédio da imprensa e o comportamento inadequado de jornalistas no afã de descolar novidades sobre o assunto antes, durante e depois da coletiva de imprensa feita pela NASA para anunciar o fato. Não bastasse isso, diz ela, pesaram também críticas de colegas que descambaram para o ataque pessoal. Ela e os colegas pararam de falar com a mídia. Respostas (em inglês) da equipe para parte dos questionamentos estão em <http://bit.ly/ewAlub>.

Cultura da bactéria GFAJ-1



DOE/SCIENCE SOURCE/JOHN J. MCGHEE/AMERICAN SCIENCE

Universo Se você leu a nota sobre a tabela periódica, nesta seção, provavelmente perceberá a colisão de dois mundos opostos. Esta é sobre a maior imagem do universo já feita até agora, que está aí abaixo. Ela foi divulgada em 11/01 último, na reunião da Sociedade Norte-americana de Astronomia, pela equipe do SDSS (sigla para algo como Levantamento Sloan Digital do Céu).

Um terço do céu está nas imagens, que contêm cerca de 470 milhões de galáxias, estrelas e quasares. A definição é maior que um trilhão de *pixels* – para se ter uma ideia, seria necessário reunir 500

mil TVs de alta definição para enxergá-la em sua resolução total. Cada pontinho das imagens (na parte em laranja) é uma galáxia. A definição é tão alta que um pesquisador pode escolher um desses pontinhos, ampliá-lo, ampliá-lo... e chegará a uma foto ainda com altíssima resolução da galáxia escolhida, com detalhes impressionantes.

Além das imagens, estão sendo distribuídos dados detalhados de objetos obtidos com a técnica de espectroscopia, que decompõe a luz de cada objeto em suas cores. São espectros de 800 mil galáxias, 100 mil quasares e 500 mil estrelas.

Essa é a oitava leva de dados divulgados pelo SDSS e a primeira da fase III, chamada SDSS-III, na qual o Brasil está presente. O Grupo de Participação Brasileiro (<http://bpg.linea.gov.br/>) inclui pesquisadores do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (RJ), do Observatório Nacional (RJ) e de universidades, como a Federal do Rio de Janeiro e a Federal do Rio Grande do Sul.

O SDSS começou ainda em 1998, empregando a então maior câmera digital do mundo (138 *megapixels*), acoplada a um telescópio com espelho de 2,5 m de diâmetro no Novo México (Estados Unidos). De lá para cá, as coisas se modernizaram, com a introdução de novos detectores (espectrógrafos), utilizados pelos quatro projetos da fase III do SDSS.

Até 2014, o projeto promete feitos como a descoberta de cerca de 100 planetas gigantes, estudo detalhado das estrelas da nossa galáxia (Via Láctea) e, quem sabe, o esclarecimento do maior mistério atual da ciência: a natureza da chamada energia escura, responsável por cerca de 70% da composição do universo.

Um *zoom* 'ao revés' da imagem está em <http://bit.ly/fJSzTD>. O feito é de David Hogg e Mike Blanton, ambos da Universidade de Nova York (Estados Unidos).

Em Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia (www.linea.gov.br), o público brasileiro poderá acessar os dados do SDSS-III, que contém todos os catálogos do projeto. Ou pode ir diretamente ao endereço <http://skyserver.linea.gov.br/dr8/> para baixar pedacinhos das imagens – já que as originais têm dezenas de trilhões de *bits*.

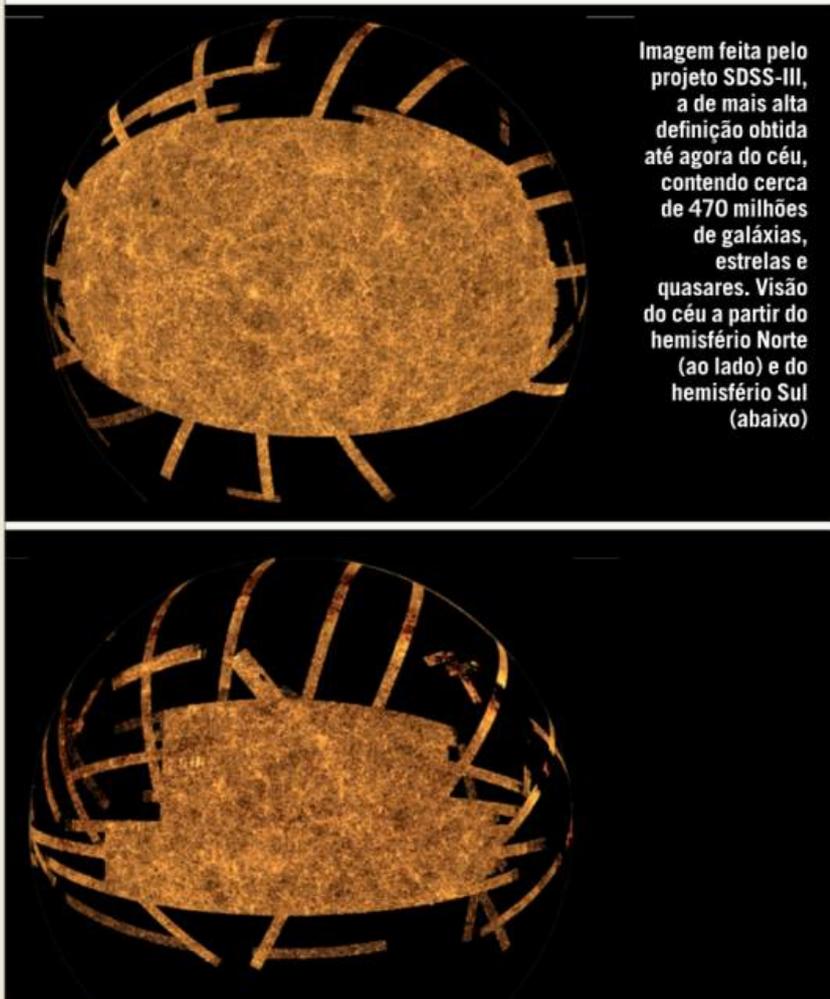


Imagem feita pelo projeto SDSS-III, a de mais alta definição obtida até agora do céu, contendo cerca de 470 milhões de galáxias, estrelas e quasares. Visão do céu a partir do hemisfério Norte (ao lado) e do hemisfério Sul (abaixo)

PHOTO: BOSS, MICHAEL BLANTON AND THE SDSS-III COLLABORATION

Câncer _ Depois de 2015, é possível que, com uma única gota de sangue derramada sobre um *chip*, o médico saiba se seu paciente está com um tumor no início da formação, ou seja, aquele que começou a lançar suas células na corrente sanguínea. Se a colaboração de cinco anos e US\$ 30 milhões (cerca de R\$ 50 milhões) entre o Hospital Geral de Massachusetts, em Boston (Estados Unidos), e duas multinacionais der certo, o teste terá essa altíssima sensibilidade, além de ser rápido, prático e – espera-se – barato.

Em um cenário não tão otimista, o teste, que não é invasivo, será capaz de acusar cerca de 10 células cancerosas por mililitro de sangue. Com essa sensibilidade, o médico poderá controlar o tratamento, ver se a medicação está funcionando e, melhor, colher amostras para examinar o material genético da célula cancerosa, o que é importante para escolher a melhor droga para combater o quadro.

O teste, que serve para tumores sólidos, consiste de um *chip* de silício em que são escavados canais microscópicos, nos quais um tipo de cola retém só células doentes.

Álcool _ David Nutt, professor catedrático de neuropsicofarmacologia do Imperial College, em Londres, escreve artigo corajoso para a *The Scientist* (<http://bit.ly/gqUdL6>). Com o sugestivo título 'Bebidas sintéticas', propõe que a indústria farmacêutica e a academia unam seus conhecimentos para desenvolver moléculas artificiais que tenham a mesma ação do álcool sobre o cérebro, sem os efeitos colaterais da bebida. E mais: que tenha antídoto, o que não ocorre com o álcool.

O cenário descrito por Nutt inquieta: em 10 anos, as mortes por problemas no fígado irão ultrapassar as por doenças cardiovasculares no Reino Unido, onde o álcool ganhou o respeitável título de pior droga entre todas conhecidas.

Nutt se pergunta por que o álcool, com currículo tão danoso, está tão disponível. Em parte, diz ele, autoridades e governos – que insistem em colocar o álcool como alimento/mercadoria e não droga – fingem não perceber o estrago para a saúde pública. Diz que, se o álcool tivesse sido inventado hoje, não passaria pela aprovação de ne-

nhum órgão fiscalizador

– o álcool é convertido em

uma substância extremamente tóxica (acetaldeído) para o fígado e outros órgãos.

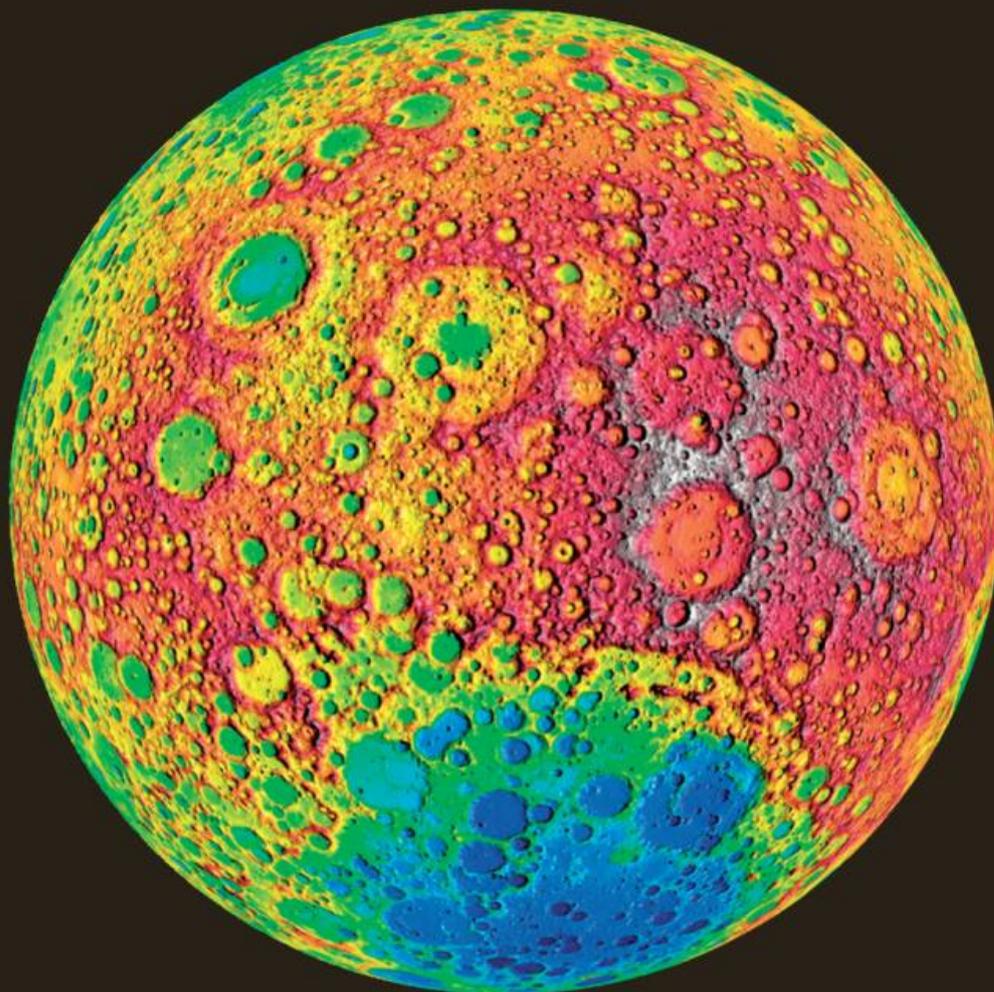
Um dos argumentos comumente usados em defesa do álcool, escreve Nutt, é que a bebida, em pequenas doses e para segmentos da população, traz benefícios para a saúde. Nutt – cujo currículo e posições acadêmicas são invejáveis – diz que esse argumento é provavelmente falso.

No Brasil, vigora a apologia ao consumo – é também opinião desta coluna que a lei 'se beber, não dirija' já é letra morta. A população é bombardeada com propagandas de mau gosto das cervejarias (mulheres seminuas, gente bem-sucedida, alegre e 'esperta' etc.). E há vários paradoxos quanto à política governamental nessa área. Por exemplo, o Ministério da Saúde faz campanha pela prevenção, mas em órgãos federais (universidades, entre elas) vende-se álcool livremente. No mínimo, incoerente.

Para não ficar só no qualitativo duvidoso, cite-se, então, o quantitativo exato (dados publicados em 2004) relativo ao Brasil: cerveja, 54 litros *per capita*/ano; cachaça, 12 litros *per capita*/ano; vinho, 1,8 litro *per capita*/ano. Para estimar o custo social de bilhões de litros de cerveja e cachaça produzidos anualmente aqui, basta olhar os hospitais públicos, institutos médico-legais e os boletins de ocorrências nas delegacias.

Quer dose maior de realidade? Dois artigos sobre a epidemiologia do álcool no Brasil: <http://bit.ly/hHYipn> e <http://bit.ly/ehC97x>.





A lua de Lola Para começar o ano, essa bela imagem da Lua. É a de mais alta resolução feita até agora. O que impressiona é que esse aí é o 'lado escuro' do satélite, a face que não está voltada para a Terra. A foto, colorida artificialmente, foi feita com a ajuda de pulsos de luz *laser* emitidos pelo LOLA (sigla, em inglês, para Altimetro a Laser em Órbita Lunar), um dos instrumentos de alta precisão a bordo da LRO (algo como Sonda de Reconhecimento Lunar), da NASA, a agência espacial norte-americana. Os tons de vermelho mostram as partes mais elevadas (acima de 6 km) e os de azul, as mais baixas. As crateras – foram mapeadas quase 5,2 mil delas – revelam uma história violenta, com inúmeros impactos na região.

Os dados não são meramente ilustrativos. Revelaram aos pesquisadores informações (estrutura da crosta, vulcanismo, produção de calor etc.) sobre a superfície lunar, bem como sobre os primeiros bombardeios sofridos pelo satélite. No passado distante, a crosta da Lua flutuou, afirmam os autores, sobre um oceano de rocha líquida, sofrendo ação gravitacional da Terra – algo semelhante se passou com Europa, satélite de Júpiter.

Esse tipo de mapa ajudará em futuras missões científicas e tripuladas ao nosso vizinho mais próximo, ali a cerca de 380 mil km. E que, por sinal, não é redondo, mas, sim, ovalado, com uma protuberância apontando em direção à Terra.

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

As patentes surgem em função da necessidade de propor soluções para as adversidades criadas pela própria urbanização

FRANKLIN RUMJANEK

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



QUANTO MAIS GENTE MELHOR

A ideia de uma existência arcádica parece não ter muito a ver com a realidade do *Homo sapiens*. As cidades são o tópico principal da série de artigos publicados pela revista científica *Nature* na edição de 21 de outubro último, com o título geral de 'A equação urbana'. O argumento central é o de que a ciência é alimentada pelas cidades e a pesquisa assim gerada é essencial para a sobrevivência destas. Um gráfico apresentado no artigo 'Uma teoria unificada da vida urbana', de Luis Bettencourt e Geoffrey West, por exemplo, mostra que o tamanho de uma população urbana é diretamente proporcional a diversos fatores independentes, que incluem desde o crime e o Produto Interno Bruto até o registro de patentes. Curiosamente, os autores constataram também que, nesse contexto, o que mais influencia essas características sociais é o tamanho da cidade propriamente dito, sendo que sua história e geografia desempenham papéis meramente secundários.

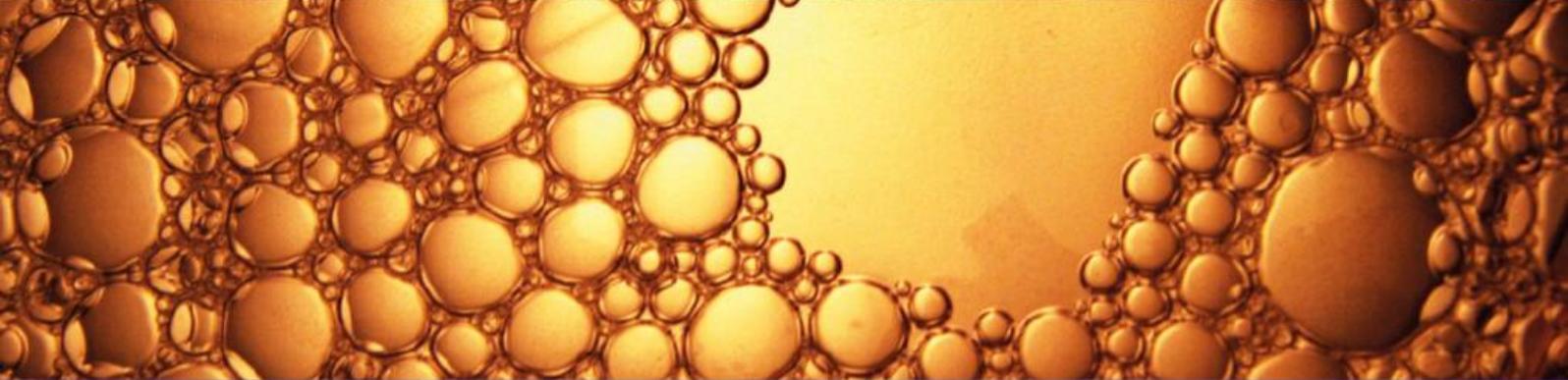
Isso significa que a simples agregação de muitas pessoas já seria suficiente para catalisar processos que parecem ser semelhantes quando várias metrópoles são comparadas. Segundo Bettencourt e West, uma evidência dessa interpretação é o fato de que a urbanização é um fenômeno relativamente recente, o que de certo modo a livra do lastro histórico. Resumindo esse interessante estudo, os autores sugerem que a inspiração civilizatória pode ser a consequência dos desastres sociais típicos das grandes cidades (violência, poluição, doenças etc.). Por esse ponto de vista, o crescimento populacional gera as agruras já conhecidas mas, ao mesmo tempo, também produz – ou tenta produzir – as soluções para os problemas humanos. Tal situação é claramente ilustrada pelas mudanças climáticas, que encontram nas grandes cidades os palcos das ações saneadoras.

O aumento do número de patentes reflete, de certa maneira, o lado prático da produção científica de uma cidade. As patentes surgem em função da necessidade de propor as soluções para as adversidades criadas pela própria urbanização. Entram aí a medicina, a

tecnologia ligada ao transporte de massa, a industrialização de alimentos, a comunicação, a segurança e assim por diante. No entanto, a produção do conhecimento pelo conhecimento (a chamada ciência básica) também é consequência dos grandes aglomerados humanos. Ninguém disputa a noção de que a efervescência intelectual típica dos grandes centros é fruto de mentes que interagem tão melhor quanto mais próximas estiverem. Há exceções, é claro, como o inglês Isaac Newton (1643-1727), que, durante seus *anni mirabiles*, de 1664 a 1666, vivendo em reclusão quase total, revolucionou a física e a matemática.

Mas nem sempre a ciência vive de gênios autossuficientes. Nesse sentido, é oportuno comentar sobre as entrevistas realizadas com alguns cientistas ganhadores do prêmio Nobel e publicadas na *Nature* (edição de 14/10/2010). Dez responderam perguntas sobre qual seria a 'receita' para uma carreira bem-sucedida, e certos tópicos repetiram-se nas respostas, em especial a menção ao cosmopolitismo como essencial à prática científica. Vários expressaram a necessidade de uma abordagem interdisciplinar para tratar as questões científicas. Mais pontualmente, foi considerada muito importante, ou talvez essencial, a colaboração entre pares, com a exigência de que os diferentes especialistas estivessem geograficamente próximos uns dos outros: na mesma cidade ou no mesmo instituto de pesquisa. A influência positiva de grandes corporações (que só floresceram nas grandes cidades), como os laboratórios da empresa Bell, celeiros de pesquisa de ponta, também foi apontada como fundamental para uma ciência de qualidade.

Outra pergunta reveladora desejava saber se, em determinados momentos da carreira dos cientistas, houve algum tipo de bloqueio intelectual. Vários responderam que sim e que quase sempre a salvação veio por meio da exposição a novas ideias e áreas de pesquisa, opção sabidamente facilitada pelas grandes cidades. Difícil viver nelas, impossível fazer boa ciência sem elas. **■**



QUANDO

A QUÍMICA





A busca pela obtenção ou purificação de substâncias acompanhou o progresso material da civilização ocidental e oriental. A química – ainda que como conhecimento meramente técnico – estava ali presente na destilação, na fermentação, na extração, entre outros processos. Do norte da África ao Oriente Médio, e até a China e a Índia, povos – mesmo pré-históricos – praticaram a química ao produzirem sabão, açúcares, corantes, bebidas, vidros, metais... Da Antiguidade ao Renascimento, aquela técnica foi ganhando contornos de ciência, escorando-se, para isso, tanto na alquimia quanto na medicina e na metalurgia. Hoje, a química é um dos pilares do desenvolvimento econômico e tecnológico mundial. Difícil mesmo seria apontar onde ela não está presente em nosso cotidiano, no qual ‘tudo é química’.

Nas páginas a seguir, um breve passeio pela história dessa ciência, que estuda a estrutura e a transformação das substâncias. Inauguramos com este artigo uma série de textos que pretendem comemorar em 2011 o Ano Internacional da Química, proclamado pela Organização das Nações Unidas (ONU), com o objetivo de celebrar os avanços científicos e tecnológicos na área e refletir sobre o papel da química na criação de um mundo sustentável.

NADJA PARAENSE DOS SANTOS

TERESA CRISTINA DE CARVALHO PIVA

Programa de Pós-graduação em História das Ciências, das Técnicas e Epistemologia, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro

ENTRA EM CENA



palavra *chemeia* surgiu pela primeira vez por volta do século 4 e foi empregada por Olimpiodoro de Alexandria, o Velho (c.390-460). Etimologicamente, é possível detectar duas origens para o termo: uma egípcia, em que *kimiya*, que deriva de *chemya*, significa ‘negro’; e outra, oriunda do grego *chymia* (*chimos*), designando a arte relativa aos líquidos, aos extratos.

Nos dicionários, encontra-se geralmente a seguinte definição para o verbete química: “ciência que estuda a estrutura das substâncias, correlacionando-as com as propriedades macroscópicas, e se investigam as transformações destas substâncias”.

Mas, quando se fala de química, qual aspecto se deve destacar? O nível de organização da matéria? O resultado de uma transformação? O produto de uma reação? A fabricação de um objeto? Ou o princípio da criação da matéria em geral?

Pode-se dizer que ‘tudo é química’.

Em consequência da impossibilidade de uma delimitação clara do campo dedicado à química, sua história deve ser entendida no contexto mais amplo, o da história da ciência.

>>>

As origens__O desenvolvimento material da civilização, tanto no Oriente quanto no Ocidente, foi acompanhado do progresso de procedimentos de natureza química para a obtenção de substâncias ou para sua purificação. Processos de destilação, fermentação, redução e extração eram conhecidos pelas civilizações do norte da África, do Oriente Médio, da China e da Índia. Nessa época, não se percebia a química como objeto de investigação, como ocorreu com a física. Mas isso não impediu a formação de respeitável corpo de conhecimentos práticos.

Certas atividades, como a fabricação de sabão por hidrólise de ácidos graxos, a fermentação de açúcares, a produção de corantes e pigmentos, bem como de cerâmicas e vidros, além de técnicas metalúrgicas, já eram conhecidas nas civilizações pré-históricas. A química nessas atividades, porém, era considerada apenas um conhecimento essencialmente técnico.

Quatro elementos, duas forças__Os filósofos pré-socráticos, que viveram na Grécia entre os séculos 7 e 5 a.C., foram os primeiros pensadores a fazerem especulações sobre a origem e a natureza da matéria, percebendo sua transformação e sua relação com o divino.

Uma das contribuições da ciência grega à química é o conceito de elemento. Filósofos, como Tales de Mileto (624-544 a.C.), Anaxímenes (585-525 a.C.) e Heráclito (540-480 a.C.), admitiam um princípio primordial único, enquanto Anaximandro (610-546 a.C.) concebia infinitos princípios. Mas o conceito de elemento que teve maior significado foi o proposto por Anaxágoras (500-428 a.C.) e Empédocles (490-430 a.C.). Eles consentiram não só um número limitado de 'raízes', mas também que todos os objetos e os seres seriam compostos por diferentes proporções de terra, água, ar e fogo, unidos e separados por duas forças: amor e ódio (figura 1).



Figura 1. Filósofos da Antiguidade defendiam que todos os objetos e os seres seriam compostos por diferentes proporções de terra, água, ar e fogo, unidos e separados por duas forças: amor e ódio. Aristóteles adotou a teoria dos quatro elementos, incluindo um quinto, a 'quintessência', o éter, que permeava a matéria

Aristóteles (384-322 a.C.) adotou a teoria dos quatro elementos como modelo para sua explicação da natureza, incluindo um quinto, a 'quintessência', o éter, que permeava a matéria. Ele se tornou um dos mais influentes filósofos gregos, e seus conceitos dominaram a filosofia natural por quase dois milênios após sua morte.

Para Aristóteles, há quatro qualidades da natureza: o calor, a umidade, o frio e a secura. Cada elemento (ou matéria primordial) é caracterizado por duas qualidades. Para exemplificar a teoria, vamos pensar como Aristóteles: o fogo teria as qualidades de ser quente e seco; já a água era qualificada como fria e úmida.

Como todos os materiais eram constituídos por esses quatro elementos em proporções variáveis – a conversão de um elemento em outro se daria pela substituição de uma qualidade por sua oposta –, era possível transformar uma substância em outra. Esse raciocínio, foi a base teórica para a transmutação tentada pelos alquimistas – assim, o chumbo poderia ser transmutado em ouro.

Muitos séculos se passaram até se poder escrever a fórmula química da água como H_2O !

Transmutação e vida eterna__No Egito, a teoria de Aristóteles foi aceita pelos artesãos, especialmente na cidade de Alexandria, que se tornou, depois de 300 a.C., o centro intelectual do mundo antigo. Segundo os artesãos, os metais tendiam a se tornar cada vez mais perfeitos e, assim, progressivamente seriam transformados em ouro. Os alquimistas pretendiam executar essa operação mais rapidamente em suas próprias oficinas, transmutando metais comuns em ouro por meio das reações com ar, água ou ácidos. Essa ideia surgiu em 100 d.C. e dominou o pensamento filosófico.

Um grande número de tratados foi publicado sobre a arte da transmutação e da alquimia. Embora ninguém tenha conseguido transformar metal em ouro, essa busca permitiu o desenvolvimento de processos e aparelhagens químicas.

A ideia de transmutar metais vigorava também na China. O objetivo era similar ao da alquimia praticada no Ocidente: fabricar ouro, mesmo que não fosse pelo valor monetário do metal – na verdade, os chineses acreditavam que o ouro era um remédio que poderia conferir longevidade e mesmo imortalidade.

Disseminação do conhecimento__No século 11, o Ocidente experimentou um renascimento intelectual considerável, favorecido pelo intercâmbio cultural entre os árabes e a região oeste da Itália e da Espanha.

Os monges católicos e os tradutores contribuíram para a transmissão de conceitos filosóficos e científicos da ciência grega na Europa por meio de manuscritos. Muitos desses documentos relatavam procedimentos alquímicos, alguns práticos e outros sobre aplicação das teorias sobre a natureza.

Figura 2. Derrubada do pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), ilustração da obra de Andre Thevet, no livro *Cosmographie universelle d'Andre Thevet*, de 1575. A natureza do Brasil contribuiu para incorporar novas plantas à farmacopeia europeia

Aos conhecimentos alquímicos, os europeus acrescentaram seus estudos empíricos, nascendo, assim, um conjunto de conhecimentos práticos bem mais abrangentes (substâncias, operações, equipamentos).

Novos mundos e renovação

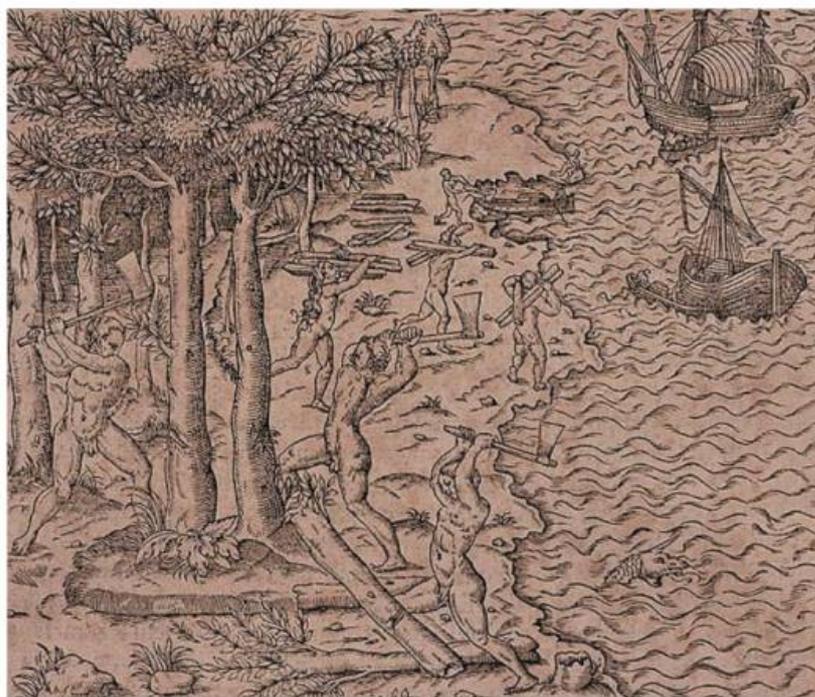
O século 16 foi para a química um período eminentemente prático, apesar de a química ainda estar atrelada à medicina e à metalurgia; porém, já era possível notar o início de uma ciência química independente. Foi ainda naquele século que se instalou e se consolidou a revolução científica, e muitos eventos marcantes ocorreram, entre eles a ampliação do espaço geográfico, consequência das grandes navegações e explorações.

O Brasil foi descoberto e apresentado à Europa por meio da carta de Pero Vaz de Caminha (1450-1500) como a “Nova Terra”. Uma das possíveis origens do nome de nosso país vincula ‘Brasil’ ao pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), conhecido pelos índios como *arabutu*, tendo sido chamado também *brasilicum* pelos tintureiros no século 15, por fornecer um corante vermelho vivo (figura 2).

A natureza exuberante do Brasil contribuiu para incorporar à farmacopeia europeia várias novas plantas.

Ciência independente No século 17, a química atingiu sua independência e, no século seguinte, alcançou a maioridade. A institucionalização da ciência – e, com ela, da própria ciência química – ocorreu, por um lado, nas universidades e, por outro, nas academias de ciências, cujo objetivo comum era o avanço e o progresso das ciências e das artes.

No Brasil, algumas academias científicas foram fundadas. Porém, todas de vida efêmera, como a Sociedade Literária do Rio de Janeiro (1786-1790, e retorno em 1794). Foi também nesse período que atuaram o químico mineiro Vicente Coelho Seabra Teles (1764-1804) – autor do primeiro livro em português baseado nas teorias do químico francês Antoine Lavoisier (1743-1794) –, bem como o naturalista baiano Alexandre Rodrigues Ferreira (1755-1815) e o mineralogista paulista José Bonifácio de Andrada e Silva (1763-1838). Este último, antes de se



FONTE: ANDRÉ THEVET, COSMOGRAPHIE UNIVERSELLE D'ANDRÉ THEVET, 1575

envolver com a política e a independência do Brasil, contribuiu com a química de seu tempo, sendo de sua autoria *Memória sobre os diamantes do Brasil*, de 1792, e *Experiências químicas sobre a quina do Rio de Janeiro*, de 1814 (figura 3).

Com a vinda da família real para o Brasil, foi emitida uma série de decretos e leis responsáveis pelo início da estruturação das atividades relacionadas com as ciências no país. A química passou a ser lecionada nos cursos da Academia Real Militar e das escolas médicas no Rio de Janeiro e na Bahia.

Nas primeiras décadas do século passado, foram criadas as primeiras escolas voltadas para a formação de profissionais da química em nível superior no Brasil. Em 1917, o farmacêutico José de Freitas Machado (1881-1955), professor do curso de Química Industrial e Agrícola da

>>>

Figura 3. Antes de se envolver com a política e a independência do Brasil, o paulista José Bonifácio de Andrada e Silva (1763-1838), mineralogista de formação, contribuiu com a química de seu tempo, publicando *Memória sobre os diamantes do Brasil*, de 1792, e *Experiências químicas sobre a quina do Rio de Janeiro*, de 1814



FONTE: IMAGEM

MARIE CURIE

Legado imensurável

Maria Skłodowska — que hoje o mundo conhece por Marie Curie — nasceu em Varsóvia (Polônia), em 7 de novembro de 1867. Quinta filha de um professor de matemática e física de escola secundária, a menina loura, de feições delicadas — Manya, como era carinhosamente chamada pelos pais e pelos irmãos —, aprendeu a ler com quatro anos e sempre foi a primeira aluna de sua turma no colégio. Além do polonês, dominava mais quatro idiomas: russo, francês, alemão e inglês.

Depois de obter, em 1883, o diploma do curso secundário, deu aulas particulares e, mais tarde, para sustentar os estudos da irmã Bronia na França, foi governanta. Em 1891, aos 24 anos, partiu para Paris, onde se matriculou na Faculdade de Ciências, na Sorbonne, na qual se licenciou em física e matemática.

Em 1893, conheceu o físico Pierre Curie (1859-1906), com quem se casou dois anos depois.

Homenagem ao país natal

O casamento com Pierre deu início a uma das maiores aventuras da ciência. Ela, para sua tese de doutorado, interessou-se pelos 'raios de urânio', descoberta apresentada, em 1896, pelo físico francês Henri Becquerel (1852-1908), para uma Academia de Ciências [de Paris] não muito entusiasmada pelo tema — o interesse naquele momento voltava-se para o tópico seguinte da pauta do dia: os raios X, descobertos por outro físico, o alemão Wilhelm Roentgen (1845-1923), no ano anterior.

Poucos dias depois de iniciar o estudo dos misteriosos raios, Marie descobriu que o tório também emitia raios semelhantes ao do urânio.

Por meio de um medidor muito sensível de cargas elétricas (eletrometro), desenvolvido por Pierre, Marie percebeu que o minério pechblen-

da era mais radioativo — por sinal, termo inventado por ela — do que o próprio urânio. Isso era evidência de que havia ali um elemento irradiador desconhecido.

Em 1898, Pierre e Curie, ao fracionarem aquele minério, descobriram o polônio — homenagem de Marie ao seu país natal —, cerca de 300 vezes mais radioativo que o urânio.

Idealismo, teimosia e renúncia

Idealistas e abnegados, Pierre e Marie se instalaram em um velho galpão insalubre na Faculdade de Medicina, que fora usado para a dissecação de cadáveres. Foi ali que começaram a 'caça' ao elemento rádio. A partir do fracionamento de uma tonelada de resíduo de pechblenda, vinda das minas de Saint-Joachimsthal, da Boêmia (então, no Império Austro-Húngaro), de trabalho duríssimo, o casal obteve um decigrama de rádio puro. Era 1899, e agora esse elemento radioativo — cerca de 100 mil vezes mais radioativo que o urânio — tinha existência oficial.

A glória chegou para o casal em 1903, quando dividiu com Becquerel o Nobel de Física. Meses antes da notícia do prêmio, Marie receberia o título de doutora em ciências físicas, com menção honrosa, pela Universidade de Paris.

Marie Curie demonstrou que boa ciência se faz com determinação, idealismo, teimosia e, sobretudo, renúncia — seus anos como estudante em Paris foram um período de muitas dificuldades financeiras e materiais. Seu trabalho até hoje é sinônimo de todos esses adjetivos que caracterizam os verdadeiros cientistas.

No Brasil

Marie e sua filha Irene Curie (1897-1956) visitaram, depois de breve estada no Rio de Janeiro, o Instituto do Radium, em Belo Horizonte, em 17 de agosto de 1926. No dia seguinte, Marie fez uma conferência na Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais.

O médico brasileiro Álvaro Alvim (1863-1928) especializou-se, em 1897, em física médica com a equipe de Pierre e Marie Curie. Alvim —

Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária, no Rio de Janeiro (RJ), publicou o artigo 'Façamos Químicos', que resultou na criação de vários cursos de química industrial no Brasil.

Em que direção? — A química é atualmente um dos pilares do desenvolvimento econômico e tecnológico mundial. Seja na agricultura, na indústria, na siderurgia, na informática ou na construção civil, não há área ou setor que não use direta ou indiretamente, em seus processos ou produtos, algum insumo de origem química. Sempre com altíssimo grau de desenvolvimento tecnológico e científico, a indústria química transforma grande quantidade de elementos presentes na natureza em produtos úteis à população.

A química permite que substâncias sejam modificadas e recombinadas, por meio de processos cada vez mais avançados, para gerar matérias-primas que poderão ser empregadas na formulação de medicamentos, na produção

de alimentos, na geração de energia e na fabricação de uma infinidade de itens, como utensílios domésticos e artigos de higiene, que estão no dia a dia da vida moderna.

A química leva as pessoas a uma viagem na vastidão de sua aplicabilidade e nas responsabilidades de suas aplicações: a química da água, a química do alimento, a química da saúde, a química dos novos materiais, a química do cotidiano e, principalmente, a química responsável. Reações químicas ocorrem a todo o momento, mantendo o ser humano vivo. E, quando não houver mais química, certamente não haverá mais vida.

A química pode trazer o ponto de equilíbrio para o desenvolvimento sustentável, atuando na elaboração e na produção dos produtos de consumo com novos materiais mais adequados, além de fármacos e produtos químicos intermediários, ambientalmente recomendáveis. Deve-se ressaltar que, já há algum tempo, a química vem trabalhando com a concepção de uma ciência ambientalmente mais recomendável, a chamada química verde.

que ficou conhecido por fazer a primeira radiografia de xifópagas – faleceu precocemente, em 1928, vítima de sua dedicação à aplicação de raios X em diagnósticos médicos. Ele é pai da artista Laura Alvim (1902-1984), cuja residência, em Ipanema, é hoje um dos principais centros culturais da cidade do Rio de Janeiro.

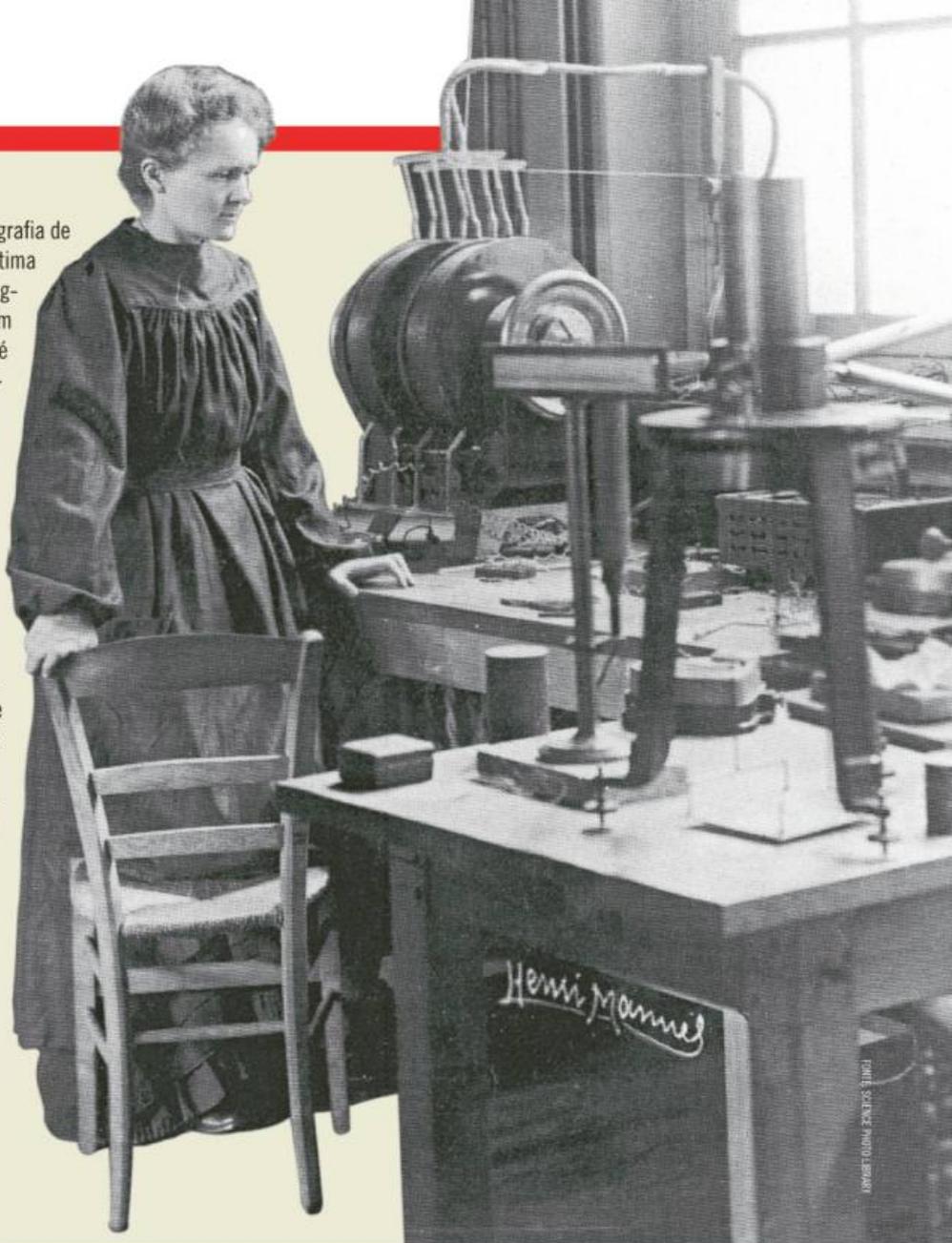
Ano internacional

Irene e o marido, Jean-Frédéric Joliot (1900-1958), receberam, em 1935, um ano após a morte de Marie Curie, o prêmio Nobel de Química, pela obtenção dos primeiros elementos radioativos artificiais – em outras palavras, por mostrarem que elementos estáveis podem ser transformados, por reações nucleares, em radioativos. Assim, de certo modo, reproduziram os feitos e a glória do casal Curie.

Em 1911, Marie Curie recebeu seu segundo prêmio Nobel, este de química, cujo centenário está sendo comemorado este ano, em todo mundo, juntamente com o Ano Internacional da Química, homenagem a essa grande cientista, cujo legado para a ciência moderna é imensurável, bastando citar os diagnósticos e tratamentos médicos resultantes de seus trabalhos que vêm salvando um sem-número de vidas desde então.

ANGELO DA CUNHA PINTO

*Instituto de Química,
Universidade Federal do Rio de Janeiro*



Em cena _ Seja pelas origens da química, pelas teorias dos quatro elementos, pela disseminação do conhecimento ocorrida em função do tratamento empírico dado a ela a partir do século 11, seja por seu nascimento como ciência independente a partir do século 17, o tratamento histórico dado a essa ciência ainda se apresenta como um vasto campo a ser trabalhado.

Muito se escreveu sobre a história da alquimia ou da química (em termos mais modernos). Porém, ainda se sente falta de trabalhos que apresentem a história das ciências e, em particular, a da química no Brasil e na América Latina.

Para a humanidade, independentemente de se ter ou não compreensão disso, ‘quando a química entra em cena’ no cotidiano das pessoas, realmente ‘dá química’. E isso se dá graças às novas descobertas que levam à melhoria da qualidade de vida, descobertas creditadas certamente à constante superação da inteligência do ser humano no desenvolvimento da química ao longo dos tempos. **Di**

Sugestões para leitura

- MAAR, J. H. *Pequena história da química – dos primórdios a Lavoisier*. Florianópolis: Papa-Livro, 1999.
- GOLDFARB, A. M. G. *Da alquimia à química*. São Paulo: Nova Stella, Ed. da Universidade de São Paulo, 1987.
- STRATHERN, P. *O sonho de Mendeleev – a verdadeira história da química*. São Paulo: Jorge Zahar, 2002.
- SANTOS, N. P. Odos; PINTO, A. C.; ALENCASTRO, R. B. de. ‘Façamos químicos – a “certidão de nascimento” dos cursos de química de nível superior no Brasil’. In: *Química Nova*, v. 29, n. 3, pp. 621-626, 2006.
- PIVA, T. C. de C.; FILGUEIRAS, C. A. L. ‘O fabrico e o uso da pólvora no Brasil Colonial: o papel de Alpoim na primeira metade do século XVIII’. In: *Química Nova*, v. 31, pp. 930-936, 2008.



'SALINAS' E 'BAÍAS' DO PANTANAL

Enigma biogeoquímico
parcialmente resolvido



A Nhecolândia, uma das sub-regiões do Pantanal, tem mais de 10 mil lagos com alcalinidade e salinidade muito contrastantes. Alguns, as 'baías', têm água doce e plantas aquáticas, enquanto em outros, as 'salinas', a água é salobra ou salgada e não existe vegetação aquática. Os estudos aqui relatados mostram que essa grande variação do megassistema lacustre tem origem em fatores geoquímicos e biológicos, que aumentam a alcalinidade da água das salinas e induzem um processo natural capaz de selar os espaços vazios na areia do fundo, isolando esse tipo de lago do lençol freático e gerando suas características peculiares.

Teodoro Isnard Ribeiro de Almeida

*Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental,
Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo*

Uma depressão gigantesca formou-se na região central da América do Sul há cerca de 2,5 milhões de anos. Durante sua formação, ela foi sendo preenchida por sedimentos arenosos trazidos por rios. Esse processo levou ao surgimento da maior planície inundável da Terra: o Pantanal Matogrossense. São mais de 200 mil km², a maior parte em território brasileiro. Essa imensa planície está dividida em diversos ambientes com características contrastantes e nomes curiosos: um deles, tema desse artigo, é chamado de Nhecolândia (figura 1).

O nome dessa região pantaneira homenageia Joaquim Eugênio Gomes da Silva (1856-1909), conhecido como Nheco e filho do barão de Vila Maria, Joaquim José Gomes da Silva (1825-1878). O barão tinha grande extensão de terras, mas suas fazendas foram saqueadas e destruídas por tropas invasoras, em 1864, no início da Guerra do Paraguai. O conflito terminou em 1870, deixando toda a região muito empobrecida, mas Nheco, após a morte do pai, decidiu retomar o que restava de sua herança. Em 1880, voltou ao local onde ficava a antiga casa grande do barão e recomeçou o trabalho na terra. Por sua importância na revitalização da região e por sua farta descendência, o popular filho do barão foi informalmente homenageado pelo povo, que passou a chamar de Nhecolândia essa parte do Pantanal.

Ao longo desses milhões de anos, o preenchimento da imensa depressão ocorreu por meio dos chamados leques aluviais: os rios trazem sedimentos e o acúmulo destes faz com que os cursos d'água se desloquem para os lados, em movimentos de vai e vem,

>>>



ADAPTADO DE SILVA E ARBON (1998)

Figura 1. Localização do Pantanal e de suas sub-regiões, com a Nhecolândia em destaque



Figura 2. A estrutura circular ao centro, entre as cidades de Coxim e Corumbá, é o leque aluvial do rio Taquari. A Nhecolândia é o terço inferior desse leque (o quadrado em verde é a região estudada). A imagem é do Satélite Sino-brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS 2)

escolhendo os lugares mais baixos, que assim vão sendo preenchidos, gerando a planície. Existem vários desses leques no Pantanal, mas se destaca o formado pelo rio Taquari (figura 2). De forma circular, com 250 km de diâmetro, abriga dois ambientes muito distintos: um é o Paiaçuás, sub-região de paisagem monótona, com extensas savanas, que contrasta com a inusitada complexidade da Nhecolândia, onde, além de savanas sazonalmente inundadas, limitadas por fragmentos florestais em elevações de até 3 m, são encontrados mais de 10 mil lagos de enorme variabilidade.

Muitos lagos, conhecidos na região como 'baías', contêm água doce e plantas aquáticas. Nesses, o pH (índice da atividade de íons hidrogênio, que mostra a acidez ou a alcalinidade) é variável. Outros, sem vegetação aquática, exibem praias de areia e águas – salobras a salinas – de cores variadas. Estes, chamados de 'salinas', têm água alcalina (o pH pode ultrapassar 10) e mostram intensa atividade fitoplânctônica, em especial na estação seca, quando a evaporação faz aumentar a salinidade e o ambiente fica tão agressivo que sobrevivem apenas organismos mais resistentes, entre os quais se destacam as cianobactérias. Sem competição, estas se multiplicam extraordinariamente (processo denominado floração), chegando a superar 10 milhões de organismos por mililitro. Esses lagos incomuns são estudados desde 1943, mas ainda não são bem compreendidos. Além de curiosos, são numerosos – incontáveis, se forem considerados os menores.

Múltiplas análises – Uma imagem do Satélite de Observação Terrestre Avançada (ALOS, na sigla em inglês) mostra a grande quantidade de lagos na região, entre eles os estudados nesta pesquisa (figura 3). Foram coletadas centenas de amostras de água, submetidas a análises que identificaram suas características químicas e limnológicas, entre outros dados. Também foram realizadas, nos locais estudados, medidas de altitude, de pH e de condutividade elétrica (proporcional à salinidade) das águas dos 57 lagos amostrados (14 deles em diferentes estações do ano) e de outros não amostrados.

A variabilidade das salinas e baías pode ser visualizada em fotografias aéreas feitas em julho de 2008 (figura 4). As diferenças entre esses lagos não estão apenas na aparência, como revelam os dados obtidos nas análises. Entre outras variações intensas, o teor de sódio (Na) mostrou uma diferença superior a 11 mil vezes entre a maior e a menor medição. Em uma das campanhas de pesquisa, em outubro de 2008, a densidade de organismos do fitoplâncton variou de 10,44 milhões de organismos por mililitro em uma das salinas (BA21) a apenas 284/ml em uma das baías (BA36) – quase 37 mil vezes. Outros aspectos estudados confirmam essa extrema variação. A salinidade total, entre as amostras coletadas em todas as campanhas, variou de 13 g por litro (BA21, em outubro de 2008) e 0,007 g por litro (BA27, em julho de 2008). A concentração de clorofila, que indica a atividade do fitoplâncton, apresentou medições de 1,40 a 5.761,4 microgramas por litro.

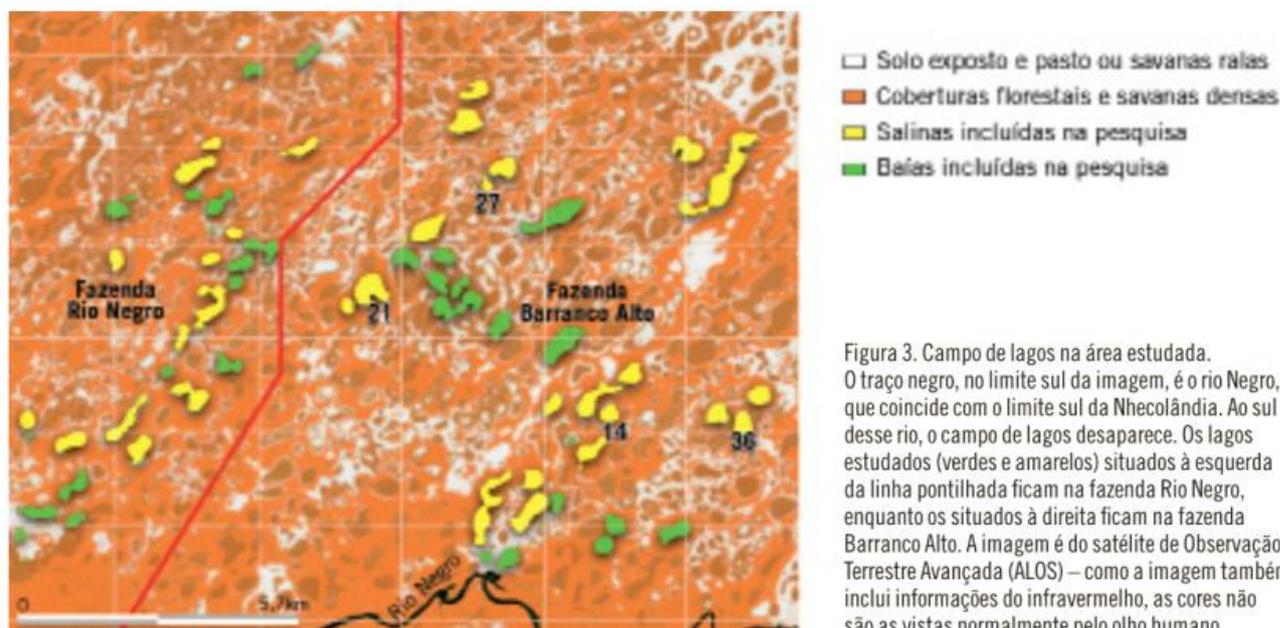


Figura 3. Campo de lagos na área estudada. O traço negro, no limite sul da imagem, é o rio Negro, que coincide com o limite sul da Nhecolândia. Ao sul desse rio, o campo de lagos desaparece. Os lagos estudados (verdes e amarelos) situados à esquerda da linha pontilhada ficam na fazenda Rio Negro, enquanto os situados à direita ficam na fazenda Barranco Alto. A imagem é do satélite de Observação Terrestre Avançada (ALOS) – como a imagem também inclui informações do infravermelho, as cores não são as vistas normalmente pelo olho humano

Os isótopos estáveis de hidrogênio (H) e oxigênio (O) revelaram os diferentes graus de isolamento de salinas e baías. Isótopos são átomos de um elemento que têm diferentes números de nêutrons em seu núcleo; os estáveis são aqueles que não sofrem decaimento radioativo. O hidrogênio tem dois isótopos estáveis: ^1H e ^2H (o número à esquerda indica o número de nêutrons). O segundo (^2H), chamado de deutério, é notavelmente mais pesado que o outro isótopo, mais comum. No caso do oxigênio, o isótopo mais comum (99,8%) é o ^{16}O , que em nosso estudo é comparado com o ^{18}O (o segundo mais comum).

Esses isótopos têm muitas aplicações em estudos ambientais. Nesta pesquisa, eles revelaram a história recente dos processos evaporativos de salinas e baías: como os isótopos têm as mesmas propriedades químicas, a água, ao evaporar, leva preferencialmente os 'leves', deixando a água que resta nos lagos enriquecida em isótopos 'pesados'. Os valores obtidos expressam a diferença da composição isotópica (R) da amostra em relação a um padrão, segundo a fórmula $\delta = (R \text{ amostra}/R \text{ padrão} - 1) \times 1.000$. No caso de oxigênio e hidrogênio o padrão internacional é conhecido pela sigla VSMOW, de *Vienna Standard Mean Ocean Water*, ou Padrão Médio da Água dos Oceanos, estabelecido em Viena, na Áustria, em 1968, em reunião da Agência Internacional de Energia Atômica. As diferenças das composições isotópicas são pequenas e expressas em 'partes por mil' (‰). Assim, quando δ é negativo, a amostra avaliada tem menos isótopos pesados que o padrão internacional, e, quando é positivo, a amostra concentra mais isótopos pesados.

Foram encontrados desde valores próximos aos das águas do rio Negro (típicos de água doce) até valores que indicam ambientes altamente evaporativos, para o ^{18}O (entre -3,11‰ e +13,7‰) e para o deutério (de -29,4‰

a +67‰). Há ainda uma característica muito estranha: as salinas, que raramente secam, são sempre topograficamente mais baixas que as baías vizinhas (figura 4).

A pesquisa de que trata este artigo começou em 2002, mas apenas em 2007 foi formada uma equipe multidisciplinar que, com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), permitiu avançar na resposta ao enigma do título (ver 'Pesquisadores e coautores'). Para isso, foram feitas quatro viagens a campo entre 2007 e 2009 e usados conhecimentos e medições nas áreas de hidroquímica, limnologia e altimetria de precisão. Na última viagem, em período de estiagem extrema, uma salina que não secava há décadas estava inteiramente seca (figura 5).

Sílica e alcalinidade _ Como explicar esses lagos? A primeira pergunta foi: como podem coexistir, em sedimentos porosos e vizinhos, lagos com características químicas, físicas, biológicas e morfológicas tão díspares, e com as salinas sistematicamente mais baixas que as baías. A pergunta é difícil de responder porque, como os sedimentos são porosos, deveria haver comunicação entre os lagos e destes com o lençol freático, e com isso todos teriam a mesma altitude. Mas isso não ocorre em parte dos lagos. Para achar a resposta, foram concebidas e testadas diversas hipóteses de trabalho.

Os isótopos estáveis presentes revelam que a origem da água das salinas, das baías, do rio Negro e de poços da região é a mesma, apenas submetidas a diferentes intensidades de evaporação, o que só pode ser explicado se as salinas estiverem isoladas do lençol freático. Mas por que apenas as salinas estariam isoladas da água subterrânea?

>>>

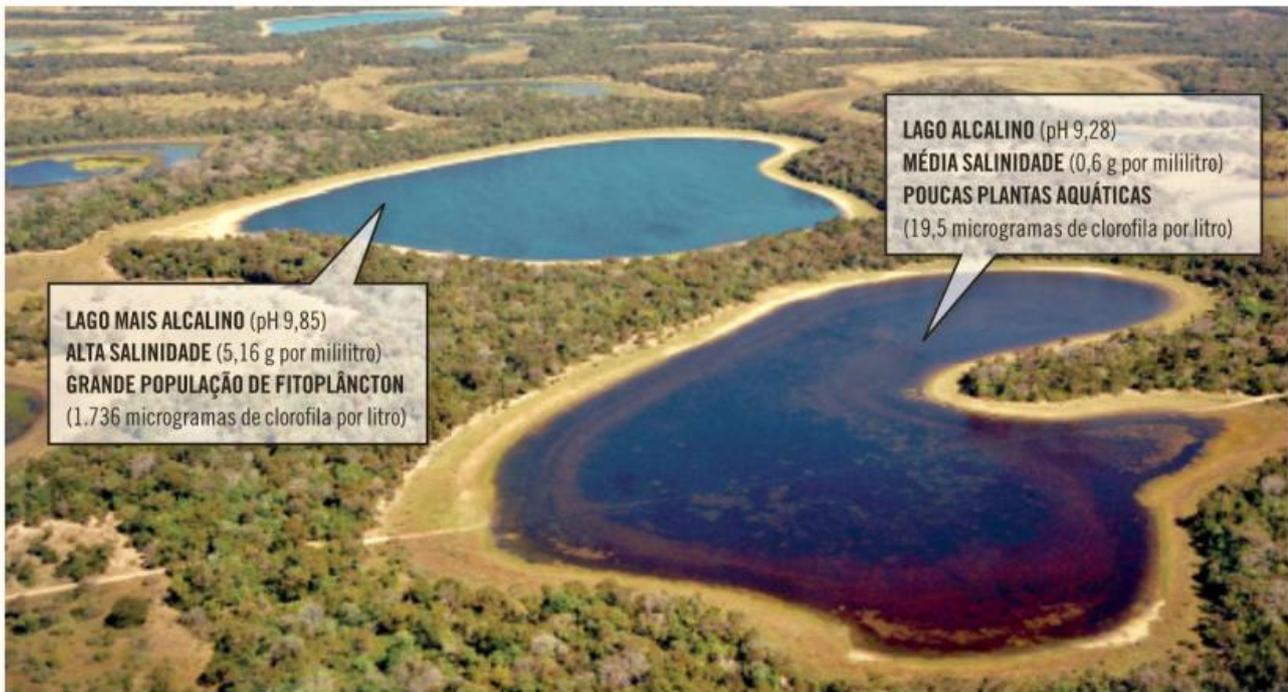


Figura 4. Em primeiro plano, lago salobro (entre baía e salina) com algumas plantas aquáticas. Em azul mais claro, com praias de areia sem vegetação, salina mais alcalina, com grande volume de fitoplâncton (cianobactérias) e com nível d'água 72 cm abaixo do outro lago

Análises feitas nas águas revelaram uma tendência de aumento da quantidade de silício (Si) em solução, sempre associado ao aumento do pH. Qual a origem desse elemento? A única fonte local de silício são os sedimentos do leque aluvial, compostos quase exclusivamente por areia quartzosa, mas a solubilidade do quartzo (SiO_2) é muito baixa. Sabe-se, porém, que esse material fica mais solúvel se o meio se torna muito alcalino (se o pH supera o valor 9,5), condição que ocorre nas salinas da Nhecolândia. Considerou-se então que os íons de silício (Si^{++}) presentes na água têm origem na dissolução da areia no fundo das salinas. Quando a salina seca, esse silício em solução precipita-se, sob a forma de sílica amorfa, ocupa os espaços vazios entre os grãos de areia e solidifica-se. Essa hipótese explica tanto o isolamento das salinas em relação ao lençol freático quanto o rebaixamento de seus fundos.

O processo que envolve o silício também explica por que as salinas são mais perenes.

Em grande parte do ano, elas ficam si-

tuadas abaixo do lençol freático, que exerce uma pressão considerável e termina por alimentar o lago através de pequenas fraturas na 'crosta' de areia e sílica formada no fundo. E não há fluxo d'água relevante no sentido contrário: no período da seca, quando a salina fica acima do lençol freático, as possíveis fraturas são rapidamente 'seladas' pela precipitação da sílica presente na água. Assim, é como se existisse uma válvula unidirecional. Já as baías, que têm fundo poroso, 'sobem' e 'descem' junto com o lençol freático (figura 6).

Nas salinas, o processo depende do pH elevado. Para explicar essa condição, foram identificados dois mecanismos. Um é geoquímico, e está ligado ao binômio déficit hídrico e pobreza em cálcio. Esse elemento, muito comum na natureza, tem papel fundamental para manter o pH das águas naturais entre 5,5 e 8,5. Quando esse valor máximo é ultrapassado, há formação e precipitação de carbonato de cálcio (CaCO_3), por meio da ligação entre íons cálcio (Ca^{2+}) e íons carbonato (CO_3^{2-}), e com isso o pH dimi-

Figura 5. A salina identificada como BA14 tem cerca de 500 m de diâmetro. Em 28 de julho de 2009, estava completamente seca, mostrando no fundo a matéria orgânica negra, resultante da morte de grande população de cianobactérias, e um grande círculo branco de diversos sais no centro





FOTO LUCAS LEONZGER

Figura 6. Em primeiro plano, salina com larga praia de areia (à esquerda) e baía seca (à direita). Logo acima, ao centro, duas baías com anel de plantas aquáticas. A imagem permite observar os numerosos lagos, alguns temporários, e a alternância entre floresta (nas áreas um pouco mais altas) e savanas (em áreas mais baixas)

nui. Se, por algum motivo, o pH cai abaixo de 5,5, ocorre dissolução de CaCO_3 e elevação do pH. Isso significa que, na relativa ausência do íon cálcio (como verificado nas águas da Nhecolândia), não há precipitação de CaCO_3 e o pH aumenta (pode ultrapassar 11, como em lagos africanos). O outro processo tem origem biológica: ao realizar a fotossíntese, os organismos do fitoplâncton absorvem gás carbônico (CO_2) dissolvido na água, e isso aumenta a concentração dos íons CO_3^{2-} e OH^- (hidróxido), e essa absorção pode ser intensa em florações fitoplanctônicas, em especial de cianobactérias. A pobreza em cálcio e as florações de cianobactérias nas salinas da Nhecolândia explicam cientificamente os pHs elevados.

Assim, parece estar explicada a variabilidade dos lagos da Nhecolândia. Apenas a variabilidade... Como explorar de forma sustentada esse ambiente tão único? A pecuária tradicional, que não desmata e apenas introduz gramíneas mais produtivas nas áreas de savana, agride o ambiente, mas permite sua sobrevivência. Nem sempre é assim: nas andanças pela Nhecolândia, os pesquisadores passaram por fazendas que derrubaram todas as manchas de floresta, acabaram com lagos – salinas ou baías – e plantaram gramíneas de modo generalizado, permitindo multiplicar enormemente o número de cabeças de gado por hectare. Nesses locais, nada há além de bois. Não são vistas sequer as onipresentes capivaras, nem mesmo aves. É um deserto verde. Essas fazendas simplesmente destroem irremediavelmente esse ambiente único no planeta, de grande beleza e fragilidade. O Brasil ganhará mais com o ecoturismo na região do que com o gado, que pode pastar em outras vastas regiões sem a riqueza ambiental da Nhecolândia. 

Pesquisadores e coautores

A equipe multidisciplinar, coordenada pelo autor, contou com pesquisadores do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (Ivo Karmann, Joel Barbujani Sígolo, Marcelo Monteiro da Rocha e Reginaldo Antônio Bertolo), da Escola de Engenharia de São Carlos, também da USP (Maria do Carmo Calijuri, Patrícia Bortoletto de Falco e Simone Pereira Casali) e do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (Antonio Conceição Paranhos Filho e Gustavo Ferreira de Souza). Além desses, Elena Kupriyanova, da Academia de Ciências da Rússia, colaborou intensamente, à distância, com aspectos teóricos dos processos biogeoquímicos de alcalinização das águas dos lagos. Todos, assim, podem ser considerados coautores deste texto, como de fato o são dos trabalhos científicos publicados.

Sugestões para leitura

- ALMEIDA, T. I. R.; PARANHOS FILHO, A. C.; ROCHA, M. M.; SOUZA, G. F.; SÍGOLO, J. B. & BERTOLO, R. A. 'Estudo sobre as diferenças de altimetria do nível da água de lagoas salinas e hipossalinas no Pantanal da Nhecolândia: um indicativo de funcionamento do megassistema lacustre', em *Geociências*, v. 28, nº 4, p. 401, 2009.
- ALMEIDA, T. I. R.; KARMANN, I.; PARANHOS FILHO, A. C.; SÍGOLO, J. B. & BERTOLO, R. A. 'Os diferentes graus de isolamento da água subterrânea como origem de sua variabilidade: evidências isotópicas, hidroquímicas e da variação sazonal do nível da água no Pantanal da Nhecolândia', em *Geologia USP*, v. 10, nº 3, 2010.
- FURQUIM, S. A. C.; GRAHAM, R. C.; BARBIÉRO, L.; QUEIROZ NETO, J. P. & VIDAL-TORRADO, P. 'Soil mineral genesis and distribution in a saline lake landscape of the Pantanal Wetland, Brazil', em *Geoderma*, v. 154, p. 518, 2010.
- SILVA, J. S. V. & ABDON, M. M. 'Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões', em *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 33, nº especial, p. 1.703, 1998.

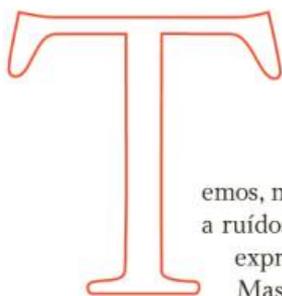


A AUDIÇÃO PEDE SOCORRO

Uma britadeira na rua, a serra elétrica em um canteiro de obras, um caminhão acelerando, explosões repetidas de fogos de artifício, música estridente em uma festa. Esses são exemplos de ruídos aparentemente 'normais' em uma cidade. Muitos os acham incômodos, mas não se preocupam com isso. Deviam se preocupar. Ruídos intensos podem causar danos permanentes em estruturas internas do ouvido, levando a perdas na audição gradativas e irreversíveis. E não só em adolescentes e adultos, mas também em bebês e crianças. Por ocorrerem gradualmente, essas perdas, em geral, só são percebidas quando já é tarde. Como não há tratamento para esse tipo de perda auditiva, a melhor solução é a prevenção.

Keila Alessandra Baraldi Knobel

*Departamento de Desenvolvimento
Humano e Reabilitação,
Faculdade de Ciências Médicas,
Universidade de Campinas*



emos, no português, a expressão 'barulho ensurdecador' para nos referirmos a ruídos desagradavelmente intensos. Até crianças usam derivações dessa expressão quando dizem: "Ele gritou tanto que quase me deixou surdo". Mas quantos entendem o significado literal (e real) dessas expressões?

As lesões auditivas causadas por exposição a ruído intenso em ambientes de trabalho são bem conhecidas e recebem a atenção de médicos, fonoaudiólogos, engenheiros de segurança, empresários e trabalhadores, visando a sua prevenção. Mas será que só o ruído industrial pode provocar perda auditiva? A resposta é bem clara para os especialistas: qualquer som intenso, ruído ou música, dentro ou fora de indústrias, pode lesar as estruturas do ouvido e, com isso, levar a perdas auditivas irreversíveis e a problemas como o 'zumbido'.

Por essa razão, o termo 'perda auditiva induzida por ruído' foi substituído por 'perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevada' (ou PAINPSE), para caracterizar a perda auditiva decorrente da exposição repetida a sons intensos. Já a perda auditiva causada por exposição única a sons intensos, como explosões e tiros, é chamada de 'trauma acústico'. A ocorrência de PAINPSE e de trauma acústico depende do tipo, do tempo e da intensidade da exposição ao som, assim como da suscetibilidade de cada indivíduo.

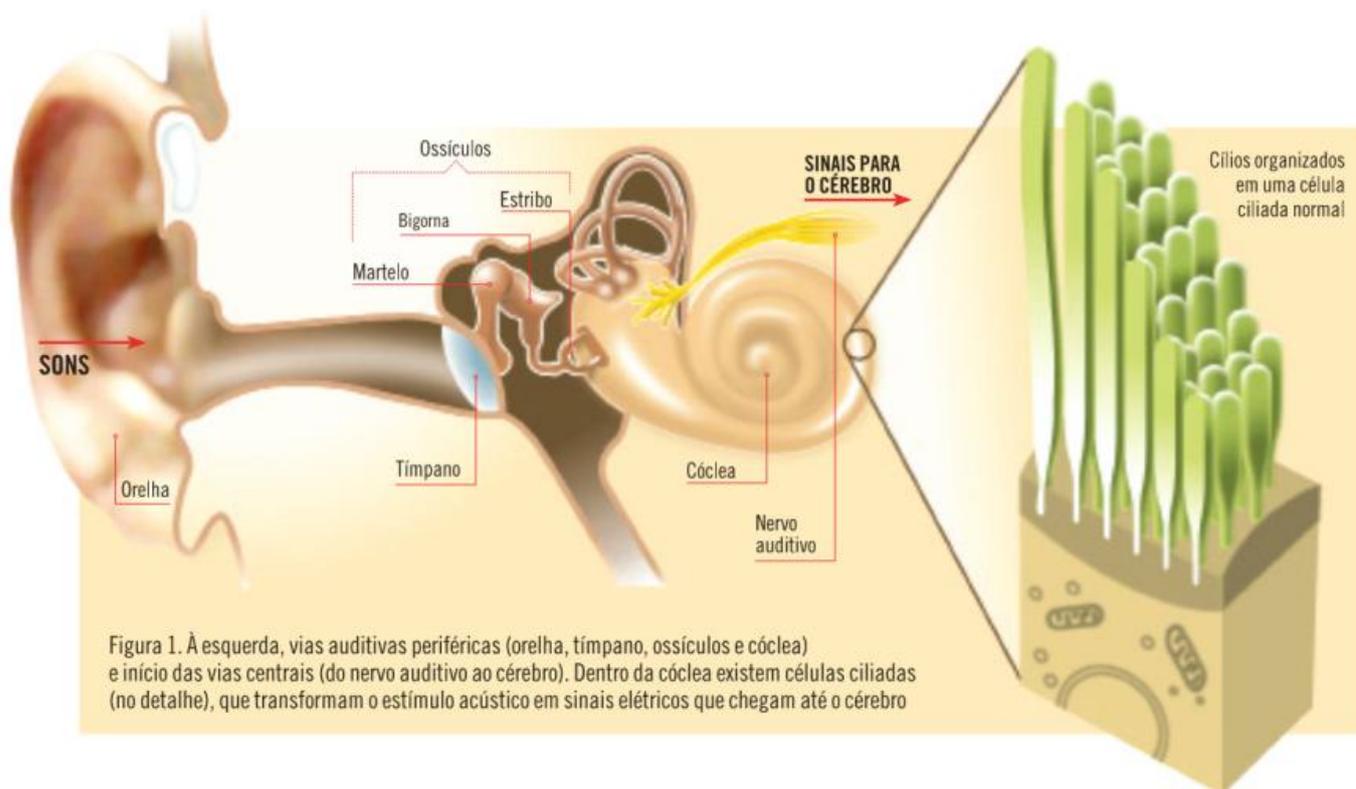


Figura 1. À esquerda, vias auditivas periféricas (orelha, tímpano, ossículos e cóclea) e início das vias centrais (do nervo auditivo ao cérebro). Dentro da cóclea existem células ciliadas (no detalhe), que transformam o estímulo acústico em sinais elétricos que chegam até o cérebro

ILUSTRAÇÃO: FERNANDO ALMEIDA

Enquanto no trauma acústico as queixas de sintomas como 'ouvido tapado' e 'zumbido' são praticamente imediatas, a PAINPSE se instala gradualmente. A princípio, pode haver um rebaixamento temporário da capacidade auditiva (com a sensação de ouvido tapado) após a exposição a sons intensos, mas com melhora em menos de 24 horas. Mas a exposição repetida a sons intensos danifica permanentemente estruturas internas do ouvido, principalmente na região responsável pela percepção de sons agudos. Como a maioria das pessoas demora muitos anos para perceber os efeitos da exposição continuada a sons intensos, a percepção do risco acaba se enfraquecendo. Assim, embora as pessoas saibam que sons intensos prejudicam a audição, acreditam que nada está acontecendo com elas.

Em 1994, o Comitê sobre Ruído e Saúde (Committee on Noise and Health), um órgão internacional ligado ao Conselho de Saúde da Holanda, investigou as evidências científicas de efeitos, na audição e na saúde em geral, da exposição a ruídos. Esse estudo concluiu que há evidências suficientes de que a exposição a sons ambientais acima de 70 decibéis (dB) pode levar a perda auditiva, hipertensão arterial, doenças cardíacas isquêmicas, incômodo, diminuição de desempenho escolar e distúrbios do sono – o decibel é uma unidade de grandeza (em escala logarítmica) usada em várias áreas, em especial em telecomunicações, eletrônica e acústica. Em acústica, essa unidade indica a intensidade dos sons.

Agora responda: enquanto você lia estas informações sobre os efeitos dos sons na audição, pensou em pessoas de que idade? A maioria de nós pensa logo em adolescentes (com seus *ipods* e festas ruidosas, por exemplo) e adultos (em fábricas e espetáculos de *rock*, por exemplo), mas quantos pensam em crianças e bebês? Enquanto pais e especialistas discutem os riscos – não menos importantes – da exposição de crianças a toxinas contidas em alimen-

tos industrializados e à poluição do ar nas grandes cidades, seus filhos se expõem, muitas vezes com sua permissão ou até contra a vontade da criança, a sons potencialmente danosos ao aparelho auditivo.

Nas últimas décadas, várias pesquisas ao redor do mundo mostram que crianças e adolescentes vêm sendo expostos a níveis de pressão sonora elevados, e que são vulneráveis a essas exposições. Uma grande pesquisa, nos Estados Unidos, estimou a prevalência representativa da PAINPSE em mais de 5 mil crianças de seis a 19 anos. Os pesquisadores estimaram que 12,5% da população avaliada tinha PAINPSE em um ou nos dois ouvidos e que mais de 8,5% das crianças de seis a 11 anos apresentavam um rebaixamento temporário da capacidade auditiva, forte indício de sofrimento do sistema auditivo em decorrência da exposição a sons intensos.

Segundo estudo realizado no sul do Brasil, envolvendo 506 crianças de cinco a 12 anos, aquelas com histórico de exposição a ruídos intensos têm probabilidade 1,8 vez maior de apresentar zumbido (e 2,4 vezes maior de sentir incômodo por causa deste), em relação a crianças não expostas a ruídos intensos. A ocorrência mais frequente de exposição a ruído, nesse estudo, estava relacionada a fogos de artifício.

Como o som intenso afeta o ouvido

A via auditiva é dividida em via periférica (orelha, tímpano, ossículos e cóclea) e via central (do nervo auditivo até o cérebro) (figura 1). Dentro da cóclea está o órgão de Corti, com cerca de 15 mil células ciliadas muito bem organizadas, e cada célula dessas tem dezenas de cílios conectados entre si por microligamentos. A estimulação sonora provoca inclinação dos cílios, o que induz uma série de reações eletroquímicas, gerando um impulso elétrico. A partir daí, neurotrans-

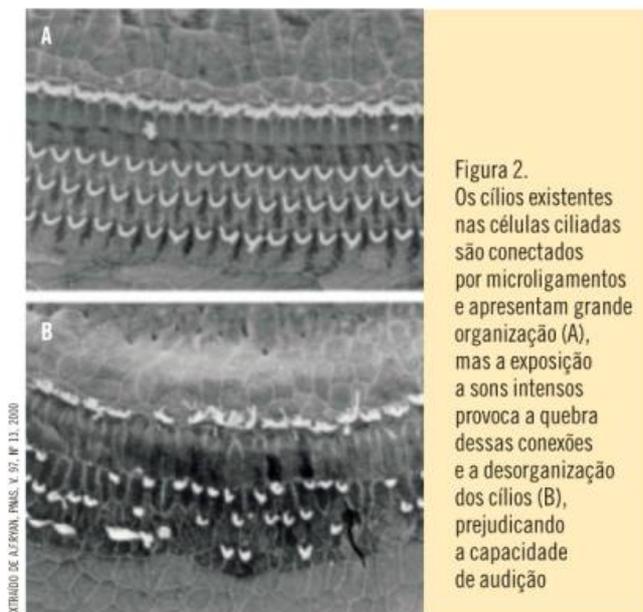


Figura 2. Os cílios existentes nas células ciliadas são conectados por microligamentos e apresentam grande organização (A), mas a exposição a sons intensos provoca a quebra dessas conexões e a desorganização dos cílios (B), prejudicando a capacidade de audição

EXTRATO DE NEFON. PNAS, V. 97, Nº 13, 2000

missores são liberados e um sinal elétrico correspondente àquele som é enviado ao sistema nervoso central.

A exposição a sons intensos provoca modificações estruturais e metabólicas no órgão de Corti. As células ciliadas (figura 2) podem sofrer alterações no citoplasma e no núcleo, além de edema (acúmulo de líquido) e mudanças de permeabilidade na membrana. Sinais visíveis de superestimulação acústica podem ser vistos na fotografia, acima. A comparação com a ilustração logo à esquerda, de células ciliadas normais, deixa evidente a desorganização dos cílios da célula ciliada. Portanto, estes não podem mais abrir e fechar os canais iônicos da célula, deixando de funcionar como receptores sensoriais. Como essas células não se recuperam desse estado, elas se autodestroem – não há possibilidade de regeneração ou de crescimento de novas células. Ou seja: sons intensos provocam lesões irreversíveis.

A superestimulação acústica também causa danos em vasos sanguíneos locais e aumenta a liberação de radicais livres (tóxicos para os tecidos) e neurotransmissores em excesso. Esses efeitos podem levar a alterações das vias auditivas centrais, com prejuízos para a audição. Além disso, é importante considerar que qualquer alteração na via auditiva periférica pode ter impacto significativo na via central.

Quando um som é de fato intenso? Há no Brasil limites legais para a exposição a sons contínuos ou intermitentes, estabelecidos em portaria do Ministério do Trabalho (3.214, de 8 de junho de 1978). A portaria aprova a Norma Regulamentadora nº 15 (NR 15), que dispõe sobre atividades e operações insalubres, e o Anexo I dessa norma define que uma pessoa pode permanecer com segurança em um ambiente com sons de 85 dB durante oito horas por

dia. A cada 5 dB a mais na intensidade do som, o tempo de tolerância cai pela metade (se o som alcançar 110 dB, a tolerância será de apenas 7 minutos).

O problema é que a tabela foi elaborada considerando o risco de rebaixamento auditivo em adultos por exposição a ruídos ocupacionais, ou seja, por exposição a sons durante sua atuação profissional (cerca de 35 anos). A dose de exposição que uma criança pode acumular é muito maior que a prevista para adultos, pois elas têm a vida toda pela frente. Além disso, o padrão de exposição a sons intensos, no caso de crianças, é diferente do observado em adultos em ambiente de trabalho. Some-se a isso a suposição de que a via auditiva das crianças é mais sensível a sons intensos que a dos adultos (como mostraram estudos com animais).

O critério de determinação de normalidade de audição também é diferente nos dois casos. Os limiares audiométricos, ou seja, os sons mais fracos que o indivíduo pode perceber, não são os mesmos para adultos e crianças. Embora não haja consenso a respeito, espera-se que crianças percebam sons tão ou mais fracos que 15 dB entre as frequências de 250 Hz (grave) e 8 mil Hz (agudo), enquanto, para adultos, considera-se normal a percepção de sons de 25 dB ou menos. Em outras palavras, admite-se que os limiares de audição do adulto normal sejam piores que os da criança normal. Portanto, precisamos de limites de risco mais conservadores se quisermos realmente prevenir a PAINPSE em crianças.

As situações de risco de exposição de bebês e crianças a sons de intensidade elevada são muitas, desde as unidades de tratamento intensivo (UTI) neonatais até festas, eventos esportivos, aulas de música e dança (ou outras aulas, que envolvam uso de máquinas, como marcenaria), aparelhos de som (com ou sem fones de ouvido), cinemas, teatros, bailes infantis de carnaval e fogos de artifício. Até em atividades recreacionais o som pode ser excessivo, como em salões com brinquedos eletrônicos e no uso de veículos infantis motorizados e de brinquedos sonoros (que às vezes alcançam alarmantes 105 dB). Acompanhar os pais em espetáculos musicais e de fogos de artifício, em eventos esportivos ou até no ambiente de trabalho (como o de marceneiros, mecânicos e outros) também pode trazer riscos à audição das crianças.

Conceito do 'risco' e mudança de atitude

As impressões a respeito de riscos (figura 3) e de como lidar com eles estão profundamente relacionadas a estratégias de sobrevivência e dependem de fatores psicológicos, biológicos, culturais e sociais. Isso inclui o conhecimento do risco, as normas e os valores de uma sociedade. O risco contido na exposição a sons intensos é real, mas a criação do conceito de que se expor a sons intensos é arriscado depende da construção social dessa ideia.

>>>

Infelizmente, a construção do risco não depende diretamente da experiência individual. Quem nunca sentiu o ouvido tapado ou um apitinho nos ouvidos após uma festa de casamento 'animada' ou na volta de um concerto que 'arrebentou'? Mesmo assim, todos acham que explosões de rojões, música alta e voz elevada são sinônimos de animação e diversão. Uma das dificuldades para a conscientização das pessoas a respeito dos efeitos dos sons intensos sobre a audição é que, a princípio, os sintomas do sofrimento da via auditiva são passageiros. A instalação da perda auditiva é gradual e no começo esta afeta apenas as frequências agudas. As dificuldades de comunicação resultantes da instalação dessa perda auditiva somente serão sentidas depois de muitos anos.

Pesquisa realizada pela Escola de Medicina da Universidade Harvard, nos Estados Unidos, na qual quase

9,7 mil adolescentes e jovens responderam a um questionário pela internet, mostrou que apenas 8% deles consideraram a perda auditiva "um problema muito grande". A maioria dos participantes já tinha tido sintomas auditivos como zumbido e perda de audição após ir a concertos (61%) e boates (43%), mas apenas 14% usavam protetores auditivos nessas situações.

Estudantes e pais de estudantes do segundo ao quinto ano do ensino fundamental de escolas públicas e privadas de Campinas (SP) estão sendo entrevistados pelas autoras. O objetivo dessa pesquisa da Unicamp, financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), é descobrir quais são as queixas auditivas dessas crianças, seus hábitos e preferências quanto à exposição acústica e suas crenças a respeito dos efeitos do som intenso sobre a via auditiva. Embora o estudo esteja em andamento, resultados preliminares mostram que crianças e pais têm uma noção muito

clara de que sons intensos fazem mal ao ouvido, mas esse conceito não é suficiente para evitar a exposição a sons intensos ou adotar medidas de proteção auditiva.

Como formar o conceito de risco é um tema muito discutido, e existem várias teorias. Teorias de comunicação em saúde, por exemplo, dizem que, para mudar um comportamento de risco, o indivíduo deve ser exposto à informação ainda na infância, em várias ocasiões e por meios diversos.

A educação tem se mostrado o único meio eficaz para mudar comportamentos de risco. Embora as crianças sejam mais propensas a desenvolver atitudes e comportamentos saudáveis, quando educadas para isso, o envolvimento de pais, professores e profissionais da saúde que lidam com crianças (pediatras, fonoaudiólogos, enfermeiros) é fundamental para o sucesso do programa. A educação a respeito da conservação auditiva pode ser feita com os pais em vários momentos: na triagem auditiva feita

Figura 3. Um 'termômetro' sonoro mostra a intensidade de alguns sons (em decibéis) a que as pessoas podem ser expostas em seu cotidiano



ainda na maternidade, em campanhas de vacinação, no acompanhamento pediátrico, em reuniões escolares etc.

As crianças podem ter contato com um programa de conservação auditiva ainda na pré-escola, por meio da professora, da enfermeira da escola ou de fonoaudiólogos em aulas especiais, com atividades lúdicas. No ensino fundamental, a conservação auditiva pode ser abordada com maior profundidade e com um apelo para a atuação da criança em situações de risco: diminuir o volume da música, afastar-se da fonte sonora ou usar protetores auditivos.

A prevenção de PAINPSE tem sido recomendada por especialistas há décadas. A implantação de programas de conservação auditiva na infância pretende prevenir a incidência do problema não apenas na infância e adolescência, mas também na vida adulta. Nos Estados Unidos, há pelo menos 10 organizações que oferecem programas de prevenção de PAINPSE em crianças e adolescentes e pelo menos 18 outras que produzem ou disseminam materiais sobre prevenção desse tipo de perda auditiva que podem ser usados em sala de aula. Ainda assim, a prevenção da PAINPSE não faz parte do currículo escolar daquele país.

No Brasil, uma das diretrizes da política de atenção à saúde é promover saúde auditiva, 'prevenir' e identificar precocemente problemas auditivos. No entanto, não existe no país nenhum programa oficial de prevenção de perda auditiva por ruídos constantes ou repetitivos voltada para crianças e adolescentes. Na realidade, esse é um tema que apenas recentemente começou a ser abordado em eventos científicos, e ainda está longe de alcançar a população em geral. Pretende-se, com o resultado da pesquisa sobre queixas auditivas, hábitos e crenças de crianças e de pais em relação à exposição sonora que está sendo conduzida na Unicamp, elaborar ou traduzir e adaptar culturalmente um programa de conservação auditiva específico para a realidade brasileira.

Você faz a sua parte? _Você se lembra da época em que andar de carro sem o cinto de segurança e fumar ao lado de crianças eram comportamentos considerados normais? A mudança, nesses casos, não se deu apenas pela aplicação de multas. Isso aconteceu por conta da educação que a atual geração de adultos recebe desde a infância e do esforço contínuo das autoridades. Será que algum dia nos lembraremos do tempo em que crianças eram levadas para matins de carnaval com música ensurdecadora? Da época em que bebês e crianças presenciavam de perto a chegada do Ano Novo em meio a fogos de artifício?

As responsabilidades do cidadão consciente são tantas! Além de produzir menos lixo, reciclar, usar menos o carro, fechar a torneira e apagar as luzes, agora todos podemos, e devemos, pensar no barulho que ajudamos a propagar e como proteger (ver 'O que fazer?') nossa audição e a de nossos filhos! 

O que fazer?

Ensinar os filhos a produzir menos ruído e a respeitar o espaço (até sonoro) dos outros é fundamental para que, em médio e longo prazos, tenhamos um mundo mais silencioso.

Mas os adultos precisam dar o exemplo. Quando promover encontros e festas, mantenha (a todo custo!) a música em um volume que permita que as pessoas conversem sem ter que gritar.

Em bares, festas e espetáculos, fique longe das caixas de som e saia do ambiente por alguns minutos a cada hora, para dar um descanso a seus ouvidos.

Se você não conseguir se comunicar bem (sem ter que gritar) com alguém a 1 m de distância, o som de fundo está provavelmente acima de 85 dB.

Carregue com você pares de protetores auditivos e não hesite em usá-los em qualquer ambiente com som alto (inclusive em academias). Há modelos de colocação no canal auditivo, vendidos em farmácias e em lojas de materiais de construção. Para crianças, que têm condutos auditivos menores, recomendam-se protetores do tipo concha (colocados sobre as orelhas), protetores usados para natação (comprados em farmácia, lojas esportivas ou feitos sob medida por fonoaudiólogos). Atenção: algodão e lenços de papel colocados dentro do ouvido não funcionam. Em último caso, tampe os ouvidos!

Ouvir música não faz mal. O que faz mal é ouvir música alta por muito tempo. Quanto maior o volume da música, menor deve ser o tempo de escuta.

As pessoas tentam encobrir os ruídos ambientais com a música, e por isso acabam exagerando no volume desta. Fones de ouvido com canceladores de ruído minimizam esse problema.

Lembre-se: as crianças que estão a seu lado estão expostas exatamente ao mesmo som que você, mas podem sofrer ainda mais com essa exposição.

Sugestões para leitura

MORATA, T. C. & ZUCKI, F. (orgs.). *Caminhos para a saúde auditiva: ambiental-ocupacional*. São Paulo, Plexus, 2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Secretaria de Atenção à Saúde). *Perda auditiva induzida por ruído (Pair)*. Brasília, Ministério da Saúde, 2006 (disponível na página http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/06_0444_M.pdf).

FOLMER, R. L. 'The importance of hearing conservation instruction', em *The Journal of School Nursing*, v. 19, nº 3, 2003, p. 140.

VEJA MAIS NA INTERNET

>> Dangerous decibels (página, em inglês, sobre conservação auditiva para crianças): <<http://www.dangerousdecibels.org/>>

100 ANOS COM O NÚCLEO ATÔMICO

Há exatos 100 anos, um dos maiores cientistas de todos os tempos, o físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937), faria um anúncio que mudaria para sempre os rumos da ciência: o átomo tem uma região central ultraminúscula, na qual está concentrada toda sua carga elétrica e praticamente toda sua massa. Esse caroço central foi batizado por ele de núcleo atômico.

O conhecimento sobre essa diminuta região de matéria e as tecnologias daí decorrentes vêm desde então proporcionando à humanidade melhor saúde, conforto e bem-estar.

Odilon A. P. Tavares

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (RJ)

FIGURA 1. BREVE CRONOLOGIA SOBRE A FÍSICA ATÔMICA NO PERÍODO 1896-1910

No final do século 19 e início do século 20, importantes descobertas, tidas mesmo como revolucionárias na ciência, foram feitas sobre fenômenos inteiramente novos, que chegaram a causar nos cientistas da época certa perplexidade, espanto e até mesmo ceticismo



J. J. Thomson (1856-1940) concluiu que os raios catódicos são corpúsculos menores que o átomo. Mais tarde, essas partículas ganharam o nome elétron.

Becquerel identifica os raios beta como sendo elétrons energéticos.

1896



O físico francês **Antoine Henri Becquerel** (1852-1908) descobre a radioatividade, um novo tipo de radiação, invisível, espontânea, de origem desconhecida, emitida pelos sais de urânio e de tório, dois elementos então conhecidos.

1897



1898



O físico francês **Pierre Curie** (1859-1906) e sua mulher, a física e química polonesa **Marie Skłodowska Curie** (1867-1934), descobrem dois novos elementos radioativos, o polônio e o rádio; e Rutherford conclui que as radiações do urânio eram de dois tipos, ambas de natureza corpuscular, nomeando-as raios alfa e beta.

1900

E

m 1898, Rutherford, então com 27 anos, aceitou o honroso cargo de Professor na Universidade McGill, em Montreal (Canadá), onde permaneceria por nove anos. Três anos antes, ele havia sido agraciado com uma bolsa de estudos e deslocou-se de Christchurch (Nova Zelândia), onde havia se formado no Canterbury College, para a Universidade de Cambridge (Inglaterra), onde trabalharia sob a tutela do físico inglês Joseph John Thomson (1856-1940), descobridor do elétron.

Aquele final de século era um período de grande entusiasmo científico, sobretudo para os físicos e químicos, em função da descoberta de novos fenômenos, relatados brevemente na cronologia da figura 1.

O período canadense seria frutífero na carreira de Rutherford. Lá, ele dispunha de um laboratório bem equipado e um bom estoque de brometo de rádio, na época um composto raríssimo e, por isso, bastante caro. Um ano depois de sua chegada, descobriu um gás nobre, radioativo, que, mais tarde, recebeu o nome radônio. >>>



Rutherford e o químico inglês **Frederick Soddy** (1877-1956) descobrem a transmutação dos elementos radioativos.

1902



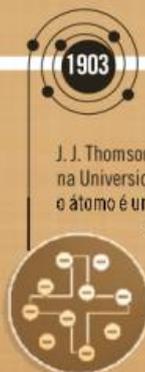
O físico japonês **Hantaro Nagaoka** (1865-1950) publica seu modelo atômico no qual um caroço central de massa elevada e carga positiva é rodeado de anéis contendo os elétrons. O modelo ganhou o nome 'átomo saturniano', por sua semelhança com o planeta e seus anéis.

1904



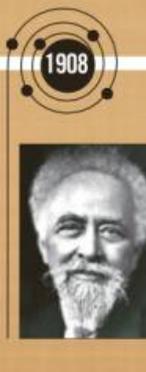
Rutherford e o físico inglês **Thomas Royds** (1884-1955) identificam os raios alfa como sendo átomos do gás hélio duplamente ionizados.

1909



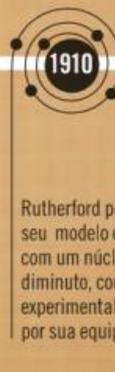
J. J. Thomson lança, em palestra na Universidade de Yale (EUA), a ideia de que o átomo é um substrato esférico de matéria carregada positivamente, onde estariam dispersos, de maneira uniforme, os elétrons. Esse modelo ganhou o sugestivo nome 'pudim de passas'.

1903



O físico francês **Jean Perrin** (1870-1942) divulga resultados experimentais que acabam com as dúvidas sobre a veracidade da teoria atômica da matéria.

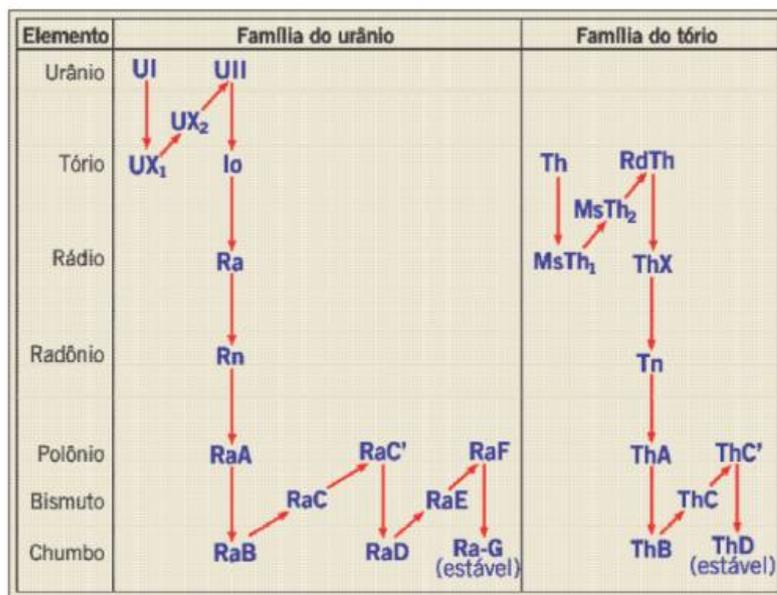
1908



Rutherford propõe seu modelo de átomo com um núcleo diminuto, confirmado experimentalmente por sua equipe.

1910

Figura 2. Transmutação dos elementos radioativos na 'árvore genealógica' do urânio e do tório, segundo notação da época de Rutherford. Mediante desintegrações sucessivas alfa (setas verticais) e beta (setas inclinadas), urânio e tório acabam, com o tempo, transformando-se em chumbo (elemento estável), após terem gerado elementos radioativos em série (rádio, radônio, polônio, bismuto)



Em Montreal, Rutherford conheceu o químico inglês Frederick Soddy (1877-1956), que se tornou seu assistente e colaborador por anos. Juntos, em 1902, fariam uma descoberta importante: um elemento se transforma (ou se desintegra, ou decai) em outro, em decorrência da emissão espontânea de raios alfa ou beta. Essa é a chamada transmutação dos elementos radioativos.

Nessa época, Rutherford propôs a 'árvore genealógica' das famílias de dois elementos radioativos, o urânio e o tório (figura 2). Concluiu ainda que as partículas alfa emitidas pelo rádio e o radônio tinham carga elétrica positiva, por causa dos desvios observados quando elas passavam por campos elétricos fortes. Nessa mesma ocasião, Soddy e o químico escocês William Ramsey (1852-1916) observaram algo igualmente importante: o gás hélio era emitido por sais de rádio.

Contagem de alfas—Em 1907, agora na Universidade de Manchester (Inglaterra), Rutherford reuniu ao redor de si jovens talentosos que o assistiram em experimentos que confirmaram serem as partículas alfa corpúsculos de carga elétrica positiva. Com um desses assistentes, o físico alemão Johannes Geiger (1882-1945), Rutherford desenvolveu um equipamento capaz de contar partículas alfa individualizadas – conhecido mais tarde como contador Geiger.

Uma técnica alternativa para contagem de partículas alfa, entretanto, foi também aprimorada por Rutherford e Geiger, quando tomaram conhecimento, em 1908, por meio de uma carta do químico alemão Otto Hahn (1879-1968), com quem Rutherford havia trabalhado em Montreal, de que era possível visualizar sinais luminosos (cintilações) produzidos pelos raios alfa, quando estes atingiam uma tela revestida com uma camada de sulfeto de zinco (sal que tem a propriedade de luminescência). Esse método de contagem por cintilação tornou-se a ferramenta principal de trabalho nos experimentos que envolviam detecção de partículas alfa.

No ano seguinte (1909), com a ajuda do físico inglês Thomas Royds (1884-1955), Rutherford identificou os raios alfa como sendo átomos do gás hélio que perderam seus dois elétrons. Portanto, íons de carga elétrica dupla e positiva.

Manchas e bordas mal definidas

Ainda em Montreal, Rutherford havia observado, em uma câmara de vácuo (caixa de onde se retirou o ar), que raios alfa estavam sendo ligeiramente desviados de sua direção inicial, quando passavam através de folhas de mica muito finas (cerca de três centésimos de milímetro). O feixe de alfas produzia uma mancha mal definida – um 'borrão' – em um filme fotográfico.

Nesse experimento, Rutherford também observou que, quando um feixe de raios alfa passava através de uma fenda estreita, a imagem da fenda formada pela incidência dessas partículas sobre um filme fotográfico apresentava-se alargada – isto é, com bordas mal definidas – toda vez que se deixava um pouco de ar na câmara. Isso demonstrava que alguns raios alfa tinham sido desviados de sua direção original em decorrência de colisões com as moléculas de ar.

Mais tarde, a mesma observação foi registrada em Manchester por Rutherford e seus assistentes quando usaram a tela de sulfeto de zinco. Em uma câmara de vácuo, quando um feixe de raios alfa passava por um pequeno orifício circular – o que tornava o feixe bem 'estrito' ou colimado – as cintilações eram observadas em uma área circular bem definida e de diâmetro igual ao do orifício. Entretanto, quando uma folha finíssima de mica era interposta entre o orifício e a tela, a região onde ocorriam as cintilações tornava-se maior, com bordas não bem definidas, mostrando de novo que parte das partículas alfa era desviada de sua direção original (figura 3).

Perplexidade de todos

Não conseguindo explicação convincente para aquelas observações intrigantes, Rutherford, em 1909, confiou a um jovem estudante, o físico inglês-neozelandês Ernest Marsden (1889-1970), a tarefa de procurar por partículas alfa defletidas em ângulos bem maiores que 10 graus. Marsden, em vez de mica, serviu-se de folhas finíssimas de ouro. E, para detectar as

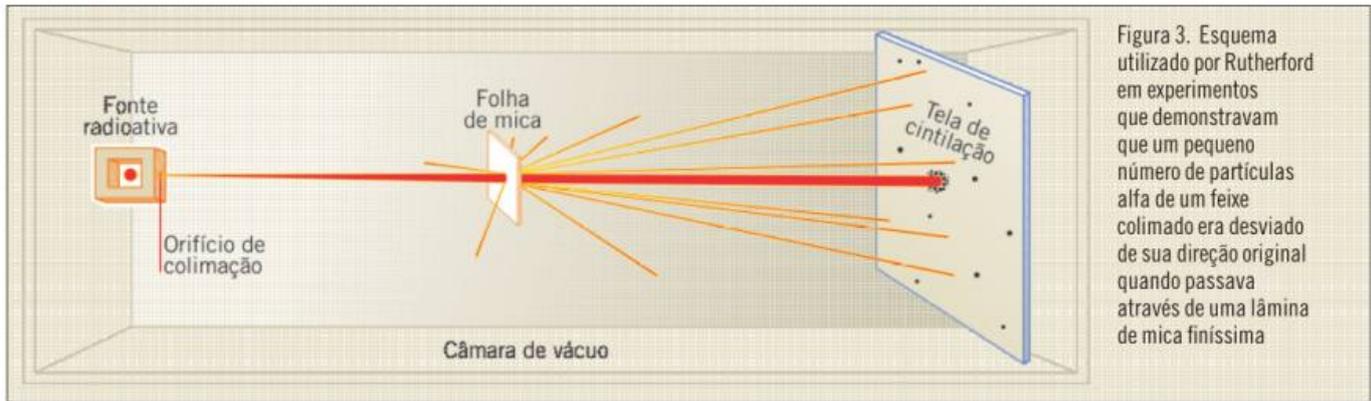


Figura 3. Esquema utilizado por Rutherford em experimentos que demonstravam que um pequeno número de partículas alfa de um feixe colimado era desviado de sua direção original quando passava através de uma lâmina de mica finíssima

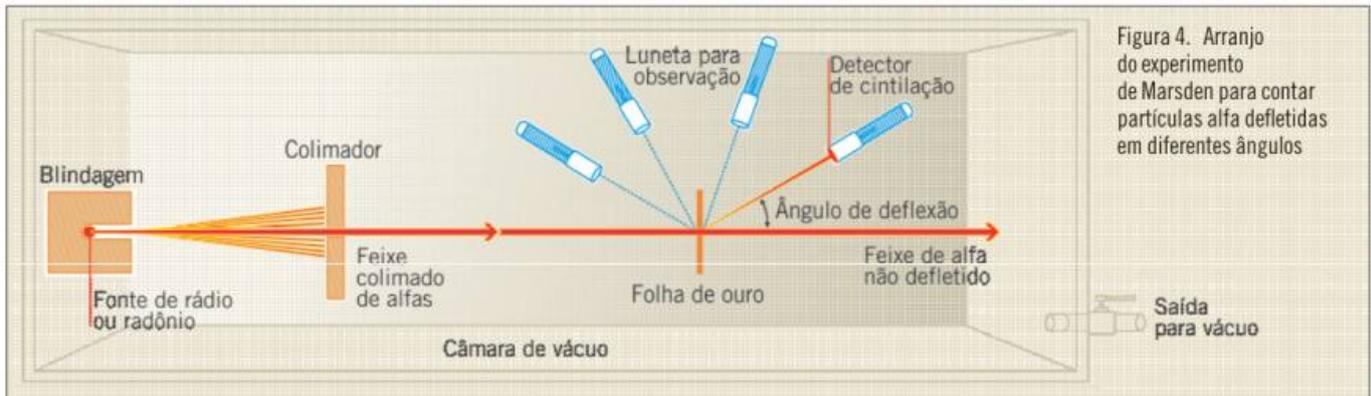


Figura 4. Arranjo do experimento de Marsden para contar partículas alfa defletidas em diferentes ângulos

partículas alfa, montou uma tela com sulfeto de zinco que podia se mover em todas as posições, na frente, dos lados e até mesmo na região da câmara próximo ao feixe incidente, atrás do alvo de ouro. Com uma luneta focalizada sobre a tela, era possível observar, em uma sala escurecida, os pontos luminosos individualizados, os quais indicavam o número de partículas alfa desviadas da direção de incidência (figura 4). A tarefa era cansativa aos olhos, de modo que, após poucos minutos, Rutherford e Marsden trocavam de função, isto é, enquanto um observava os sinais luminosos, o outro fazia anotações.

Para perplexidade de todos, Marsden descobriu que umas poucas partículas alfa eram lançadas para trás, ou seja, elas estavam sendo literalmente 'refletidas' pela finíssima folha de ouro. A novidade foi divulgada por Geiger e Marsden em 1909, mas ninguém do grupo de Rutherford – nem mesmo este – pôde entender aqueles eventos raros, ao mesmo tempo intrigantes, surpreendentes e enigmáticos.

Nova imagem—A espessura das folhas de ouro usadas no experimento era da ordem de 30 a 50 milionésimos de centímetro. Portanto, nelas caberiam, em média, pouco mais de mil camadas de átomos do metal. Assim, as partículas alfa, ao atravessarem as folhas, deveriam sofrer desvios múltiplos (deflexões, espalhamentos, como dizem os físicos) por encontrarem grande número de átomos à sua frente. Além disso, em cada átomo, o espalhamento dessas partículas de carga elétrica positiva resultaria de dois efeitos: i) o da repulsão pela carga positiva do átomo; ii) o da atração pelos elétrons.

Rutherford e Geiger demonstraram que, se o modelo atômico de Thomson – aquele do 'pudim de passas', descrito na figura 1 –, fosse correto, o número de alfas desviadas em ângulos maiores que cerca de 10 graus iria se tornar nulo. Essa previsão, porém, contradizia as observações. O modelo de Thomson, que implicava espalhamentos múltiplos, não conseguia explicar o desvio das partículas alfa em direções bem afastadas da do feixe incidente – muito menos aquelas lançadas para trás. Assim, a ideia do átomo 'pudim de passas' teve de ser abandonada, e se tornava imprescindível uma nova imagem para o átomo que desse conta daquelas observações.

Sem recuo—Ao final de 1910, Rutherford vislumbrou o que significavam as partículas alfa que ricocheteavam de volta. Em essência, eram resultado de uma única interação (colisão) entre elas (com dupla carga positiva) e a carga positiva do átomo, sendo que agora esta última estaria supostamente concentrada em uma minúscula região central do átomo, que ele denominaria núcleo.

Nesse novo modelo atômico, os elétrons orbitavam o núcleo, como um sistema planetário, em uma região esférica de raio comparável ao tamanho do átomo. A deflexão provocada pela força atrativa entre a partícula alfa incidente e os elétrons podia ser desprezada, seja porque a velocidade das alfas era muito elevada (cerca de 15,7 mil km/s), seja porque a massa dos elétrons era aproximadamente 7 mil vezes menor que a das partículas alfa.

>>>

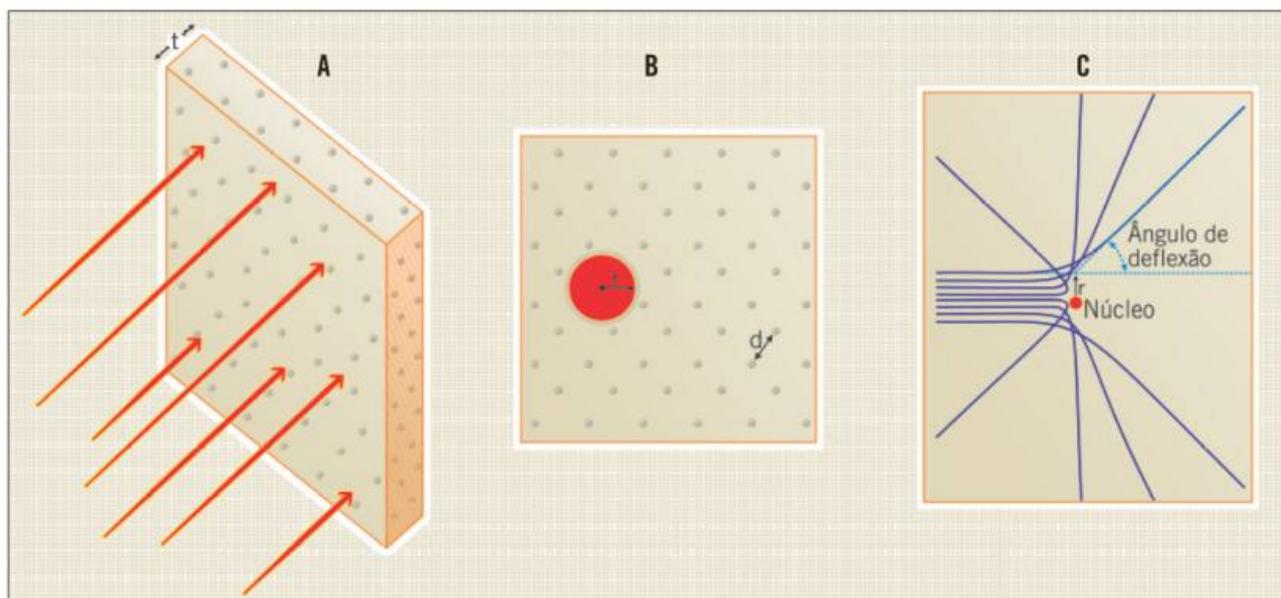


Figura 5. Em A, representação de um feixe de partículas alfa (setas) incidindo perpendicularmente sobre uma folha de ouro de espessura equivalente a cerca de 1,2 mil camadas atômicas. Pontos indicam os centros de espalhamento (núcleos). Em B, o feixe de alfas incidente vê os núcleos como que afastados uns dos outros por uma distância (d), em média, de 6×10^{-10} cm. O número de partículas alfa que incidem em uma região circular de raio r em torno de um núcleo é proporcional à área desse círculo. Em C, quanto melhor a 'pontaria' (ou seja, menor o valor de r), mais raras serão as deflexões de ângulo grande (para trás)

Rutherford supôs também que, com as colisões, o núcleo não sofria recuos, pois quase toda a massa do átomo estaria nele concentrada (a massa do núcleo do ouro é cerca de 50 vezes maior que a de uma partícula alfa).

Por último, a força de repulsão entre as cargas elétricas positivas da alfa e do núcleo atômico seguia a lei da variação com o inverso do quadrado da distância. Ou seja, à medida que a alfa e o núcleo se aproximam, a força de repulsão aumenta de acordo com o quadrado da distância entre eles.

Uma em 20 mil! A hipótese de Rutherford de um centro espalhador, o núcleo do átomo, para explicar o grande desvio de algumas partículas alfa é inteiramente compatível com a observação de que a grande maioria das partículas alfa incidentes passava pela lâmina de ouro sem sofrer deflexão (ou experimentava desvios mínimos, menores que 1 grau), como se a lâmina fosse transparente a elas (figura 5A).

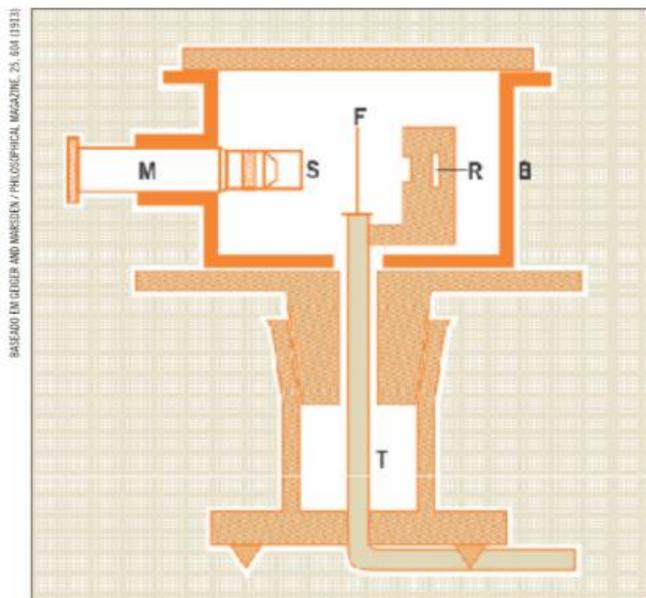
Radioatividade e fissão nuclear

O autor, desde 1967, vem se dedicando à pesquisa em física nuclear, tanto experimental quanto teórica, notadamente em reações nucleares que envolvem o fenômeno da fissão e temas sobre radioatividade. Foi um dos que, no Brasil, utilizaram o chamado método fotográfico nessas investigações, e um dos descobridores, em 1975, do decaimento exótico, no qual o núcleo atômico emite fragmentos nucleares mais pesados que a partícula alfa.

Para as lâminas de ouro do experimento, pode-se estimar em aproximadamente 6×10^{-10} cm a distância média entre os núcleos atômicos como visto pelas partículas alfa incidentes (figura 5B). Isso significava que a chance de uma alfa passar nas proximidades de um núcleo – e, portanto, sofrer desvio – era bem pequena. Mais rara ainda seria uma aproximação quase de frente contra o núcleo, com a consequente deflexão da alfa em sentido contrário.

Embora pequenas, essas chances eram não nulas, em conformidade com o que era observado – vale ressaltar que Marsden registrou um único desvio para trás em cada 20 mil alfas! Quanto mais próximo do núcleo fosse a direção de incidência – em outras palavras, quanto melhor fosse a 'pontaria' –, maior seria o ângulo de desvio, até a situação extrema em que elas retrocederiam praticamente na direção original, mas esses eventos seriam raríssimos (figura 5C).

Verdadeiro impacto Rutherford calculou, com relativa facilidade, quão próximo do núcleo poderiam chegar as partículas alfa, situação na qual, literalmente, inverteriam o sentido do movimento, possibilitando assim obter uma estimativa para a dimensão nuclear. Sua primeira avaliação deu como resultado $6,6 \times 10^{-12}$ cm. Esse valor deixou-o completamente atônito. Tal resultado indicava que o tamanho do núcleo podia ser avaliado em 10^{-12} cm, isto é, cerca de 20 mil vezes menor que a dimensão do próprio átomo. E mais: significava que o núcleo ocupava uma fração ínfima do volume do átomo, cerca de um décimo de trilionésimo deste, mas continha praticamente toda a massa atômica (99,97%!). Essas conclusões causaram em todos verdadeiro impacto.



BASEADO EM GEIGER AND MARSDEN / PHILOSOPHICAL MAGAZINE, 25, 104 (1913)

Figura 6. Esquema do aparelho utilizado por Geiger e Marsden, em 1913, para comprovar a hipótese do átomo nuclear, segundo a teoria de Rutherford. B é uma câmara contendo a fonte de alfas (R), a folha metálica finíssima (F), ambas fixas, bem como a tela de cintilação (S), acoplada à luneta de observação (M). O sistema SM pode girar, permitindo fazer contagens de alfas em diferentes ângulos de deflexão (o ar da câmara é retirado através do tubo T)

Coincidentemente, o físico japonês Hantaro Nagaoka (1865–1950) estava na ocasião em viagem pela Europa e, em fins de 1910, passou por Manchester, onde foi recebido cordialmente por Rutherford. Certamente, Nagaoka fez-lhe saber de sua antiga imagem sobre a estrutura atômica (seu ‘átomo saturniano’) (figura 1). Por ocasião dessa visita, a hipótese do átomo nuclear já havia sido experimentalmente confirmada.

Teoria comprovada _Apresentado a público pela primeira vez na Sociedade Filosófica e Literária de Manchester em 7 de março de 1911, a teoria do átomo nuclear de Rutherford seria publicada com pormenores em maio seguinte, no volume 21 do *Philosophical Magazine*.

O que fez o modelo nuclear do átomo prevalecer sobre os de Thomson (1903) e Nagaoka (1904) foi o fato de ele ser capaz de explicar quantitativamente os resultados do experimento de deflexão de partículas alfa por lâminas metálicas finíssimas.

Nos dois anos seguintes, Geiger e Marsden fizeram inúmeros testes experimentais sobre o espalhamento alfa. Utilizaram lâminas de prata, estanho, cobre, ouro e alumínio, de diversas espessuras, bem como partículas alfa com diferentes velocidades (provenientes de fontes de rádio e radônio) e ângulos de espalhamento que cobriam o largo intervalo de 5 a 150 graus (figura 6). Em todas as situações, resultou comprovada a teoria de Rutherford. Apenas pequenas diferenças foram notadas no caso dos alvos de alumínio ou quando a velocidade das alfas era suficientemente elevada.

Grande vazio _O conceito nuclear de átomo sustentou-se por estar completamente de acordo com a experimentação. Depois, percebeu-se que o modelo continha sérias limitações: i) falha na explicação de desvios em ângulos muito pequenos (menores que 1 grau); ii) não levava em conta outras forças, além da repulsão eletrostática, que eventualmente pudessem atuar a distâncias bem próximas do núcleo; iii) e, sobretudo, o comprometimento da estabilidade atômica. Aqui, os elétrons, no modelo de Rutherford, por girarem ao redor do núcleo, deveriam emitir radiação, o que os levaria a perder progressivamente velocidade, seguindo então uma trajetória espiralada, até caírem no núcleo. Mas, na realidade, isso não ocorre.

Essas limitações, contudo, em nada diminuíram o mérito da conclusão sobre a presença de um núcleo no átomo, imagem que permanece absolutamente correta até os dias de hoje. Rutherford, ao contrário de Thomson e Nagaoka, percebeu que o átomo deveria ser em realidade um grande vazio e que sua essência (carga e massa) estaria na minúscula região central.

De menino pobre a barão _De personalidade que impressionava a todos, por seus feitos pioneiros na ciência nuclear, Ernest Rutherford – prêmio Nobel de Química de 1908 e, mais tarde, barão Rutherford de Nelson – encontra-se, segundo o astrofísico norte-americano Michael Hart, entre os 60 primeiros personagens que mais exerceram influência nos destinos da humanidade e, para o jornalista de ciência norte-americano John Simons, entre os 20 mais importantes cientistas de todas as áreas do conhecimento e de todos os tempos.

Sem dúvida, uma bela trajetória para um menino pobre que nasceu em Spring Grove, na província rural de Nelson, na Nova Zelândia, filho de um mecânico e uma professora primária.

Sugestões para leitura

- RUTHERFORD, E.; CHADWICK, J.; ELLIS, C. D. *Radiations from radioactive substances* (Cambridge (Inglaterra): Cambridge University Press, 1930, cap. I, II e VIII)
- SEGRÈ, E. *Dos raios X aos quarks: físicos modernos e suas descobertas* (Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1980), Cap. III e VI.
- PHYSICAL SCIENCE STUDY COMMITTEE-PSSC. *Física, Parte IV* (São Paulo: Edart Livraria Editora, 1967, cap. 32).
- EISBERG, R. M. *Fundamentos da Física Moderna* (Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 1979, cap. 4).
- CLOSE, F.; MARTEN, M.; SUTTON, C. *The particle explosion* (Oxford: Oxford University Press, 1987, cap. 2).

VEJA MAIS NA INTERNET

>>>Prêmio Nobel de Rutherford (em inglês):
http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1908/#



FÍSICA NUCLEAR

O futuro do coração da matéria

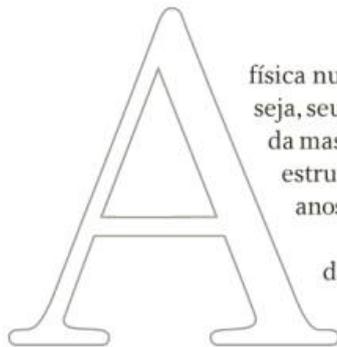
É bem provável que o leitor já tenha visto o desenho de um átomo em que temos uma bolinha central orbitada por corpúsculos menores. Aquele esquema simplificado, que lembra o sistema solar, resume uma das aventuras mais bonitas do conhecimento humano: a busca pelo entendimento do interior da matéria.

Ao longo da história da humanidade, a pergunta aparentemente simples 'Do que são feitas as coisas?' intrigou de filósofos da Antiguidade a cientistas de hoje. E tudo indica que a ciência está longe de chegar a uma resposta definitiva – se é que ela existe.

Um dos marcos dessa grande aventura científica, que buscou penetrar o diminuto mundo atômico, completa agora 100 anos: a descoberta do núcleo atômico. Desde então, o estudo do 'coração' dos átomos segue como uma vigorosa área da física, com vários mistérios em aberto e projetos aplicados à saúde e bem-estar da humanidade neste início de século. Bem-vindo ao futuro da física nuclear.

Valdir Guimarães e Mahir S. Hussein

*Instituto de Física,
Universidade de São Paulo*



física nuclear é a ciência que investiga o centro dos átomos, ou seja, seu núcleo. Estudar esse 'caroço' central, onde estão 99,9% da massa atômica, é, no fundo, entender o comportamento e a estrutura desse fragmento de matéria, que, por quase 2 mil anos, pensou-se indivisível.

Os núcleos têm propriedades que podem ser classificadas como estáticas e dinâmicas. Entre as primeiras, estão a carga elétrica, o tamanho, a forma, a massa, a energia de ligação de seus componentes etc. Duas das mais importantes propriedades dinâmicas são a radioatividade (fenômeno no qual o núcleo expelle partículas) e as reações nucleares, nas quais os núcleos, ao serem lançados um contra o outro, podem se repelir, fundir ou quebrar.

A dificuldade para se estudar os núcleos é o seu tamanho ínfimo. Mas há duas alternativas: i) inferir e analisar suas propriedades por meio de modelos baseados em teorias que alicerçam a física contemporânea (mecânica quântica, relatividade e teoria quântica de campos); ii) jogar um núcleo contra o outro e observar a deflexão (ou espalhamento) entre eles, a sua quebra (fissão) ou sua aglutinação (fusão).

IMAGEM: GETTY IMAGES/WWW.SKYLINE STORIES

>>>

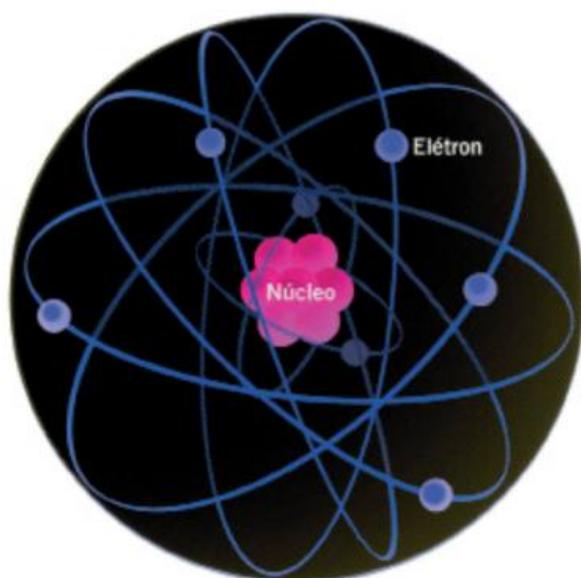


Figura 1. Concepção artística de um átomo, segundo o modelo idealizado por Rutherford, em 1911. A imagem está fora de escala, porque o núcleo atômico é cerca de 10 mil vezes menor que o átomo em si

Na empreitada rumo ao coração da matéria, os físicos teóricos criam os modelos ou explicam os resultados dos experimentos. Já os experimentais produzem os dados. Essas duas linhas estão interligadas, pois os modelos devem ser corroborados pelas observações experimentais e vice-versa. Foi assim que fez o físico britânico de origem neozelandesa Ernest Rutherford (1871-1937) há exatos 100 anos, ao analisar o comportamento de partículas alfas (formadas por núcleos de hélio, ou seja, por dois prótons e dois nêutrons) que, ao serem atiradas contra uma finíssima folha de ouro, ou se desviam de sua trajetória original, ou – mais surpreendentemente – ricocheteavam de volta. Com base nesses resultados, Rutherford criou o modelo atômico que lembrava a estrutura do sistema solar (figura 1).

De lá até hoje, os modelos para o átomo e para os núcleos se sofisticaram, e as técnicas experimentais evoluíram, mas a ideia original de Rutherford de se jogar um núcleo contra o outro continua sendo utilizada até hoje.

Blocos fundamentais _Os núcleos são formados por prótons (carga positiva) e nêutrons (sem carga). Mas o que mantém essas partículas juntas? No caso, a ‘cola’ é a chamada força forte nuclear (ou apenas força forte), que é bem mais intensa que as outras três da natureza, a gravitacional, a eletromagnética e a força fraca nuclear – esta última menos conhecida e ligada a certos tipos de radioatividade. As forças forte e fraca só agem nas dimensões nucleares, ou seja, estão limitadas a distâncias da ordem de 10^{-15} m, 1 trilhão de vezes menor que 1 milímetro.

O panorama do núcleo ficou ainda mais complexo quando a estrutura das próprias partículas que o compõem foi sendo desvendada. Na década de 1960, em experimentos feitos em aceleradores, começaram a surgir evidências de

que prótons e nêutrons tinham uma estrutura interna, formada por ‘blocos’ ainda menores, hoje conhecidos como *quarks*. Estes, por sua vez, se mantêm colados uns aos outros por meio de outros constituintes básicos, os glúons. Com essas descobertas, os domínios da pesquisa em física nuclear e em física de partículas acabaram se tornando interligados.

Hoje, por meio da colisão entre núcleos de ouro, espera-se obter um novo estado da matéria, no qual os *quarks* – que pelas leis da física vivem em um tipo de ‘prisão perpétua’ – fiquem livres por frações de segundo, como provavelmente ocorreu no *Big Bang*, há 13,8 bilhões de anos. Assim, a observação dessa ‘sopa’ de *quarks* e glúons ajudará a entender como o universo foi criado.

Máquinas e choques _A dificuldade em chocar núcleos, que têm carga positiva, é o fato de termos de vencer a força de repulsão eletrostática das cargas iguais. Grandes aceleradores, que podem imprimir enormes velocidades a esses núcleos, foram sendo construídos com esse propósito. Por exemplo, o acelerador instalado no Instituto de Física da Universidade de São Paulo, em São Paulo (SP), equivale a um prédio de seis andares, enquanto o LHC (sigla, em inglês, para Grande Colisor de Hádrons), novo superacelerador do Centro Europeu de Pesquisas Nucleares (Cern), na Suíça, corresponde a um estádio de futebol subterrâneo de 27 km de circunferência.

Mas o que ocorre se dois núcleos se aproximarem até vencerem a força repulsiva entre eles? Nesse caso, eles podem interagir por meio da força nuclear, e várias reações podem acontecer. Nelas, pode haver grande liberação de energia ou, inversamente, necessidade de energia extra para que a reação ocorra.

Dois dessas reações de bastante relevância são a fissão e fusão, que discutiremos a seguir.

Fundindo núcleos _Na fusão nuclear, dois núcleos se fundem para formar um terceiro. Quando essa combinação dá origem a um núcleo de massa atômica menor que a do elemento ferro, a massa do núcleo composto formado é mais leve que a soma das massas originais, e essa reação libera energia. Isso é o que ocorre nas estrelas, nas quais a fusão de quatro núcleos de hidrogênio forma um núcleo de hélio, gerando energia para produzir luz e calor.

A energia produzida nas estrelas é mais de 1 milhão de vezes maior que aquela gerada, por exemplo, na queima

do gás de cozinha – nenhum outro processo, químico ou gravitacional, produz a luminosidade que observamos do Sol em seus 4,6 bilhões de anos de existência. O princípio básico dessa geração está resumido na famosa fórmula $E = mc^2$, proposta, no início do século passado, pelo físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955). Essa expressão significa que uma diminuta quantidade de massa (m) pode gerar uma enorme quantidade de energia (E) – na equação, ‘ c ’ representa a velocidade da luz no vácuo (300 mil km/s).

No caso das estrelas, a energia aparece porque o núcleo formado por fusão tem uma massa menor que a soma das massas dos núcleos que se fundiram. Essa minúscula quantidade de massa é convertida em grande quantidade de energia. Na Terra, a fusão nuclear só acontece quando induzida, em menor escala, nos aceleradores de partículas. Hoje, uma área bem ativa em física nuclear é o estudo dessa reação e de outras que ocorrem nas estrelas.

Bomba e reatores – Na fissão, o núcleo com grande massa atômica (soma de prótons e nêutrons) se divide em dois menores, mais leves. O caso típico é o do urânio 235, que se fissiona ao ser bombardeado por nêutrons lentos (pouco energéticos).

A fissão ocorre para núcleos massivos porque a força repulsiva entre o grande número de prótons vence a força forte. Essa é a reação que ocorreu nas primeiras bombas atômicas e ainda é utilizada, de forma controlada, nos reatores nucleares.

No caso, a energia da fissão vem do fato de os núcleos finais serem mais leves que o núcleo fissionado. Essa pequena porção de massa gera muita energia – basta se lembrar das bombas nucleares empregadas na Segunda Guerra Mundial. Nos reatores nucleares, a energia

gerada pela quebra dos núcleos de urânio aquece a água, que, transformada em vapor, faz girar um gerador, que produz eletricidade.

Três anéis – O estudo da estrutura dos núcleos é outra linha importante de pesquisa em física nuclear. Nela, tenta-se entender como se dá a combinação de prótons e nêutrons para formar diferentes núcleos ou por que certos núcleos existem e outros não. Exemplos de mistérios que esses estudos tentam desvendar: i) por que não existe um elemento com massa atômica igual a cinco?; ii) por que não há elemento estável com massa atômica oito?; iii) por que o tântalo, com massa atômica 180, é o elemento mais raro da natureza?; iv) por que certos elementos se transformam em outros (decaem, como preferem os físicos), emitindo formas diferentes de radiação – alguns emitem partículas alfa, beta (elétrons ou pósitrons) ou ainda nêutrons, e outros, como o célio 137, emitem raios gama (radiação ainda mais energética que os raios X).

Parte desses mistérios está exibida na chamada tabela de nuclídeos (figura 2), que equivale à tabela periódica dos elementos químicos, porém tendo nela incluídos os isótopos (núcleos de um mesmo elemento, mas com diferentes quantidades de nêutrons). Em geral, um núcleo tem poucos isótopos estáveis, mas vários isótopos instáveis e radioativos. Há, no entanto, um limite – ainda não muito bem definido – de quantos nêutrons podemos adicionar a um núcleo, e este ainda permanecer ligado. A determinação e o estudo desse limite de estabilidade é um dos campos de investigação da física nuclear atual. Na tabela, temos em torno de 300 núcleos estáveis conhecidos e cerca de 3 mil núcleos radioativos em sua grande maioria completamente desconhecidos.

Os núcleos com excesso ou deficiência em nêutrons frequentemente apresentam propriedades diferentes dos estáveis e normais. Por isso, alguns são chamados núcleos exóticos. O exemplo mais interessante é o caso do lítio 11 (três prótons e oito nêutrons). Sua estrutura é um caroço central denso e bem determinado com três prótons e seis nêutrons. Orbitando esse caroço, estão os dois nêutrons restantes, que formam um halo difuso, dando ao núcleo lítio 11 um aspecto parecido ao de Saturno (figura 3).

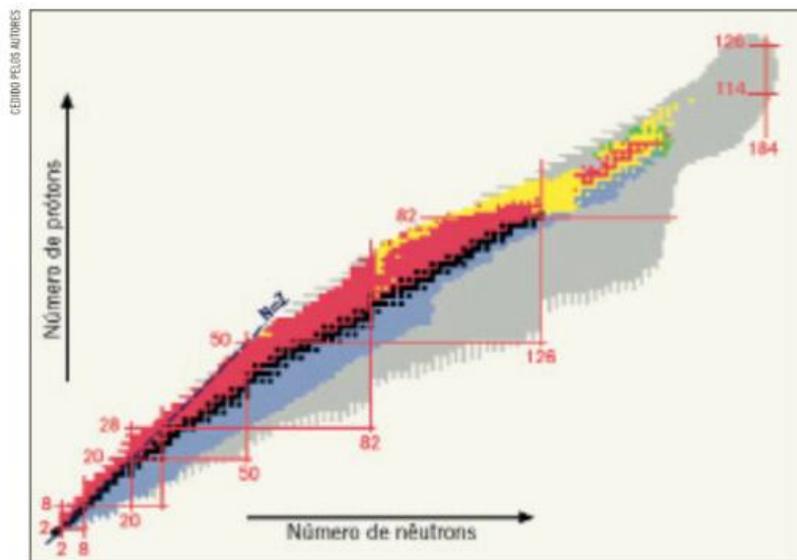


Figura 2. Tabela de nuclídeos. Em preto, temos os elementos estáveis; nas regiões coloridas, os isótopos radioativos. Em cinza, está demarcada a chamada terra incógnita dos núcleos, onde provavelmente habitam 3 mil deles ainda desconhecidos

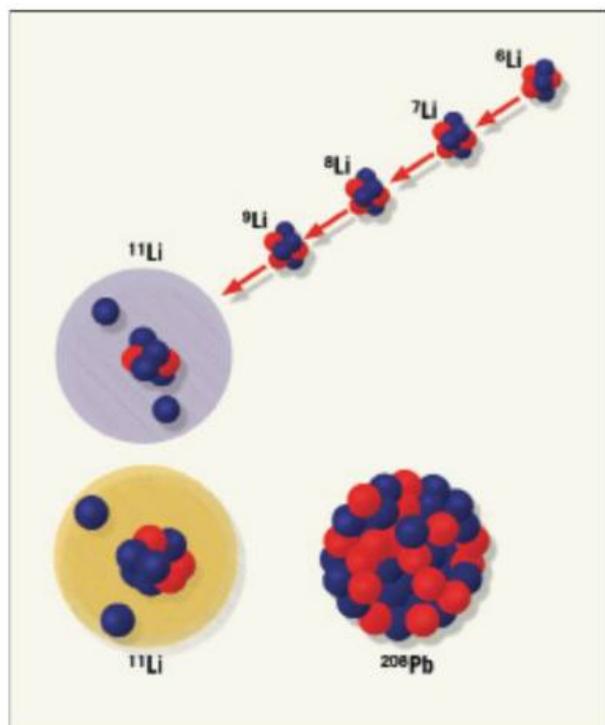


Figura 3. Desenho esquemático do núcleo lítio 11. Podemos notar a diferença de tamanho dos diferentes isótopos desse elemento químico em comparação com o núcleo de chumbo

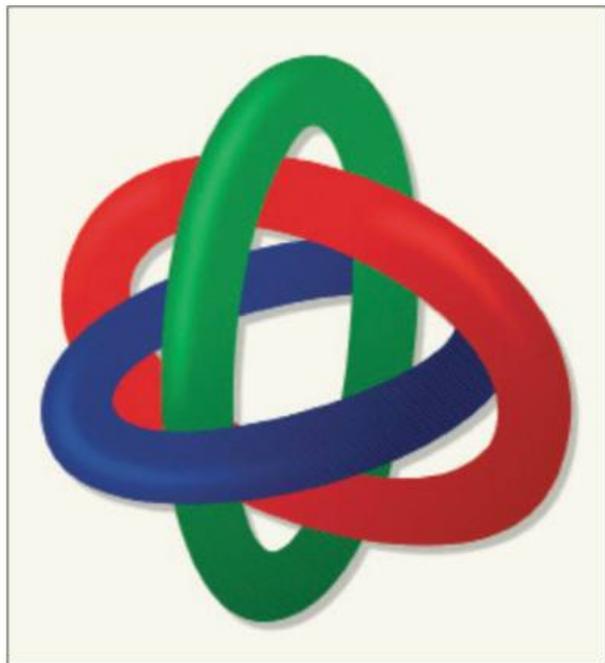


Figura 4. Anéis borromeos, chamados assim por serem semelhantes ao brasão da família Borromeo, na Itália

O curioso sobre esse núcleo é que o tamanho dele é equivalente ao de chumbo, cuja massa atômica é 208.

Outro exemplo é o núcleo hélio 6 (dois prótons e quatro nêutrons). Esse núcleo, como o do lítio 11, tem uma estrutura singular, pois lembra os anéis borromeos (figura 4), conjunto de três anéis interligados. Se um dos anéis for desconectado, os outros também se separam. Se, no caso do hélio 6, tirarmos um nêutron, o núcleo resultante, hélio 5, não permanece ligado e se separa em hélio 4 e um nêutron – daí o mistério sobre a não existência de um núcleo estável com massa atômica 5.

Os núcleos de hélio 6, de lítio 11 e outros com estrutura parecida são chamados borromeos, porque suas estruturas lembram o símbolo da tradicional família italiana Borromeo.

Momento estimulante—A determinação das propriedades dos núcleos e seus isótopos estáveis foram a base de investigação da física nuclear das últimas décadas. Mas nossa atenção está agora voltada para os núcleos radioativos ricos em prótons e nêutrons, que têm vida média curta e, portanto, não estão naturalmente presentes na composição da Terra. Por outro lado, eles têm participação fundamental em fenômenos astrofísicos, como as chamadas novas e supernovas (explosões de estrelas massivas que chegam ao final da vida), onde os núcleos mais pesados que o ferro são formados.

Informações sobre esses núcleos radioativos e exóticos são importantes para melhorar nosso entendimento sobre os processos que determinam a forma de nosso universo. Foi só no final da década de 1980 e início da seguinte que esses núcleos exóticos começaram a ser investigados com mais afinco e detalhe, porque foi preciso desenvolver aceleradores e equipamentos capazes de fabricar artificialmente feixes desses elementos radioativos.

O momento atual da física nuclear é estimulante: países como Estados Unidos, Japão, França e Itália fazem altos investimentos na construção e no desenvolvimento desses equipamentos. No Brasil, se instalou um sistema baseado em solenoides (eletroímã na forma de bobinas) supercondutores, capaz de produzir, selecionar e utilizar feixes radioativos de baixa energia no estudo da estrutura de núcleos exóticos e de fenômenos astrofísicos. O sistema Ribras (sigla, em inglês, para Feixe de Íons Radioativos no Brasil) foi instalado no Laboratório Pelletron, do Instituto de Física da USP, em 2004 (figura 5). Desde então, vem gerando trabalhos interessantes nessa área.

Avanços tecnológicos—A física nuclear também tem produzido enorme avanço tecnológico. Alguns exemplos são reatores nucleares cada vez mais eficientes e seguros para a geração de energia; equipamentos para o



Figura 5. No Brasil, o sistema Ribras gera feixes radioativos para o estudo dos chamados núcleos exóticos e de fenômenos astrofísicos

Contribuição dos autores

Valdir Guimarães e Mahir Hussein são pesquisadores – respectivamente, experimental e teórico (aposentado) – da área de física nuclear do Instituto de Física da USP. Guimarães trabalha, entre outros temas, com fusão, reações nucleares de interesse para a astrofísica e núcleos exóticos. Hussein, que também trabalha com física atômica e é atualmente pesquisador da Universidade Estadual de Michigan (Estados Unidos), foi o principal responsável pela instalação do sistema Ribras.

diagnóstico e tratamento de tumores malignos; desenvolvimento de novos materiais; conservação de alimentos por meio de radiação; uso de elementos e técnicas para datar obras de arte, descobertas arqueológicas ou estudar o meio ambiente. A lista é longa.

Vale destacar aqui dois avanços para a medicina. A utilização do elemento radioativo flúor 18 (com meia-vida de aproximadamente 2 horas) em conjunto com o PET (sigla, em inglês, para tomografia de emissão de pósitrons). Esse binômio é capaz de localizar o tumor com precisão, enquanto a injeção de outro elemento radioativo destrói o tecido maligno. Recentemente, centros de pesquisa e hospitais no mundo têm usado feixes de prótons ou de carbono para ‘queimar’ o tumor com menos efeitos colaterais – no Brasil, essa técnica promissora ainda não é aplicada.

Simples, porém engenhoso Rutherford nos ensinou como estudar o cerne da matéria: o núcleo atômico. Desde então – principalmente, nos últimos 40 anos –, os físicos nucleares estenderam esse conhecimento. Essa viagem rumo ao centro do átomo gerou conhecimento para entender a estrutura atômica e subatômica, e, como

bônus, esses estudos promoveram avanços tecnológicos importantes que trouxeram – e continuam a trazer – enorme bem-estar para a humanidade.

E tudo isso começou há 100 anos, com um experimento simples, porém extremamente engenhoso, que é ainda a base para a pesquisa sobre as partículas elementares. Rutherford, um dos maiores cientistas de todos os tempos, só queria entender do que as coisas eram feitas. Simples assim. 

Sugestões para leitura

GALETTI, D. e LIMA, C. L. *Energia nuclear: com fissões e com fusões*. São Paulo: Editora Unesp, 2010.

GUIMARÃES, V. e HUSSEIN, M. S. 'Nucleossíntese dos elementos e astrofísica nuclear'. In: *Revista USP* v. 62, pp. 74-87, 2004.

HUSSEIN, M. e REBELO, P. 'A física nuclear e o tratamento de tumores'. In: *Revista USP*, v. 66, pp. 80-95, 2005.



*Em um mundo
com tantas
carências,
é justo fazer
ciência
fundamental?
Buscar o
conhecimento pelo
conhecimento?*

Semanas atrás, eu levava de carro meu velho amigo Caio Lewenkopf ao instituto onde trabalho, para ele dar uma palestra sobre o prêmio Nobel de Física de 2010. Entre faróis e buzinas, ele me falava sobre as fascinantes características do grafeno, uma forma de carbono bidimensional, que promete revolucionar a tecnologia de dispositivos eletrônicos. Foi assim, com prazer nostálgico, que li, na edição passada desta revista, a coluna do Caio precisamente sobre o grafeno.

Mas o que realmente quero dividir com o leitor são os pensamentos que me assolaram naquela tarde, depois da palestra. Eu trabalho na interface da teoria da relatividade com a mecânica quântica, e as aplicações práticas de minha pesquisa não fazem parte de minhas preocupações. Seria isso correto?

Em um mundo com tantas carências, é justo fazer ciência fundamental? Buscar o conhecimento pelo conhecimento? Como resposta, recorro a lembranças ainda mais antigas, quando Vicente Pleitez, outro físico e amigo, me disse: “Grandes avanços tecnológicos são em geral devidos a grandes descobertas teóricas, e grandes descobertas teóricas simplesmente não são recomendadas.”

A mecânica quântica é um dos pilares da física moderna. Hoje, ela movimenta direta ou indiretamente grande parte do produto interno bruto norte-americano. Contudo, é à curiosidade humana de se entender a natureza da luz e a estrutura microscópica da matéria que devemos seu nascimento e não à economia de mercado. A curiosidade pode ter matado o gato, mas, nesse caso, tem salvado vidas, graças a aplicações modernas da mecânica quântica, como nos aparelhos de ressonância magnética e *lasers*. Isso para não falar dos *chips* de computadores e de muitas outras coisas que melhoraram a qualidade

de vida das pessoas de forma jamais imaginada pelos fundadores da teoria.

E quanto à relatividade, o outro pilar da física moderna? Certamente, não foi pensando em resolver o problema energético do mundo ou do transporte público que o físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955) propôs sua famosa fórmula $E = mc^2$ e, mais tarde, as equações que descrevem como os relógios se atrasam na presença de campos gravitacionais, sem as quais o sistema global de posicionamento (GPS) não funcionaria. Mais uma vez, essas descobertas são consequência de uma quase necessidade humana de se entender a natureza. A lista é interminável...

Talvez, os precedentes históricos acima sejam suficientes para justificar a busca do conhecimento pelo conhecimento. Mas, antes de finalizar, gostaria de dividir com os leitores um último ponto de vista. Os resultados científicos têm um valor que vai além de suas implicações tecnológicas. A descoberta de que o universo está se expandindo, por exemplo, talvez nunca mitigue a fome ou a miséria dos povos, mas, ainda assim, ela nos lembra que uma espécie que chegou tão longe tem uma responsabilidade que transcende sua simples autopreservação e que deveria zelar com mais empenho por sua dignidade.

Sim, o universo está se expandindo, e, há pouco mais de 13 bilhões de anos, ele era uma sopa cósmica incrivelmente quente de partículas elementares. Nós somos a única espécie sobre a superfície da Terra que sabe disso – e de muitas outras coisas. Alguns chamam isso evolução; eu prefiro pensar nisso como um milagre. Um milagre que nos foi concedido independentemente de atos de fé. Na noite que se seguiu ao seminário, com razão ou sem, não posso dizer ao certo, dormi um sono profundo e sem sonhos. 

GEORGE MATSAS

Instituto de Física Teórica,
Universidade Estadual Paulista
georgematsas@cienciahoje.org.br

GENGIBRE AMARGO CONTRA O CÂNCER

Medicamentos derivados da erva serão testados em humanos



Alguns medicamentos derivados do gengibre amargo (*Zingiber zerumbet*), entre eles pílulas para prevenir e combater diferentes tipos de câncer, devem ser testados em humanos em breve. Além dos remédios, balas e bebidas energéticas estão sendo desenvolvidas pelos cientistas que estudam a espécie. A criação de duas técnicas foi imprescindível para transformar o gengibre em produto. A primeira permite obter o extrato da planta com 99% de pureza. A segunda garante a alta produtividade do cultivo: cerca de 19 toneladas por hectare. Juntas, elas viabilizam a fabricação em escala industrial.

Carlos Cleomir de Souza Pinheiro é o responsável pelos 22 anos de estudos que levaram a esses resultados. Formado em biologia, Pinheiro iniciou seu trabalho no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) quando ainda estava no colégio, como estagiário, sendo contratado mais tarde para o cargo de serviços gerais. Hoje está à frente da Coordenação de Pesquisas em Produtos Naturais (CPPN), onde desenvolve os estudos com o gengibre amargo. “A pesquisa começou por acaso, quando encontrei a planta no quintal da casa de um amigo. Hoje, o gengibre amargo é o carro-chefe de nossa coordenação.”

Propriedades anti-inflamatórias e antiespasmódicas são atribuídas ao gengibre amargo pela medicina tradicional asiática, região de origem da espécie, e foram confirmadas por pesquisas realizadas no Japão. Foi tam-

bém lá que se descobriu que o extrato do gengibre amargo é útil no tratamento dos cânceres de cólon, fígado, pele, além de ter ação contra a leucemia e a Aids. “Acontece que eles se concentram mais na parte molecular, fazendo poucos estudos pré-clínicos”, diz Pinheiro, que decidiu investir justamente nesses estudos, para avaliar o potencial terapêutico e o risco toxicológico de substâncias contidas na planta.

A principal substância, nesse caso, é a zerumbona. Estudos realizados com células humanas cultivadas *in vitro* comprovaram a capacidade desse composto de atacar ou inibir a proliferação das células cancerígenas, sendo inócuo para as células saudáveis. “É um composto natural sem efeitos colaterais”, destaca o pesquisador. Segundo Pinheiro, os documentos necessários para a licença de testes com humanos já estão sendo elaborados, para posterior análise pelo comitê de ética do Inpa e pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).

A zerumbona é obtida do óleo essencial extraído do rizoma do gengibre pelo método de arraste-hidrovapor, criado por Pinheiro. “Com esse método, conseguimos a substância com 99,95% de pureza. No Japão, o máximo de pureza obtido até hoje é 37%.” Também foi o pesquisador amazonense que descobriu o melhor ambiente para cultivar o gengibre amargo em Manaus. “Ele se adapta muito bem a áreas degradadas. Chegamos a produzir 100 kg do produto final por hectare

cultivado.” O conjunto dessas descobertas rendeu à equipe de Carlos Cleomir Pinheiro vários prêmios, entre eles o primeiro lugar do Prêmio da Finep de Inovação na região Norte em 2007 e o terceiro lugar do Prêmio Finep de Inovação Tecnológica na categoria de Instituição de Ciência e Tecnologia em 2010.

SE A EMPRESA NÃO VAI AO CIENTISTA...

“Muitos cientistas geram patentes de produtos que não chegam ao consumidor porque as empresas brasileiras não mostram interesse pelas pesquisas com espécies da Amazônia. Preferem simplesmente fazer extrativismo de pau-rosa e de castanha, entre outros. Mas duas empresas estrangeiras já se interessaram em fazer a prospecção do gengibre amargo para produzir biofármacos e biocosméticos”, revela o pesquisador.

Foi isso que inspirou o pesquisador a criar a Biozer da Amazônia, empresa que pretende comercializar medicamentos, cosméticos e outros produtos à base de gengibre amargo. A empresa está em fase de implantação na incubadora do Inpa, e irá lançar no mercado vários produtos baseados no gengibre amargo. Desde o começo das pesquisas até hoje, a equipe já conseguiu gerar cinco patentes – aprovadas ou em processo de avaliação – relacionadas ao gengibre.

MARIANA FERRAZ | CIÊNCIA HOJE | AM

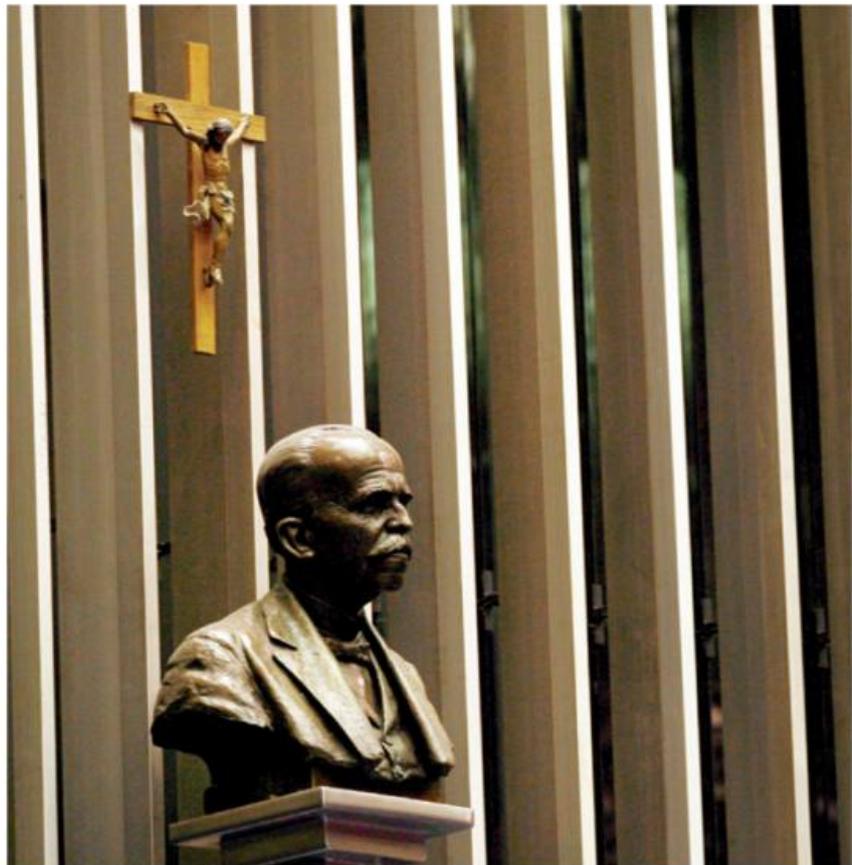
ESTADO LAICO?

Presença de símbolos e grupos religiosos na vida pública no Brasil gera debates

Dentro de muitas repartições e escolas públicas do Brasil, crucifixos adornam as paredes acima da cabeça de juizes, professores e alunos. Nas últimas eleições presidenciais, assuntos como o aborto e a união civil entre homossexuais foram discutidos sob múltiplos vieses religiosos. Até o papa Bento XVI interveio nos debates, com base nos pareceres da Concordata assinada entre Brasil e Vaticano em 2009. Enquanto isso, no Congresso brasileiro, o número de deputados de religiões pentecostais saltou de 2 para 18 entre 2002 e 2006, carregando consigo votos de milhares de fiéis.

Todos esses movimentos na vida pública brasileira acontecem em um país cuja constituição defende, desde sua primeira versão republicana – datada de 1891 – a laicidade do Estado (embora nessa época ela fosse restrita à elite). Por isso, o sociólogo Ricardo Mariano, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS), afirmou que “vivemos num estado de quase laicidade, no qual todos [os grupos religiosos] querem regular a manipulação desta pelo Estado”. A declaração se deu no 34º Encontro Anual da Associação Brasileira de Pós-graduação e Pesquisa em Ciências Sociais (Anpocs), realizado em outubro último em Camamu (MG).

Essa simbiose entre religião, política e educação, no entanto, não é um fenômeno recente. Muito pelo contrário, segundo o sociólogo Luiz Antonio Cunha, coordenador do Observatório da Laicidade do Estado, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. “Grupos religiosos estiveram ligados ao



No plenário do Senado, em Brasília (DF), há um crucifixo acima do busto de Rui Barbosa

governo no Brasil desde épocas coloniais”, explica. “Já na primeira constituição brasileira, promulgada em 1824, afirmava-se que o catolicismo era a religião oficial do país.” Cunha participou de outro evento sobre laicidade do Estado, este realizado pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) um mês após o encontro da Anpocs, intitulado “Laicidade do Estado: um debate sobre a constitucionalidade do ensino religioso em escolas públicas”.

POLÍTICA RELIGIOSA—Cunha considera o primeiro passo em direção à liberdade religiosa o tratado assinado em 1810 entre Dom João VI e a Grã-Bretanha, que permitiu a manifestação de religiões não oficiais em locais fechados e sem sinal de templo na colônia brasileira. Já a Constituição Republicana de 1891 determinou a laicidade do ensino em escolas públicas – movimento anulado durante o governo Vargas, em 1931, graças à pressão da Igreja Católica.

FOTO: LUIZ MARQUES/CONQUIP/REUTERS

Pentecostalismo e neopentecostalismo

Entre as diversas igrejas evangélicas, é importante diferenciar protestantismo histórico, pentecostalismo e neopentecostalismo. O primeiro é derivado das igrejas protestantes tradicionais criadas à época da Reforma Protestante, no século 16, e suas igrejas até hoje se mantêm fora da vida política. Já o pentecostalismo nasceu de uma renovação das ideias protestantes e chegou ao Brasil na década de 1910, com a Congregação Cristã e a Assembleia de Deus, na chamada 'primeira onda pentecostal'. Em seu livro *Neopentecostais: a sociologia do novo pentecostalismo no Brasil*, o sociólogo Ricardo Mariano explica que essas igrejas eram caracterizadas principalmente pelos seus membros de baixa renda, anticatolicismo ferrenho e por enfatizar a rejeição do mundo exterior.

Nas décadas de 1950 e 1960, acontece o que se convencionou chamar de 'segunda onda pentecostal', com a fragmentação do campo em torno de três grupos maiores: Quadrangular, Brasil para Cristo e Deus é Amor. Eles trouxeram ao Brasil o chamado 'evangelismo de massa' e a ideia de cura divina, segundo Mariano.

Já a partir dos anos 1970 e 1980, ocorre a 'terceira onda pentecostal', mais amplamente chamada de 'neopentecostalismo'. A Igreja Universal do Reino de Deus, Internacional da Graça de Deus e Cristo Vive estão entre seus primeiros representantes, caracterizados, entre outras coisas, por uma organização mais empresarial. Para Mariano, a maior distinção entre o neopentecostalismo e as duas ondas anteriores é o fim do sectarismo e da negação do mundo exterior. Um exemplo é a profusão de cultos neopentecostais voltados à melhora da vida financeira de seus fiéis.

Foi justamente a clara dominância do catolicismo no cenário nacional que motivou o afastamento de grupos protestantes da política até a década de 1980. A reviravolta que deu origem ao cenário atual se deu às vésperas da Assembleia Constituinte, em 1987/1988, quando circularam fortes boatos de que uma 'ofensiva católica' colocaria em risco a liberdade religiosa prezada pelos grupos protestantes. Configurou-se, então, a conhecida 'bancada evangélica', formada por 32 deputados federais – 18 deles pentecostais, segundo Mariano. De lá para cá, a participação de grupos evangélicos – principalmente neopentecostais (ver 'Pentecostalismo e neopentecostalismo') – só fez crescer.

Na Constituição, segundo Cunha, não há nenhuma menção direta à laicidade do Estado, mas ela interdita o governo de "estabelecer cultos religiosos ou igrejas, subvencioná-las, embaraçar-lhes o funcionamento ou manter com eles ou seus representantes relações de dependência ou aliança, ressalvada, na forma da lei, a colaboração de interesse público".

Na prática política cotidiana, entretanto, a força eleitoral de alguns grupos revela o peso que a religião tem na definição da política nacional. O exemplo mais óbvio é a força que eleitorados neopentecostais têm demonstrado nas últimas eleições brasileiras. Há também a Concordata assinada entre o Estado brasileiro e o Vaticano, com o objetivo de regulamentar o estatuto jurídico da Igreja Católica no Brasil. "É o ápice da regressão no processo de laicização do Estado", comenta Cunha. Logo em seguida a esse

acordo, um parlamentar evangélico propôs a Lei Geral das Religiões – também aprovada pela Câmara, mas ainda não pelo Senado. Esta lei estendeu o acordo católico a todas as religiões do Brasil sob o argumento de isonomia religiosa.

EDUCAÇÃO _ Nas escolas públicas, a influência da religião – aqui, majoritariamente católica – não é menos evidente. Além dos crucifixos presentes em muitas salas de aula, há uma contradição na própria Constituição, segundo o jurista Daniel Sarmento, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, que, como Cunha, participou do seminário organizado pela SBPC. Ela está explícita no artigo 210, que afirma: "O ensino religioso, de matrícula facultativa, constituirá disciplina dos horários normais das escolas públicas de ensino fundamental". Para o jurista, há uma tensão entre a neutralidade do Estado em matéria religiosa, também garantida por lei, e os termos do artigo 210.

"A maioria dos estados brasileiros, como o Rio de Janeiro, acabam por adotar o modelo confessional de ensino religioso", comenta Sarmento. Este modelo consiste no ensino da disciplina de acordo com a opção religiosa do aluno ou de seu responsável. "O ensino confessional é proselitismo religioso do Estado", condena, acrescentando que São Paulo é um dos poucos estados nos quais se preza o ensino da história das religiões ao invés de uma única confissão religiosa.

No âmbito da política propriamente dita, na educação ou na vida cotidiana, segundo Mariano, "não podemos mais pensar a democracia brasileira sem levar em consideração a participação e presença de grupos religiosos na política partidária nacional, nas alianças e barganhas que fazem com candidatos, partidos e governantes".

ISABELA FRAGA | CIÊNCIA HOJE | RJ

GELO COMBUSTÍVEL

Hidratos de gás podem ser abundante fonte alternativa de energia

Estudos feitos na margem continental brasileira revelam indícios de que a região acumula importantes depósitos de uma promissora fonte de combustível fóssil: os hidratos de gás. As bacias sedimentares de Pelotas, no Sul do país, e da foz do rio Amazonas, ao Norte, são as áreas consideradas mais promissoras em depósitos do combustível. O Centro de Excelência em Pesquisa sobre Armazenamento de Carbono (Cepac) – que nasceu de uma parceria entre a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e a Petrobras – dedica-se à pesquisa dessas reservas.

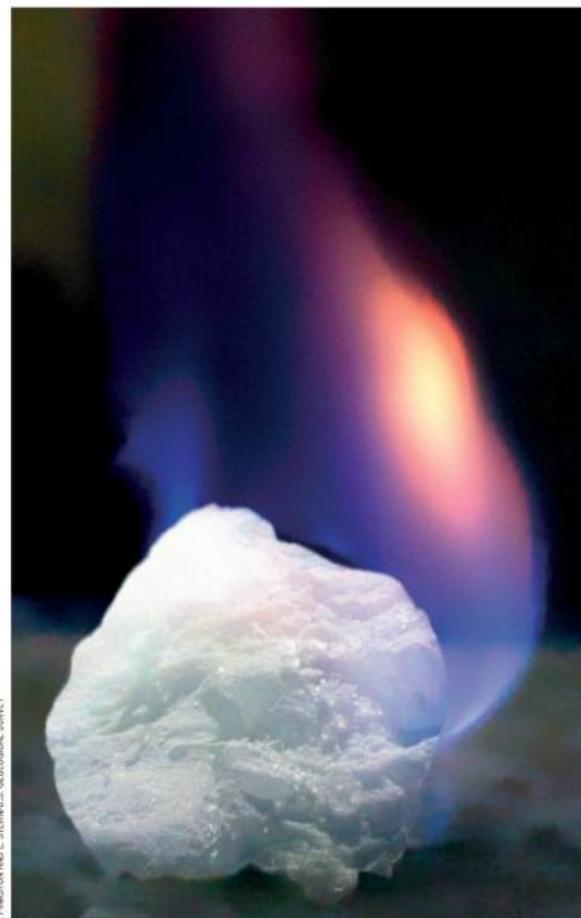
Com área de 210 mil km², a bacia de Pelotas compreende o trecho da margem continental sul-brasileira localizada entre a porção conhecida como Alto de Florianópolis (na parte setentrional da bacia) e a fronteira com o Uruguai. A da foz do Amazonas é a mais extensa das bacias da margem equatorial brasileira. Seus limites coincidem com o platô de Demerara, a noroeste, e com a ilha de Santana (bacia do Pará-Maranhão), a sudeste, totalizando 360 mil km².

Os pesquisadores do Cepac querem comprovar a presença de depósitos de hidratos de gás no país, estimar o volume total dos acúmulos, compreender os fatores que propiciaram sua formação e avaliar as reais possibilidades de explorá-los. “Estamos diante de um grande desafio científico e tecnológico”, afirma o geólogo João Marcelo Ketzer, coordenador do Cepac. Na sua opinião, “há grandes enigmas a serem decifrados”.

Praticamente desconhecidos da maioria das pessoas, os hidratos de gás são, diante da crescente demanda por carvão, petróleo e gás natural, uma potencial fonte alternativa de energia. Em comparação com aqueles combustíveis, têm a vantagem de produzir mais energia gerando menos dióxido de carbono (CO₂). Segundo o Instituto Norte-americano de Pesquisa em Geologia (USGS, na sigla em inglês), o volume mundial de hidratos de gás é maior que a soma das reservas dos demais combustíveis fósseis conhecidos, representando metade do carbono orgânico do planeta.

Estudo recente dos cientistas norte-americanos David Archer e Bruce Buffett, das universidades de Chicago e da Califórnia (Berkeley), respectivamente, mostra que o planeta acumula 3 trilhões de toneladas de hidratos de gás, enquanto carvão, petróleo e gás natural somam cerca de 930 bilhões de toneladas. Esses resultados foram publicados em 2007 no relatório Energy Outlook (Panorama energético).

Esses compostos são formados por moléculas de gás – principalmente metano – encapsuladas em uma estrutura de água congelada, que pode ser comparada a uma ‘gaiola’. Por isso são conhecidos como ‘gelo combustível’. As reservas, amplamente distribuídas pelo globo, depositam-se sob os oceanos, em profundidades superiores a 500 m, e em solos congelados, principalmente nas regiões polares. Segundo Ketzer, a formação e estabilização do composto dependem sobretudo de três variáveis: concentração, tem-



O gás aprisionado dentro do cristal de gelo escapa lentamente e entra em combustão

peratura e pressão do gás. Mas ainda se sabe muito pouco sobre ele.

DESAFIOS – O principal programa de pesquisa sobre os hidratos de gás surgiu no Japão, em 1999, devido à preocupação do país com segurança energética. Em 2012 terá início no país o primeiro projeto de pesquisa e exploração do composto em ambiente marinho. Além de Japão e Brasil, Estados Unidos, Canadá, Rússia e China estão entre as nações que investem em pesquisa sobre esses compostos, principalmente com parceiros internacio-



FONTE: LUCASSEN, G.F. PETROLEY, IN ESTUDIOS MARINEROS, V. 17, Nº 33, S. PAULO, MARÇO DE 1998.

Bacias sedimentares brasileiras. A de Pelotas e a da foz do Amazonas são as mais promissoras do país em depósitos de hidratos de gás

nais. Os Estados Unidos investigam os acúmulos de hidratos de gás nos solos congelados do Alasca.

Segundo Ketzer, o desconhecimento científico desses compostos não é casual. “Por se encontrarem em estado sólido e se localizarem em águas profundas ou sob terrenos congelados, são um desafio para a indústria do petróleo”, justifica.

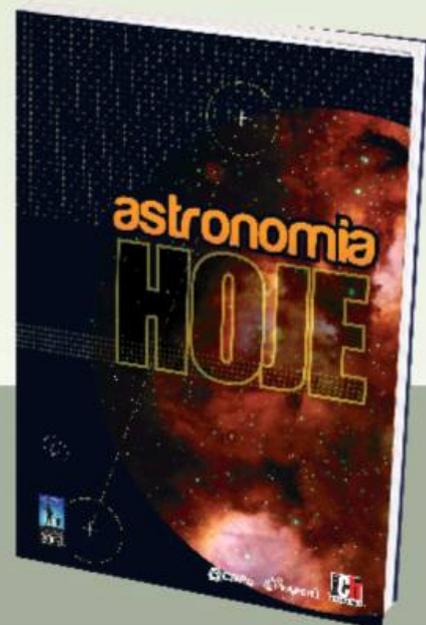
Os críticos dessa virtual ‘panaceia’ energética temem que o processo responsável por separar o hidrato (parte da água congelada do composto) do gás resulte na liberação

de grande quantidade de metano na atmosfera, o que torna o combustível suspeito de intensificar o aquecimento global. Essa separação é, portanto, um dos grandes desafios que sua extração deverá enfrentar. “Para viabilizá-la em escala comercial, é preciso desenvolver tecnologias que evitem a entrada de mais carbono na atmosfera terrestre”, diz o geólogo da PUC/RS.

LUAN GALANI | ESPECIAL PARA CIÊNCIA HOJE | PR



Escritos por especialistas brasileiros, os 14 artigos reunidos neste volume, ricamente ilustrado, abordam as fronteiras do conhecimento em uma das áreas mais fascinantes da pesquisa científica – a astronomia.



0800 727 8999

www.cienciahoje.org.br

BABEL DA FÍSICA

Instituto de informação quântica facilita pesquisas a partir de linguagem comum

A informação quântica no Brasil está em alta. Foi tema do artigo de capa da *Ciência Hoje* (ver ‘Criptografia quântica: os desafios de gerar códigos invioláveis’, na *CH* nº 277) e de vários outros publicados em revistas internacionais de peso – como *Science*, *Nature* e *Physical Review Letters* –, além de ter um instituto próprio vinculado ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Há cerca de uma década, no entanto, a informação quântica não era uma área sólida e produtiva como é hoje. Pesquisadores das mais diversas áreas – ótica, ciência da computação, ressonância magnética – tinham que se entender com seus jargões e vocabulários para conseguir realizar pesquisas e trocar ideias sobre o assunto, ainda nascente.

Agora, uma década após a criação do primeiro instituto voltado para o tema – o Instituto do Milênio em Informação Quântica – e um ano após a fundação do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Informação Quântica (INCT-IQ), o cenário é outro. Já há físicos formados na área, o que facilita a interação entre os grupos de pesquisa e, consequentemente, o desenvolvimento dos conhecimentos sobre informação quântica.

Com suas atividades iniciadas em setembro de 2009, o INCT-IQ tem hoje 20 grupos de pesquisa, 12 laboratórios e 15 instituições, distribuídos por sete estados. A maior concentração ainda é na região Sudeste, mas há grupos em estados do Nordeste, como Alagoas e Pernambuco.

UMA LÍNGUA COMUM Se, durante o funcionamento do Instituto do Milênio – de 2001 até 2008 –, havia cerca de 50 pesquisadores, hoje já são mais de 70. À sua frente estão os físicos Amir Caldeira, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), e Luiz Davidovich, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Ambos já haviam sido coordenadores dos Institutos do Milênio em anos anteriores e conversaram com a *CH* durante o encontro anual do INCT-IQ, realizado em dezembro último no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), no Rio de Janeiro.

Embora Caldeira e Davidovich frisem que a informação quântica ainda é uma área de estudos recente – e que, portanto, não há como prever as aplicações das teorias em um futuro próximo –, os prognósticos para os próxi-

mos anos são positivos. “Muitas pesquisas teóricas e conceituais importantes estão sendo desenvolvidas”, comenta Davidovich. “Isso mostra a importância de investimento a longo prazo: não fosse uma década de investimentos dedicados à pesquisa em informação quântica, não teríamos tantos artigos publicados internacionalmente, já bastante citados, ou tantos pesquisadores convidados a dar palestras no exterior.”

Espectrômetro de Ressonância Magnética Nuclear, uma das máquinas do laboratório de Informação Quântica do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), no Rio de Janeiro



Dentro da computação quântica, a criptografia é o campo de estudo que mais promete aplicações, embora elas possam ser bastante diferentes das que se têm em mente hoje. “A criptografia quântica se mostra como a única área em que já há aplicações de fato e interesse comercial”, explica Caldeira. Essas aplicações, no entanto, ainda estão em seus primeiros passos: a maior dificuldade, segundo os físicos, é conseguir manter a informação (dados) em estado quântico – os *q-bits*. “O efeito do ambiente impede a permanência dos *q-bits* em estado quântico bem definido. Por isso, hoje, só existem processadores com, no máximo, 18 *q-bits*”, exemplifica Davidovich. Para competir com computadores clássicos, seriam necessários no mínimo mil *q-bits*. Fica evidente o longo percurso ainda necessário para que a computação quântica chegue ao mercado e à vida das pessoas.

Fora da área da comunicação, Davidovich e Caldeira consideram precipitado tentar entender o desenrolar das aplicações potenciais da informação quântica. “Há a ideia de simulação de modelos físicos a partir da informação quântica, mas ainda é muito incipiente”, afirma Caldeira. Para explicar a dificuldade de prever qualquer coisa nesse campo, os físicos usam como exemplo o desenvolvimento do *laser* e suas aplicações. “Se a primeira preocupação fosse a cura da catarata, nunca se teria chegado ao *laser*”, observa Davidovich. “O mesmo pode acontecer com a informação quântica: até algo mais concreto ser realizado, é difícil prever todas as aplicações.”

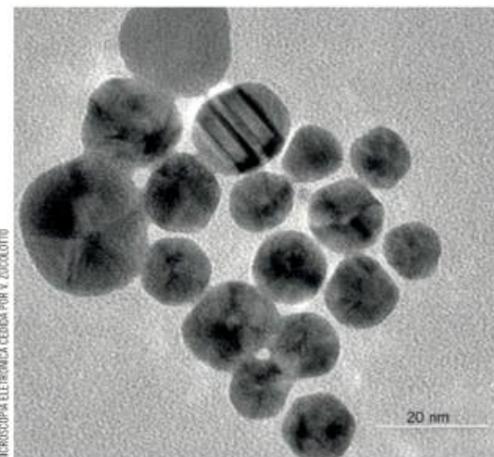
ISABELA FRAGA | CIÊNCIA HOJE | RJ

SAÚDE EM MINIATURA

Nanopartículas para diagnóstico e tratamento de doenças

No livro *A viagem fantástica*, de Isaac Asimov, um grupo de médicos é miniaturizado e enviado a bordo de um submarino de um micrômetro para uma aventura através do corpo humano. O objetivo é realizar uma delicada operação no cérebro de um paciente. Claro que a ciência atual ainda passa longe das aplicações imaginadas pelo escritor. Mas o fato é: nanotecnologia e medicina estão caminhando cada vez mais próximas. As principais inovações, pesquisas e aplicações de produtos nanotecnológicos na área da saúde foram assunto no 7º Seminário Internacional de Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, organizado pela Fundação Oswaldo Cruz, em novembro último, no Rio de Janeiro.

O Laboratório de Nanomedicina e Nanotoxicologia (LNN) do Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo é um dos pioneiros no estudo dessa área no Brasil. Entender a interação entre nanomateriais e nosso sistema biológico é o foco da área, que vem atraindo grande interesse em todo o mundo. “O estudo da nanotoxicologia, por exemplo, ajuda a compreender como funciona a interação entre nanomateriais e o sistema imunológico, e como ela pode ser benéfica à saúde”, destacou Valtencir Zucolotto, coordenador do LNN, no seminário organizado pela Fiocruz. Dentre as pesquisas que estão sendo desenvolvidas no laboratório, ele destacou o desenvolvimento de nanopartículas para o diagnóstico e terapia de alguns tipos de câncer, diagnóstico precoce de hipertensão arterial e do diabetes tipo 2, além da criação de um sistema para diagnóstico mais rá-



Nanopartículas de ouro utilizadas em sensores para diagnóstico de doenças e marcadores de câncer

vido e barato da leishmaniose e da doença de Chagas.

Para Zucolotto, as três principais aplicações da nanotecnologia na medicina hoje são o diagnóstico rápido de doenças por meio de nanosensores e imageamento molecular; o revestimento de equipamentos clínicos e odontológicos; implantes e próteses, e ainda o uso de nanomateriais como agentes terapêuticos. “O físico Richard Feynman perguntou certa vez o que nos impediria de escrever 24 volumes de uma enciclopédia na cabeça de um alfinete? A resposta foi que na época não tínhamos a caneta adequada; e a nanotecnologia é essa caneta. O processamento de matéria em escala anatômica e molecular”, explicou o coordenador do LNN.

ANA PAULA MONTE | CIÊNCIA HOJE | RJ

MUITO ALÉM DA CUIA

Cultivo da erva-mate tem outros potenciais ainda pouco explorados



A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) pode – e deve – ser pensada como uma cultura cujas virtudes vão muito além de seu emprego no preparo do chimarrão. Em recente seminário sobre silvibiodiversidade realizado em Curitiba, o engenheiro florestal Ivan Crespo, do setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná (UFPR), foi categórico: “Plantar erva-mate apenas para atender à demanda dos consumidores de chimarrão é parar no tempo”.

Segundo Crespo, que organizou o evento juntamente com a Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, outros produtos derivados da planta podem ganhar destaque no mercado e fortalecer a produção de ervateiros. Medicamentos, energéticos, refrigerantes e até cosméticos são alguns exemplos. Na área biomédica já estão sendo feitos estudos sobre as potencialidades da erva-mate na redução do mau colesterol e na prevenção e combate da doença de Parkinson.

Outra oportunidade promissora é a produção de erva-mate orgânica. Livre de substâncias químicas sintéticas, como fertilizantes e pesticidas, e de organismos geneticamente modificados, o produto tem grande aceitação no mercado internacional. Mas essa boa opção ainda é pouco explorada no Brasil (ver ‘Erva-mate orgânica’).

Além das novas aplicações associadas à erva-mate, Crespo destaca outras qualidades da planta. Ela tem vida longa (vive 30 anos em média), evita processos erosivos, não requer

grande quantidade de produtos químicos em seu plantio, contribui para a manutenção das florestas de araucária e pode ser plantada concomitantemente com outras culturas agrícolas, formando sistemas agroflorestais.

“Feijão, soja, milho e até árvores maiores, como a araucária e a im-

buia, podem dividir o mesmo solo com a erva-mate sem nenhum problema para qualquer das culturas”, afirma Crespo. Quando cultivada no sistema de policultura, em particular com espécies de porte arbóreo, a erva-mate sombreada, como é chamada, ganha em qualidade. Há sen-

FOTOS: JAJÁ VALDERES A. DE SOUSA / FOTO ICMA MENDONÇA

ERVA-MATE ORGÂNICA

A preferência pelo cultivo de produtos orgânicos já alcançou também o universo da erva-mate. No Brasil o interesse surgiu na década de 1980; de lá para cá, nossa atuação na área melhorou muito. Em 2002, um ervateiro gaúcho foi o primeiro produtor do país a receber um certificado internacional para produtos não madeiráveis da mata atlântica, conferido pela organização não governamental Forest Stewardship Council, que promove o manejo responsável de florestas em todo o globo. Embora o certificado não se destinasse a produtos orgânicos, ele abriu caminho para esse tipo de produção.

Mas o que diferencia o cultivo da erva-mate tradicional da orgânica? O engenheiro agrônomo Moacir Medrado, que se dedicou ao estudo da planta durante 16 anos na Embrapa Florestas, destaca um aspecto crucial: a adubação. “Se no plantio tradicional o uso de herbicidas é proibido – embora não tenha sido banido –, no caso da erva-mate orgânica ele é inadmissível”, diz Medrado. O produtor que usar substâncias químicas ou sintéticas na adubação não consegue certificar seu produto nem participar de organismos de controle social chancelados pelo Ministério da Agricultura.

A melhor adubação, ensina Medrado, é o esterco bovino proveniente de propriedades orgânicas. Ele ressalta que o uso de cobertura morta também é uma excelente alternativa. Palha de feijão, folhas de timbó e restos de bagaço de cana, quando colocados no pé da erva-mate, sobre a terra, não só nutrem a planta, como também melhoram a estrutura do solo e sua capacidade de armazenar água.

Segundo Medrado, a expectativa é de que a produção de erva-mate orgânica no Brasil aumente nos próximos anos. “Hoje não passa de 0,1%, mas tem tudo pra crescer; basta uma melhora na capacitação da mão de obra”, aposta o engenheiro.



Frutos de erva-mate ainda verdes (A), na cor cereja (B) – estágio em que já podem ser colhidos para o preparo de sementes que darão origem a novas plantas – e pretos (C), em ótimo estágio de colheita

sível melhora no seu metabolismo, propiciado pela troca de componentes orgânicos com as culturas associadas, além de aumento na vida útil do solo. “O cultivo da erva-mate sombreada ainda é um opção pouco utilizada pelos produtores”, lembra Crespo.

Além de dividir o solo de forma amigável com outras culturas, *I. paraguayensis* é bastante tolerante ao mato. “A propósito”, adverte o pesquisador da UFPR, “em geral as pessoas consideram que mato e erva invasora (antes chamada ‘daninha’) são a mesma coisa”. Segundo ele, essa é uma visão equivocada, pois não há espécies ‘daninhas’ na natureza; existe o chamado ‘mato-competição’, que pode ser controlado com manejo ade-

quado do ambiente e dos cultivos. “Em certos casos, o mato pode até ajudar a proteger o solo e mitigar seu aquecimento.”

FONTE DE RENDA A produção mundial de erva-mate é de aproximadamente 500 mil toneladas anuais: 260 mil na Argentina, 220 mil no Brasil e 30 mil no Paraguai. Além de produzir mais que o Brasil, a Argentina está à nossa frente também nas exportações, já tendo alcançado os mercados norte-americano e canadense. Segundo Crespo, as dificuldades enfrentadas pelo produtor brasileiro não são de cultivo ou de ordem financeira. “Há linhas de financiamento e pesquisa que podem ajudá-lo”, lembra. O que falta ao nosso produtor é

capacitação técnica, organização e espírito empreendedor para buscar novas formas de produção e comercialização.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a produção de erva-mate no Brasil em 2008 foi de 219.773 toneladas, 2,7% a menos que em 2007. O Paraná foi o líder nacional, com 154.701 toneladas, o que corresponde a mais de 70% de nossa produção. O município de São Mateus do Sul foi líder em colheita, com quase 32 mil toneladas (14,5% da produção nacional).

O estado de Santa Catarina foi o segundo maior produtor de mate no país, com aproximadamente 40 mil toneladas, seguido do Rio Grande do Sul (25.156 toneladas) e Mato Grosso do Sul (279 toneladas). Esses números resultaram no faturamento de quase R\$ 103 milhões. “Uma soma considerável”, avalia Crespo.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) estima que a produção de erva-mate no país ocupa 700 mil hectares, em cerca de 180 mil propriedades localizadas em 480 municípios.



Palhada de cana-de-açúcar protege o solo ao redor de pés de erva-mate. Além de proteger a planta, a palha ajuda a reter umidade no solo e libera potássio, substância de grande importância no processo de fertilização

KATY MARY DE FARIAS |
ESPECIAL PARA CIÊNCIA HOJE | PR

AGRACIADO PELA INCERTEZA

Matemático brasileiro recebe prêmio Balzan, um dos mais prestigiados do mundo

Há um pouco da teoria do caos na vida de Jacob Palis, primeiro matemático brasileiro ganhador do prêmio italiano Balzan, um dos mais importantes do mundo. Além de ter desenvolvido alguns preceitos fundamentais da teoria – o que sem dúvida motivou a premiação –, pode-se dizer que ela tem regido, metaforicamente, alguns acontecimentos de sua vida.

A teoria do caos é derivada do conceito de ‘sistemas dinâmicos’, campo da matemática usado para construir modelos de fenômenos naturais e sociais – considerados sistemas complexos. A ideia é tentar prever o comportamento, por exemplo, do clima de uma região, do crescimento de uma população ou da trajetória de um foguete no espaço. Não é difícil imaginar as infinitas aplicações dessa teoria hoje, quando nos preocupamos cada vez mais com o aquecimento global e com o crescimento da população mundial.

Mas qual o papel de Palis nisso tudo? Ele formulou aspectos da teoria

dos sistemas dinâmicos que são válidos até hoje. Entre eles, o princípio da incerteza é um dos pontos mais importantes. Segundo essa ideia, grande parte dos sistemas dinâmicos tem um grau de incerteza que torna difícil prever os acontecimentos futuros com precisão. Mas, segundo a teoria proposta por Palis, é possível estimar a incerteza na grande totalidade, isto é, com probabilidade total dos modelos utilizados. “Tem aí uma mensagem filosófica”, atenta o cientista. “A incerteza faz parte dos fenômenos da natureza e também dos sociais e políticos – ela faz parte da vida.” Isso significa, por exemplo, que se construirmos o modelo do clima de uma região, qualquer pequena alteração em um dos fatores pode fazer com que uma tempestade comum se torne um tornado gigante. Foi o caso que deu origem à ‘borboleta de Lorenz’, chamada de ‘efeito borboleta’ – popularizado principalmente por meio do filme homônimo de 2004.

No caso de Palis, foram perguntas feitas durante a faculdade de Engenharia que o desviaram de uma promissora carreira nessa área para o universo da matemática. “Eu fazia perguntas que os professores às vezes não sabiam responder, e isso me instigou para os fundamentos da engenharia”, conta o matemático. Esse interesse culminou em um doutorado na Universidade da Califórnia em Berkeley com Stephen Smale, um dos maiores estudiosos em sistemas dinâmicos à época. Hoje, Palis é também presidente da Academia Brasileira de Ciências (ABC) e da Academia de Ciências dos Países em Desenvolvimento (TWAS), além de ser membro de várias outras academias internacionais.

Palis foi o primeiro brasileiro e segundo latino-americano a receber o prêmio concedido pela Fundação Balzan. O outro latino-americano foi o escritor argentino Jorge Luis Borges, em 1980. Quanto à matemática, foi o sétimo a receber o prêmio em cerca de 50 anos. Com sedes em Milão, na Itália, e em Zurique, na Suíça, a fundação escolhe todos os anos quatro nomes proeminentes em variadas áreas para prêmios de 1 milhão de francos suíços (equivalente a pouco mais de US\$ 1 milhão). Em 2010, ano em que Palis foi um dos vencedores, também foram agraciados pesquisadores de teatro, história europeia e biologia. Este ano, as áreas escolhidas são história antiga, iluminismo, biologia teórica e primórdios do universo. Teremos mais um brasileiro?

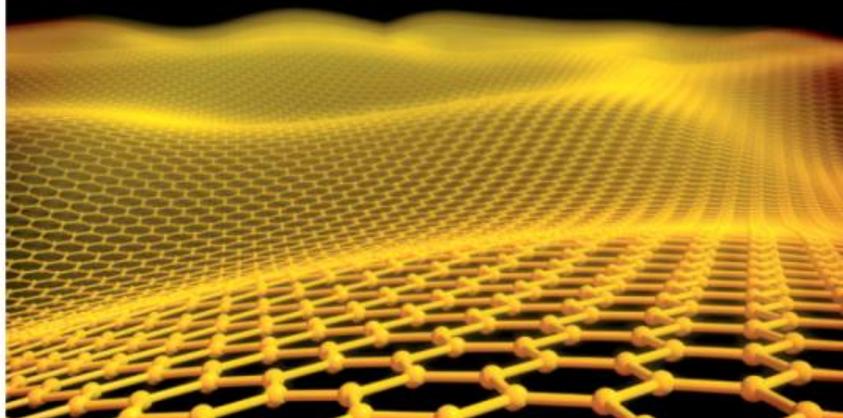


Jacob Palis (à esquerda), ao lado do presidente da Itália, Giorgio Napolitano, durante a entrega do prêmio

ISABELA FRAGA | CIÊNCIA HOJE | RJ

O FUTURO DO GRAFENO

Encontro reúne cientistas internacionais para discutir a pesquisa e aplicação do novo material de carbono



Imagine uma película feita exclusivamente de carbono disposto em uma trama de hexágonos e com espessura de um átomo. Este é o grafeno, um novo material que foi isolado em laboratório em 2004 e caracterizado em 2005. O último feito garantiu o Nobel de Física do ano passado aos seus realizadores, os físicos russos Andre Geim e Konstantin Novoselov. A importância do grafeno é tanta que ele foi o tema de um congresso chamado Graphene Brazil 2010, realizado em Belo Horizonte (MG) entre 14 e 17 de dezembro. O evento reuniu pesquisadores nacionais e internacionais para discutir a ciência e tecnologia do novo material.

Embora o campo de estudos do grafeno seja relativamente novo – o material já era estudado há décadas, mas seu isolamento em 2004 levou a uma nova onda de pesquisa – há um grande foco em aplicações, que poderão abranger diferentes campos, como a eletrônica e a biologia. “Uma das promessas é que ele venha a substituir o óxido de índio-estanho, usado

nas telas de cristal líquido e plasma. O grafeno é mais barato e flexível que o índio, um elemento raro, e tem as mesmas características úteis: transparência e condutividade”, explicou o físico brasileiro Antonio H. Castro Neto, da Universidade de Boston.

Mas as possíveis aplicações não param aí. “No futuro, poderíamos criar uma célula solar com três camadas de grafeno”, sugeriu o físico. “A primeira absorveria a luz, a segunda a converteria em eletricidade e a terceira armazenaria essa energia”, descreveu. A capacidade do novo material de poder sofrer uma deformação de até 20% sem efeitos adversos também é interessante para a indústria petrolífera, segundo Castro Neto. “Já há uma companhia testando o uso de cilindros nanoscópicos revestidos de grafeno. Eles seriam injetados em um poço de petróleo onde a pressão deformaria o revestimento, que então enviaria um sinal informando a intensidade dessa força”, revelou.

A física norte-americana de origem romena Eva Andrei, da Universidade

Rutgers, também nos Estados Unidos, destacou ainda as possibilidades biológicas do novo material. “Há estudos para usar o grafeno como suporte para o crescimento de ossos, em sequenciamento de DNA e na construção de circuitos biológicos com neurônios”, disse.

DIVISÃO E UNANIMIDADE Mas por que um campo tão recente tem um interesse tão grande em aplicações? Segundo o físico Marcos Pimenta, da Universidade Federal de Minas Gerais, isso é resultado da estreita ligação do novo material com os nanotubos de carbono. “Desde 2000 temos aplicações direcionadas aos nanotubos. Como o grafeno é muito próximo – os nanotubos são feitos de grafeno –, podemos estendê-las a essa nova plataforma”, observou Pimenta.

No entanto, o futuro da pesquisa nessa área divide os cientistas. Alguns, como o próprio Pimenta e a física norte-americana Mildred Dresselhaus, que atua na ciência do carbono há 60 anos, acreditam que o interesse pelo novo material deve amadurecer nos próximos anos e então retornar aos nanotubos. “O grafeno permite estudar fenômenos de modo mais simples, para depois transportá-los para os nanotubos”, afirmou o físico.

Mas para Andrei e para o físico austríaco Klaus Ensslin, do Instituto Federal de Tecnologia da Suíça, em Zurique, o campo do grafeno ainda tem muito para oferecer. “Estamos chegando ao pico da pesquisa. No futuro, o fundamental não será o grafeno em si, mas ele e mais alguma coisa, como supercondução e dopagem com diferentes átomos”, explicou Andrei.

Já entre os desafios do novo campo, os pesquisadores são unânimes ao citar a necessidade de fabricar amostras de grafeno de maior qualidade. “E isso tem que ser feito com métodos que possam ser escalonados para o nível piloto e industrial”, completa Pimenta.

FRED FURTADO | CIÊNCIA HOJE | RJ



Internos da penitenciária de Dracena (SP) preparam terreno para plantio de mudas de espécies nativas que serão usadas na recomposição de matas ciliares

ECOLOGIA

Sementes do bem

Promover um pacto entre ação social e proteção ao meio ambiente. Esta é a filosofia do projeto Semear, que emprega mão de obra de detentos em penitenciárias para produzir mudas de plantas nativas destinadas a recompor a vegetação que margeia rios, lagos e mananciais. Coordenado pelo Instituto Brasileiro de Florestas (IBF), o projeto foi lançado no município paulista de Dracena, onde internos do presídio local cultivam mensalmente cerca de 200 mil mudas para reconstituir matas ciliares em todo o Brasil. De acordo com o Código Florestal, essas matas são consideradas áreas de preservação permanente.

O projeto é desenvolvido na própria penitenciária de Dracena, em uma área de 2 mil m². A meta inicial é que, por ano, pelo menos 36 detentos voluntários (seis a cada dois meses) recebam do IBF suporte técnico e material, com aulas teóricas e práticas. Todos recebem ajuda de custo mensal e obtêm um certificado de viveiristas no fim do processo de capacitação. Além de adquirir conhecimento, os internos (sentenciados do regime semiaberto do presídio) serão beneficiados pela remissão da pena: a cada três dias trabalhados, será diminuído um dia do tempo de sentença. O biólogo Solano Martins Aquino, diretor do IBF, acredita que ações como essa podem colaborar de maneira efetiva para a reinserção de presos na sociedade. "É uma forma de capacitá-los profissionalmente e de dar a eles uma nova perspectiva de vida", diz Aquino.

Entre as espécies cultivadas estão o angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*), o araçá-amarelo (*Psidium cattleyanum*), o urucum (*Bixa orellana*), o jequitibá (*Cariniana estrellensis*) e o jatobá (*Hymenaea courbaril*). Além de Dracena, os municípios de Apucarana e Prado Ferreira, no Paraná, e algumas áreas da Amazônia já receberam mudas para recompor matas ciliares. A iniciativa fez tanto sucesso que outras cidades brasileiras, como Ribeirão Preto (SP), Uberlândia (MG) e Araranguá (SC), já estudam meios de seguir o exemplo de Dracena e implantar o projeto Semear em seus presídios.

FOTO: ALESSANDRO GOMES

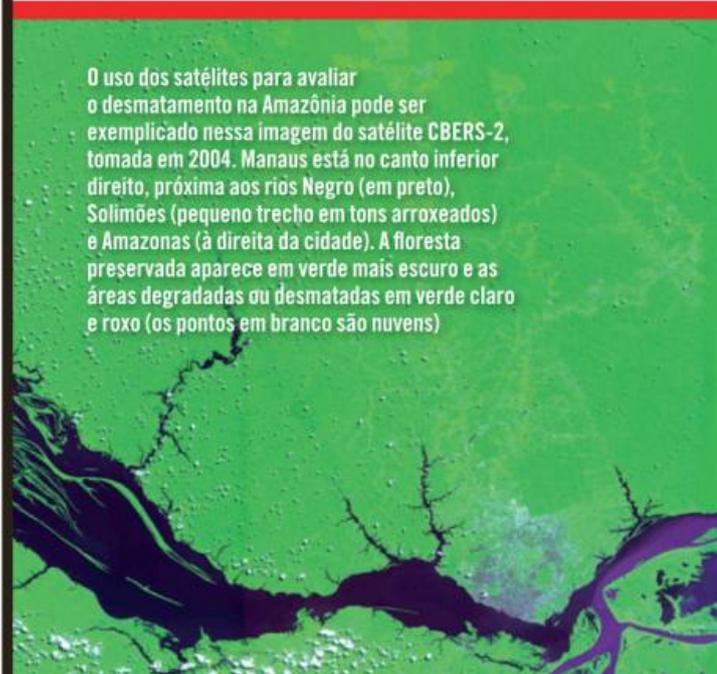
Imunologia em Petrópolis

A Faculdade de Medicina de Petrópolis instalou, em seu *campus*, um laboratório de imunologia para pesquisa e formação de recursos humanos na área de doenças crônico-degenerativas, com ênfase em doenças auto-imunes e alérgicas e suas interfaces com infecções parasitárias e virais. O laboratório, coordenado pelo pesquisador José Mengel, é fruto de uma parceria com o Instituto Oswaldo Cruz e tem como objetivo o desenvolvimento de novas estratégias terapêuticas para o controle de processos inflamatórios crônicos.

Mais acesso para os deficientes

Dois novos programas de computador ajudarão os cerca de 23 milhões de brasileiros deficientes visuais ou auditivos a terem mais acesso à cultura, ao entretenimento e ao lazer. O X-on reconhece a voz em programas de TV ao vivo e a transforma em legendas. Já o segundo descreve imagens, textos e outras informações por meio de locução sobreposta ao som original. Os programas foram produzidos pela empresa Centro de Produção de Legendas com apoio da Faperj.

O uso dos satélites para avaliar o desmatamento na Amazônia pode ser exemplificado nessa imagem do satélite CBERS-2, tomada em 2004. Manaus está no canto inferior direito, próxima aos rios Negro (em preto), Solimões (pequeno trecho em tons arroxeados) e Amazonas (à direita da cidade). A floresta preservada aparece em verde mais escuro e as áreas degradadas ou desmatadas em verde claro e roxo (os pontos em branco são nuvens)



SAÚDE

ABC dos antibióticos



Zequinha está com febre e sua mãe aconselha-se com a irmã. Ela comenta que seu filho teve algo parecido e lhe recomendaram um remédio ótimo. Passa os comprimidos para Zequinha, que tem uma melhora súbita, mas logo cai de cama outra vez. A narrativa faz parte de uma cartilha sobre o uso correto de antibióticos, elaborada pelos pesquisadores do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Fármacos e Medicamentos (INCT-Inofar), Lídia Moreira Lima e Angelo da Cunha Pinto. O objetivo é alertar para os riscos da automedicação e do uso indiscriminado de medicamentos. “Essas práticas, muito comuns hoje, contribuem para o aumento da resistência bacteriana. São crescentes os relatos sobre as chamadas superbactérias”, afirma Lima.

Superbactérias são aquelas capazes de desenvolver resistência a grande parte dos antibióticos, o que dificulta o tratamento e, em casos mais graves, provoca a morte do paciente. Recentemente, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) notificou uma epidemia da superbactéria KPC, resultado da muta-

ção genética da bactéria *Klebsiella pneumoniae*, comum no trato gastrointestinal. Até outubro de 2010, foram contabilizados 163 casos e 18 mortes só no Distrito Federal.

“A automedicação traz mais riscos do que benefícios. No futuro, a pessoa pode precisar do medicamento e este não produzirá mais efeito algum”, alerta a pesquisadora. Por esse motivo, a Anvisa oficializou novas regras para a venda de antibióticos. Agora, as receitas para a compra do medicamento ficam retidas nas farmácias para evitar a sua reutilização sem orientação médica.

Em formato de gibi, a cartilha tem como público-alvo crianças e adolescentes, considerados estimuladores de comportamento. “Quando eles aprendem algo novo, influenciam uma mudança de hábito em casa”, explica Lima. Por enquanto, a cartilha pode ser encontrada apenas na internet (www.anvisa.gov.br), mas o próximo passo é sua impressão e distribuição em escolas de ensino fundamental.

Museu elétrico virtual

O Museu Histórico Virtual de Máquinas Elétricas, criado pela UFRJ, é um portal que reúne informações das biografias e das obras de 71 inventores dos principais dispositivos eletromecânicos criados entre 1820 e 1890, e que deram origem à atual tecnologia das máquinas elétricas. Entre os cientistas descritos estão o inglês Michael Faraday e o croata naturalizado norte-americano Nikola Tesla. O acesso ao museu é gratuito – basta entrar em <http://www.dee.ufrj.br/Museu/index.html>.



Anel de indução de Faraday

PESQUISA ESPACIAL

Cooperação na observação por satélites

Um acordo de cooperação entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e a Agência Espacial Norte-americana (Nasa, na sigla em inglês) foi anunciado na reunião do Comitê de Satélites de Observação da Terra (Ceos), realizada entre 12 e 15 de outubro último no Rio de Janeiro. O Ceos reúne agências espaciais que estabeleceram uma cooperação para fazer a rede de satélites funcionarem de forma coordenada, gerando dados para auxiliar as políticas globais.

“A discussão atual para aumentar a participação da Nasa é extremamente significativa e resultou de uma mudança de política efetuada pelo atual governo norte-americano”, declarou Gilberto Câmara, diretor do Inpe e presidente do Ceos. Michael Freilich, representante da Nasa, confirmou que a agência está

se concentrando em observação da Terra e cooperação internacional. “Temos mais de 10 missões desse tipo programadas.” Segundo ele, um dos objetivos do Ceos é desenvolver a capacidade das nações de utilizar a informação e o conhecimento gerados pelo comitê.

Outros projetos do Ceos envolvem o rastreamento do carbono nas florestas, parte da política de Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação (REDD), e o monitoramento do volume de chuvas. “O lançamento do satélite CBERS-3, em novembro de 2011, deve suprir a capacidade de coleta de dados do Brasil”, afirmou Câmara, ressaltando que a falha no CBERS-2, desativado em abril deste ano, foi coberta por satélites norte-americanos e indianos, sem prejuízo dos programas.

MEDICINA VETERINÁRIA

Os cachorros estão soltos

O crescimento desordenado da população de cães e gatos é uma ameaça à saúde pública, podendo disseminar zoonoses como raiva, leptospirose e leishmaniose. Levantamento recente feito por pesquisadores da Universidade Federal do Paraná (UFPR) mostrou que apenas 40% da população canina de Curitiba e região metropolitana receberam vacina antirrábica, quando o mínimo sugerido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) é de 80%. Para reduzir os riscos associados a níveis tão baixos de vacinação e também a taxa de natalidade de cães, o Departamento de Medicina Veterinária da UFPR criou a Unidade Móvel de Esterilização e Educação em Saúde (Umees), que se popularizou como 'castramóvel'.

Trata-se de um ônibus com equipamento sofisticado que circula por diferentes áreas de Curitiba e região metropolitana para esterilizar cães abandonados ou semidomiciliados. A equipe do projeto reúne cinco professores, três técnicos e cerca de 20 alunos do curso de medicina veterinária da universidade. Além do trabalho de esterilizar os animais, os membros da Umees realizam também atividades de conscientização da população por meio de palestras em locais públicos e visitas a domicílios. O casamento entre prática cirúrgica e conscientização popular foi considerado tão positivo que o Conselho Federal de Medicina Veterinária baixou uma resolução regulamentando atividades de esterilização de animais domésticos em unidades móveis semelhantes à desenvolvida na UFPR.

Para o médico veterinário Felipe Wouk, coordenador da Umees, apenas a esterilização não resolve o problema. "Se você só castra o animal e não educa o proprietário para a posse responsável, instruindo-o a manter o cão em casa e a cuidar de sua saúde, ele voltará às ruas, permanecendo como fonte potencial de transmissão de doenças", explica. Cerca de 60% dos cães da capital paranaense são semidomiciliados, isto é, são criados na rua, embora tenham residência fixa aparente.



Unidade móvel do Departamento de Medicina Veterinária da UFPR destinada à esterilização de animais abandonados ou semidomiciliados. As cirurgias são realizadas em ambiente adaptado e equipado com instrumental moderno e seguro

Divulgação científica no século 19

Já está no ar a página virtual *O Vulgarizador: jornal dos conhecimentos úteis*. O projeto é resultado da pesquisa realizada pela coordenadora de história da ciência no Museu de Astronomia e Ciências Afins (Mast) Moema Vergara. A análise do periódico, microfilmado na Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro, revela como se dava a 'vulgarização' científica no Brasil oitocentista. O destaque é o amplo uso de imagens, que oferece novas dimensões à interpretação da história. O endereço é: <http://www.mast.br/ovulgarizador/index.php>.



Telemedicina no Rio Grande do Norte

Os quatro hospitais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) passaram a fazer parte, em outubro último, da Rede Universitária de Telemedicina (Rute), que agora soma 133 instituições distribuídas por todos os estados brasileiros. A Rute integra hospitais a outras unidades de saúde por meio de tecnologias de informação e comunicação, possibilitando avaliação remota de casos clínicos, pesquisa e educação em saúde, e pré-diagnóstico a distância.





FOTO: CICERO RODRIGUES

Os piratas que até hoje povoam nossa imaginação foram pessoas de carne e osso, protagonistas de um capítulo da história do comércio

PIRATARIA

Antes de se tornarem lenda no mar do Caribe e repousarem relativamente apaziguados nos contos populares, os piratas que até hoje povoam nossa imaginação foram pessoas de carne e osso, protagonistas de um capítulo da história do comércio, do processo de centralização dos Estados modernos e, em última instância, do desenvolvimento do capitalismo mundial.

A era de ouro da pirataria começou no século 16, no Mediterrâneo, mas a prática se estendeu até o meado do século 18, quando foi arrefecendo para sobreviver, firme e forte, até o século 20, no mar da China. Nos primeiros tempos, muitos mouriscos banidos da península Ibérica fixaram-se nas costas do Marrocos e fizeram do corso sua forma de subsistência. Na segunda metade do século 16, era comum capturar cristãos e levá-los para o norte da África, onde mediadores negociavam seu resgate – negócio lucrativo para quem recebia e para quem mediava. Outra modalidade de pirataria foi o ataque direto. Na atual Rabat, surgiu uma república corsária, Salé, independente do sultão de Marrocos até 1666. Ali tripulavam os barcos que pilhavam as naus espanholas e portuguesas vindas das Índias, dali e de outras cidades costeiras africanas enviavam expedições de assalto contra Cádiz, na Espanha, e seu litoral, encruzilhadas milenares entre o Atlântico e o Mediterrâneo.

Inimiga da Espanha, a Inglaterra entrou no negócio da pirataria ainda no século 16, e a Coroa apoiava essas ações concedendo as famosas ‘cartas de corso’. Em 1596, os piratas ingleses atacaram Cádiz, e uma testemunha, frei Pedro de Abreu, comparou as atrocidades cometidas às das “legiões infernais”. Na segunda metade do século 17, a costa atlântica da América do Norte tornou-se refúgio e área de atuação de piratas. Nova York prosperou, cheia de tavernas e prostitutas. Muitos piratas formaram comunidades nas Antilhas, onde, por caçarem o gado selvagem ali deixado pelos espanhóis e assarem a carne em grelhas que os nativos chamavam de bucã, ficaram conhecidos como ‘bucaneiros’.

Com o desenvolvimento do comércio colonial e a interferência maior dos Estados nos negócios econômicos e no ‘monopólio da violência’, a colaboração tácita entre comerciantes e piratas esgarçou-se. Muito pirata que contava com a proteção de alianças mais ou menos oficiais, como o lendário capitão Kidd, terminou na ponta de uma corda em Tyburn Street, a rua de Londres onde se enforcavam criminosos.

Os piratas eram em geral homens de origem modesta, antigos marujos que escoregavam para o mundo da infração (como Bartholomew Roberts, o Black Bart) ou escravos fugidos de plantações antilhanas. Havia exceções curiosas, como Benjamin Franks, de uma importante família de comerciantes judeus. E houve mulheres piratas, como Anne Bonney, filha de um advogado irlandês emigrado para a América. Anne casou-se com um marinheiro, foi para Nassau, nas Bahamas, onde se apaixonou pelo pirata Calico Jack, que a raptou e passou a cruzar o Caribe em sua companhia, investindo contra presas pequenas. Vestida de homem, Anne lutava em meio à piratada. Certa vez, apre-saram um navio holandês e Anne se enamorou de um jovem marinheiro, mas logo descobriu tratar-se de Mary Read, outra mulher, habituada ao travestimento desde criança.

Muitos eram homossexuais. Prezavam a liberdade acima de tudo, eram homens sem peias nem senhor. Gostavam de se vestir com os tecidos luxuosos que tomavam nos saques e que as leis suntuárias das monarquias reservavam aos nobres. Tinham ritos próprios, batizando os companheiros com nomes de acidentes geográficos em cerimônias presididas pelo ‘Rei da Desordem’. A maioria raramente ultrapassava os 45 anos. Seu mundo era frágil, sem lar, nação ou limite geográfico.

Alguns construíram fama de monstros, como Edward Law, que odiava os portugueses e teria, certa feita, cortado os beiços de um marujo de Portugal para fritá-los na presença do mutilado. Quando condenados à forca, os relatos registram que iam bêbados, a população ajudando a embriagá-los pelo caminho. **U**

LAURA DE MELLO E SOUZA

Departamento de História,
Universidade de São Paulo

WALTER BALTENSPERGER

Entre os Alpes e os trópicos

ALBERTO PASSOS GUIMARÃES

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (MCT)

CÁSSIO LEITE VIEIRA*

Ciência Hoje | RJ

*Colaborou **Bruna Ventura** (*Ciência Hoje* | RJ)

A mente do físico teórico suíço Walter Baltensperger foi treinada para resolver problemas. Lá, está o entendimento de equações, símbolos, números, fenômenos etc. O objetivo é destrinchar os enigmas, os mistérios da natureza. Foi com esse arsenal que ele fez trabalhos importantes na área de estado sólido (mais modernamente, matéria condensada).

De seu currículo respeitável, poderíamos aqui desfilhar vários aspectos. Mas apenas tópicos daquelas várias folhas impressionariam qualquer físico: fez seu

mestrado na Suíça com o prêmio Nobel de Física de 1945, Wolfgang Pauli (1900-1958); seu doutorado na Inglaterra com o físico belga Léon Rosenfeld (1904-1974); tornou-se professor da prestigiosa Escola Politécnica de Zurique, onde, em 1900, Albert Einstein (1879-1955) se formou.

Recém-doutorado, Baltensperger escolheu o Brasil. “Era simplesmente vontade de vir viver aqui, de pisar em terra roxa, conviver com as pessoas daqui. Não conhecia muito sobre o país. Acho que se tratava de uma afinidade subconsciente e de uma vontade de conhecer uma vida diferente”.

Baltensperger chegou aqui em 24 de agosto de 1954, dia em que Getúlio Vargas, então presidente do Brasil, se suicidou. Conheceu os primeiros tempos do



Instituto Tecnológico da Aeronáutica, em São José dos Campos (SP), e lá conviveu com nomes importantes da física brasileira, como Israel Vargas e Paulus Aulus Pompéia (1911-1992). Foi também naquela cidade que ele notou uma garota em uma festa na casa de amigos. O flerte virou namoro e acabou em casamento. Baltensperger e Igná estão casados desde 1957. Têm três filhos, Fábio (1958), Guido (1960) e Vera (1964) – esta última é carioca de nascimento.

Depois de sua estada de dois anos no Brasil, Baltensperger voltou à Politécnica de Zurique – hoje, mais conhecida pela sigla ETHZ – para trabalhar como assistente de Georg Busch (1908-2000). Em 1962, passou um ano como professor visitante na Universidade Brown (Estados Unidos) e, no ano seguinte, voltou ao Brasil, dessa vez para o Centro

Brasileiro de Pesquisas Físicas, no Rio de Janeiro (RJ), onde ficou cerca de um ano e meio. Em 1965, foi nomeado professor associado no Instituto de Física Teórica na ETHZ e, em 1972, promovido a professor titular. Lá, de 1984 até 1991, presidiu a comissão que avalia todos os projetos de pesquisas naquela instituição. Em 1993, aposentou-se na ETHZ e, desde então, é professor visitante no CBPF, onde, desde 1997, é pesquisador emérito.

Baltensperger deixou aqui seu vasto conhecimento e a formação de alunos – foi orientador do primeiro mestrado formal em física no Brasil, defendido em 1965, pelo físico teórico argentino Jorge Helman (1940-1997), no CBPF. Todo ano, passa sete ou oito meses trabalhando no CBPF e o restante do ano na Suíça. Do frio dos Alpes para o calor dos trópicos.

>>>

Anúncio da joalheria e ourivesaria da família Baltensperger no início do século passado

Na outra página, Baltensperger com seu pai, em fevereiro de 1931, na casa da família em Zurique

A mãe, Nelly



Fale-nos um pouco

sobre a origem de sua família. Meu pai era ourives e herdou uma loja fundada pelo pai dele, em 1877, em uma cidadezinha perto de Zurique, pouco além do local onde hoje é o aeroporto. Por sinal, naquele lugar, o nome Baltensperger aparece já a partir do século 14. Eram fazendeiros, entre outras profissões. Meu pai herdou essa loja junto com um irmão dele, em 1908. Mais tarde, ele a dirigiu sozinho, pois o irmão foi para Paris, para ser pintor. Meu pai teve sucesso na ourivesaria, pois conseguiu imprimir alta qualidade às peças. Morreu de repente, do coração, em fevereiro de 1931, quando eu tinha 3 anos e meio. Minha mãe [Nelly, cujo nome de solteira era Koenig] veio de uma família de Berna [Suíça]. O pai dela era agente de seguros, principalmente para fazendeiros. A avó por parte da mãe era da parte italiana da Suíça, e minha mãe falava fluentemente em italiano com ela. Tenho uma irmã dois anos mais velha, que vive em Zurique. Ela fez uma carreira comercial. O marido lidava com construções, manutenção

de imóveis, coisas assim. Mais tarde, se divorciaram, e ela, sozinha, montou um negócio parecido.

Como foram seus primeiros anos na escola? O senhor teve o incentivo de algum professor para enveredar pela física e matemática? Ingressei na escola em 1934. Tinha sete anos e, como a minha irmã era mais velha, eu já sabia ler quando entrei na escola. Meus primeiros seis anos de escola primária foram em Zurique, na escola pública, que é a melhor na Suíça. A professora tinha bastante caráter, mas nada que pudesse me inspirar. Recebemos um ensino bom. Depois fiz seis anos e meio no ginásio. Naquela época, conseguir entrar no ginásio não era fácil. Da minha classe, entraram cinco alunos, o que era muito, porque normalmente entravam dois. Era raro estudar na Suíça. Apreendi latim, a disciplina com maior carga horária, bem como francês e inglês. Grego era apenas para os que seguiam as humanidades.

Einstein dizia que o sistema educacional alemão, na época dele, nas décadas de



1880 e 1890, era 'militarista'. Mas ele passou um ano em uma escola pública na Argóvia [cantão da Suíça], para terminar o ensino médio, e disse depois que nunca havia gozado de tanta liberdade, que as escolas suíças davam liberdade aos alunos e os deixavam se expressar. Como era no seu tempo? Acho que Einstein tinha razão. Sabemos que, em 1933, o governo alemão determinou que não se poderia mais dizer “bom dia” ou “boa noite”, mas, no lugar disso, “*Heil Hitler*”. E o povo seguiu essas ordens. Isso, na Suíça, seria inimaginável: um ditador determinando uma coisa dessas. Na Alemanha, era disciplina, no sentido militar, e isso não existia – e não existe – na Suíça. Minha impressão, aos 13 anos, era a de que, na Suíça, éramos privilegiados: estávamos cercados pela Alemanha nazista, pela Áustria invadida, pela Itália fascista e havia a França ocupada. E a Suíça no meio. Porém, para sobreviver, tínhamos que passar por muitas coisas. Mas havia professores o tempo todo.

O senhor sofreu influência de sua família em sua opção pela ciência? Em casa,

certamente, não. Meu pai me deu o nome dele, Walter, porque achava que eu ia ser seu sucessor na empresa. Minha mãe tocava piano – essa é uma das minhas lembranças dela. Mas ela tinha um irmão que era do Instituto de Patentes, em Berna... [risos]. [O Escritório de Patentes em Berna foi o primeiro emprego formal de Einstein.] Outro irmão dela dirigia uma companhia de seguros. Imaginavam que eu seguisse uma carreira como ourives ou o que seja. Não havia ninguém da área de ciências na família. Lembro-me de que, com 16 anos, comecei a fazer experiências de química, das quais eu gostava. Mais tarde, passei a apreciar matemática. Achei que ia estudar matemática, mas, na hora de entrar na ETHZ, decidi fazer física e, mais tarde, optei por física teórica.

Como foi sua graduação? Foram quatro anos? Teoricamente, era possível concluí-la em quatro anos, mas quase ninguém conseguia. Acho que fiz em quatro anos e meio. No fim, havia um trabalho de diploma [equivalente ao mestrado no Brasil], que deveria

ser feito em quatro meses. Nesse tempo, muito curto, você tinha que aprender o assunto, fazer alguma coisa e entregar o trabalho. No meu caso, o teórico era o [Wolfgang] Pauli [1900-1958]. Perguntei se poderia fazer o diploma com ele, e Pauli me deu um pequeno problema para resolver, algo que me tomou um mês ou coisa assim. Depois, para o diploma, me deu um assunto sugerido por um físico experimental [Busch]. O trabalho foi publicado como um breve artigo [*letter*] na revista *Physical Review*. Olhando para trás, penso que tive sorte.

Pauli era conhecido, nos congressos, por ter opiniões muito incisivas, fazendo, por vezes, comentários duros sobre o trabalho de outros físicos. Como ele foi com o senhor? Tinha bom humor. Era completamente honesto. Simplesmente isso. Falava diretamente o que pensava. Podia ser até muito gentil com os assistentes dele. Corrigia os exercícios dos próprios alunos, quando muitos delegavam essa tarefa a assistentes. Fazia isso porque queria encontrar talentos ou para saber que tipos de erro cometiam. Pauli tinha um só assistente, o que fazia a física teórica ser muito concentrada. Os nomes desses assistentes a gente conhece: por exemplo, o [físico austríaco Victor] Weisskopf [1908-2002]. Pauli morreu logo depois, em 1958, de câncer. Eu era assistente naquela época e me lembro de dar a notícia aos meus alunos. Ele estava em um hospital muito perto da Escola Politécnica [Zurique], e o quarto era o 137 [valor da chamada constante de estrutura fina]. Pauli achou que esse acaso era importante [pois uma de suas preocupações em vida era entender por que essa constante da física tinha esse valor].

Ele era querido pelos estudantes? Sim, porque ele dava aulas e, eu diria, muito corretamente. Ao final da aula, marcava até onde havia chegado. Na seguinte, começava naquele ponto. Ele

>>>

perfil

Com Igná, em 1956

Grupo de Rosenfeld, em Manchester, onde Baltensperger fez seu doutorado. O primeiro à esquerda é o físico argentino Juan José Giambiagi (1924-1996)

Na conclusão do doutorado, com o físico alemão Julius Podolanski, a 'alma' que unia o grupo



sempre deu um curso obrigatório. No meu tempo, esses cursos ainda eram eletrodinâmica, óptica, termodinâmica e mecânica estatística.

Nada de mecânica quântica? Não. Pauli dizia que quem aprendeu óptica tinha toda a matemática de que precisa para entender a mecânica quântica. Mais tarde, ele se deixou convencer e então introduziu relatividade na eletrodinâmica, bem como mecânica quântica I e II.

O senhor terminou o diploma e seguiu para a Inglaterra para trabalhar com o Rosenfeld. Foi sua escolha? Quis sair da Suíça. Achei que já havia passado muito tempo no mesmo lugar. Perguntei ao Pauli aonde devia ir. Ele me deu duas indicações: ou o [físico teórico teuto-britânico] Herbert Fröhlich [1905-1991], em Liverpool, ou o Léon Rosenfeld, em Manchester. Em Manchester, o departamento de física experimental tinha também boa astronomia. Pedi para o Pauli me dar uma recomendação, e ele respondeu: "Então, escreva algo aí". Sabíamos que o Pauli escrevia esse tipo de carta de forma muito crítica. Escrevi que eu

havia feito um bom trabalho com Pauli, e ele a assinou [risos].

Rosenfeld sempre foi um militante político, do partido comunista, e o grupo dele era também formado por comunistas. Física e política se misturavam? Não. Eram assuntos completamente separados. Havia, por exemplo, um aluno suíço de doutorado lá que se chamava Bodmer. Era de família de tradição aristocrática suíça. Mas ele se dava muito bem com todo mundo.

Os físicos na Inglaterra dessa época desfrutavam de prestígio por causa da guerra? Certamente, sim. Mas falo isso com a visão de alguém que entrou lá no doutorado. Cheguei à Inglaterra em 1951, eu devia ter 24 anos. É claro que, na época, achava-se que o futuro seria apontado pelos físicos. Lembro-me de um colóquio em que o tema era algo assim: em que direção deve seguir a pesquisa em raios cósmicos e quais as possibilidades dessa área. Portanto, era voltada a encontrar novos caminhos. Achei espetacular como estratégia. Vislumbravam-se possibilidades, e se avaliava se elas tinham ou não futuro.

Em 1951, raios cósmicos deviam ser ainda uma área quente em Manchester, não?

Pouco antes de eu chegar lá, o pessoal do Blackett descobriu a partícula lambda, que era pesada. Lembro-me de que fui com esse grupo ao sul da França, para um congresso sobre esses novos temas. Lá, um dos assuntos era o tempo médio de decaimento de uma partícula quando só se tem um único evento dela.

O senhor se refere ao congresso de Bag-nère de Bigorre, que foi, segundo muitos físicos, um dos melhores da história sobre física de partícula e raios cósmicos? Sim, foi ótimo. Esse congresso ocupava um hotel no centro, com cassino, e havia lá uma roleta. O pessoal bebia champagne, e realmente eles pareciam gostar de estar na França [risos]. Os físicos participantes sabiam muita estatística, mas a sala da roleta estava vazia. Nenhum arriscou a sorte lá [risos].

Como o senhor escolheu o tema com o Rosenfeld? A ida para Rosenfeld foi, no fundo, um erro completo. Ele havia acabado de escrever um livro sobre física nuclear teórica. Quando cheguei a Manchester, essa obra es-



tava superada pelo livro do [John M.] Blatt e do [físico austríaco Viktor] Weisskopf [1908-2002], que era realmente 'o' livro. Mas, no grupo do Rosenfeld, eles ainda faziam cálculos muito complicados sobre estrutura nuclear. Logo depois de minha chegada, falei com um astrônomo, e ele me pediu que eu fizesse, antes de começar a fazer meu trabalho de doutorado, um cálculo relativo à atmosfera de Júpiter: qual a pressão para que o hélio ficasse metálico? Fiz esse cálculo, que não publiquei, porque não estava seguro. As aproximações usadas eram um tanto violentas. Pouco depois, houve publicações. Viu-se que a pressão era em torno de 20 milhões de atmosferas. Mas, com esse cálculo e com o trabalho de diploma, foi possível ver uma explicação para o seguinte fato: quando a quantidade de impurezas de fósforo no silício aumenta, então a condução elétrica se torna semelhante à de um metal. Fiz um trabalho em que a quantidade dessas impurezas aumentava. Mostrei como o material se tornava metálico. Apresentei esses cálculos como meu trabalho de doutorado, que terminei em dois anos.

Recentemente, para os anais de um simpósio realizado aqui no CBPF, o senhor escreveu que tinha vontade de vir viver aqui, de pisar em terra roxa, conviver com as pessoas daqui. Não conhecia muito sobre o país, mas tinha uma vontade de conhecer uma vida diferente... Bem, cada um de nós tem uma impressão da Hungria, da Austrália... Eu tinha uma sobre o Brasil. Acho que era uma questão de subconsciente. Achei que aqui seria bom para mim.

O senhor achava que o Brasil era um país exótico? Sim, exótico, mas com muitas profissões boas, com a boa convivência das pessoas, com uma língua latina que é mais ou menos essa que eu falo... [risos] Lembro bem de quando cheguei a Santos. Depois de poucos minutos, pensei: "Consigo viver aqui".

E o encontro com os brasileiros em Manchester? O Roberto Salmeron e sua esposa, Sônia, me deram uma ideia do Brasil, e o Roberto fez o contato com o ITA. Cheguei ao Brasil com um contrato assinado pelo Getúlio Vargas. Encontrei de novo o [físico argentino] Juan José Giambiagi [1924-1996], que havia estado em Manchester, na mesma época. Ele falava bastante sobre a Argentina, que era, no entanto, um país mais europeu. Não era isso que eu queria. Certamente, não achei que viria para ensinar aos subdesenvolvidos. Em São José dos Campos [SP], havia ótimos professores. Com o regime militar, muitos se foram...

Mas como era o ambiente no ITA? Havia pesquisa? Sim, na engenharia, já havia recursos para o túnel de vento para aviões. Estavam construindo um 'beija-flor', aviãozinho para duas pessoas que tinha nas asas motores para decolagem vertical e, depois, continuava como avião normal. Se não me engano, falhou por causa das vibrações, que ninguém conseguia dominar. Havia um laboratório de semicondutores de silício, mas com pouca relação com o grupo de físicos. Eles produziam esses

cristais de silício, refaziam medidas conhecidas... Eram pessoas muito boas. Cheguei lá com um projeto de física teórica, que não havia por lá. Ia semanalmente para [a cidade de] São Paulo, para os seminários da USP, na rua Maria Antônia.

No ITA, o senhor era o único teórico? Não. O Pompéia havia feito trabalho sobre bósons, mas os temas não eram assuntos que eu quisesse desenvolver mais. Tinha o Jorge Sussmann, que fazia doutorado com o [físico austríaco] Guido Beck [1903-1988], e o Newton Bernardes [1931-2007].

Como era o Pompéia? Se não me engano, ele tinha 18 filhos. Todos da mesma mulher. Era um número espantoso. Era uma pessoa muito agradável, muito correta. Ele mostrava o que era necessário e verificava se as coisas funcionavam. Então, quando cheguei lá, vi que precisava procurar o meu assunto de pesquisa. Conhecia muito bem a teoria de plasma do [físico norte-americano David] Bohm [1917-1994] e achei que seria possível fazer a mesma coisa com líquidos, mas foi um fracasso, nunca deu em nada...

Mas o senhor fez uso desse trabalho, certo? Usei todas as tabelas de líquidos que o ITA havia comprado na época. Mas a ideia de usar o mesmo método do Bohm falhou completamente. Porém, percebi assim como funciona a condução metálica. Com base nisso, consegui fazer um trabalho, *Correlação entre flutuações de voltagens em uma rede elétrica*.

Pelas cartas que publicamos na *Ciência Hoje*, trocadas entre Bohm e Einstein, ele reclamava muito de São Paulo. O senhor notou? Ele tinha muitos problemas. Por exemplo, quando comia em restaurantes em que podia pagar, tinha dor de estômago. Ele vivia com o salário que recebia aqui. A Ivone [uma secretária do Instituto de Física

>>>

Com o corpo docente do ITA. Baitensperger é o terceiro da esquerda para a direita. Paulus Aulus Pompéia é o quinto



Em um congresso (segundo da esquerda para a direita), com colegas da Universidade de Manchester. O físico brasileiro Roberto Salmeron é o do meio



Teórica], certa vez, disse que, depois de um tempo, ele perguntava a ela qual era o endereço em que ele vivia. Nesse sentido, era completamente deslocado do cotidiano.

Como eram os salários dos cientistas no Brasil na década de 1950? Vivia-se decentemente com esse dinheiro? Os salários no fundo eram bons. Um professor catedrático podia ter uma casa, uma empregada, um carro, podia pagar mensalidades de escolas particulares.... Hoje, acho que não.

Naquela época, os professores do ITA tinham acomodação, não? No ITA, não havia problema. Eu vivia em uma casa

junto com o Jacques Lignon. Água e eletricidade eram também por conta do instituto, e, com o salário que eu recebia, dava bem para comprar comida. Nas férias, várias vezes, consegui um lugar em aviões da FAB [Força Aérea Brasileira].

Como o senhor conheceu sua esposa? Conheci a Igná [Bitencourt dos Santos] no casamento do Carl Herman Weis, químico no ITA, e, depois disso, nos encontramos por quase dois anos. Eu já a havia visto em São José dos Campos, na casa do Weis. Ela estudava em colégio interno, no Mackenzie, em São Paulo [SP]. Dois anos mais tarde, ela passaria a morar em um

pensionato de freiras, o mesmo em que Ruth Cardoso [1930-2008], esposa do Fernando Henrique Cardoso, vivia. Lá estava também a Ivone, amiga da Igná e noiva prestes a se casar.

O senhor voltou para a Suíça sem se casar? Bem, uma mudança para a Suíça seria um problema sério na vida da Igná. Lá, na Suíça, passados cerca de cinco meses, achei que não encontraria mulher como a Igná. Então, se ela quisesse experimentar como era viver na Suíça, eu estaria disposto a casar. Então, ela veio. Viajei com minha mãe de carro até Lisboa, Igná chegou de navio e nós três voltamos juntos. Casamo-nos na Suíça [em 1957].

Quando o senhor estava aqui no Brasil, recebeu uma oferta de Zurique ou o senhor voltou para lá e procurou emprego? Voltei para lá com uma convicção: posso encontrar um trabalho na indústria ou na universidade. E, de fato, recebi uma oferta de um professor da ETHZ, [Georg] Busch, que conhecia meu trabalho de diploma e precisava de um teórico para o grupo experimental dele. Eu seria assistente de física teórica. E, nesse cargo, teria relação com os dois grupos, teóricos e experimentais. Era uma coisa fantástica, excelente. O Busch trabalhava com semicondutores com íons magnéticos. Com dois colaboradores [o físico suíço Franz Rys e Jorge Helman], conseguimos explicar um fenômeno básico dessas substâncias: a ordem ferromagnética modifica a transparência deles.

Mas depois o seu trabalho tratou da coexistência do antiferromagnetismo com a supercondutividade, certo? Meus primeiros trabalhos lá eram sobre supercondutores com alguns íons magnéticos que faziam o papel de impurezas, o que baixa a supercondutividade. Essa foi minha principal contribuição. No entanto, não obtive sucesso [em divulgar meus resultados], porque o [físico alemão] Harry Suhl apresentou a mesma coisa, só que de forma mais competente numa apresentação de última hora, fora do programa do congresso. Mas, com isso na cabeça, falando com um aluno, [S.] Strässler, ele me disse: "Vamos tratar de antiferromagnetismo". E ele explicou todas as suas ideias para mim. O trabalho, no fim, tinha o nome Baltensperger e Strässler, por causa da ordem alfabética. Ainda tenho vergonha disso [risos], porque ele foi quem fez 98% do trabalho. E o explicou para mim. Era um resultado excelente. O trabalho mostra que, quando o [material] antiferromagnético é muito puro, sem defeitos, isso então faz com que a supercondutividade possa conviver com o antiferromagnetismo.

O senhor pode falar um pouco sobre sua relação com o CBPF. Quando o senhor voltou para cá? A cada ano, minha esposa passava duas, três semanas no Brasil. Tive a oportunidade de passar um ano como professor associado visitante da Universidade Brown [Estados Unidos]. Nessa época, as crianças [Fábio e Guido] ainda eram pequenas e não iam à escola. Começaram a misturar os idiomas. Depois desse ano nos Estados Unidos, vim passar um ano no CBPF em 1963. Em 1º de abril de 1964 estávamos no Rio.

Seus filhos chegaram a ir à escola aqui no Brasil? Sim, a uma escolinha. Eles já sabiam um pouquinho de português.

Alguns alunos seus foram perseguidos durante o golpe militar, não? Maurício Chaves e Fernando Bunchaft. Parece-me que houve um episódio em que alguém importante [o político e jornalista Carlos Lacerda, 1914-1977] ia fazer uma palestra [na Faculdade Nacional de Filosofia] e foi impedido por estudantes [que trancaram a porta da escola e acamparam lá dentro]. Com o golpe [e a perseguição anticomunista], eles foram expulsos do CBPF e proibidos de entrar. Escrevi uma carta para quem dirigia o CBPF, o [almirante] Otacílio Cunha. E, no mesmo dia, ele me mandou uma resposta, dizendo que eu não tinha nada que me meter nessas coisas. Eu não corria risco algum. O pior que podia acontecer era ele me mandar de volta para a Suíça.

Quando o senhor estava aqui, continuou vinculado à Escola Politécnica? Estava licenciado e tinha habilitação na Suíça. Lá, mesmo que isso não tivesse sido dito explicitamente, havia a possibilidade de eu dar o próximo passo, ou seja, me tornar professor associado. Quando voltei, já sabia que tinha sido eleito para ser professor associado na física teórica, em particular na física de matéria condensada.

O senhor começou a lidar com supercondutividade quando foi para [Universidade] Brown [Estados Unidos] ou antes? Eu já me interessava por essa área. Isso se deu quando saiu o trabalho [dos físicos norte-americanos] [John] Bardeen [1908-1991], [Leon] Cooper e [John] Schrieffer [que ficou conhecido como teoria BCS, até hoje empregada para o estudo da supercondutividade]. Fui convidado para falar sobre esse artigo em um seminário na Escola Politécnica, em 1957. A partir daí, passei a viajar para dar seminários sobre supercondutividade, quando a teoria era novidade.

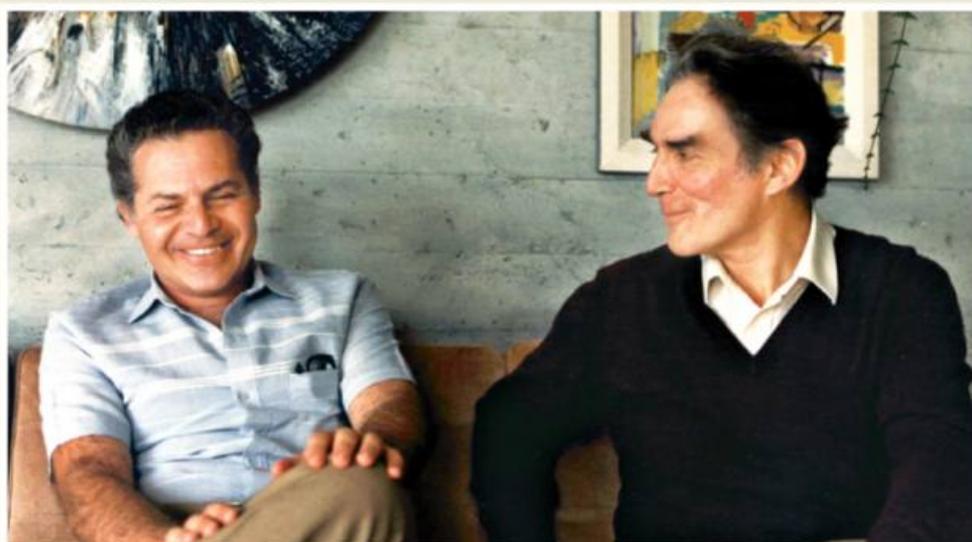
O senhor constantemente orientava alunos na Politécnica? Sim. Eu sempre dei cursos, e isso foi excelente. Os professores de física teórica, uma vez a cada semestre, se reuniam para ver quem ia dar qual curso no semestre seguinte. Com isso, cheguei a dar cada um dos cursos obrigatórios. Podíamos oferecer cursos avançados também. Eu também dirigia trabalhos de diploma. Já para o trabalho de doutorado, o aluno tinha que ser aceito pelo supervisor, mas sempre havia de dois a cinco alunos que faziam o doutorado comigo.

As aulas na Politécnica eram dadas em alemão? E os alunos de doutorado tinham bolsas, como no Brasil? Naquela época, tudo era em alemão. Sim, havia bolsas para o doutorado que eram assim: na biologia, por exemplo, era meio salário de assistente. Na física, naquela época, acho que eram três quartos. E os engenheiros, que raramente faziam doutorado, tinham o salário integral de assistente.

Um incentivo do governo para a área? Sim, porque eles tinham, só com o diploma, toda a chance de entrar na indústria. Na química, era diferente, para pior: rigorosamente, só metade do salário, nada mais, até o doutorado. E, com isso, não é fácil viver na Suíça. O custo de vida era alto.

>>>

Jorge Helman (1940-1997), orientado por Baltensperger, defendeu a primeira tese de mestrado formal da física no Brasil. Na página seguinte, Willy Woelfli, professor emérito da ETHZ, em Neerach, perto de Zurique. Ele e Baltensperger propuseram uma explicação para a Era do Gelo



Como o senhor, como estrangeiro, viu o golpe de 1964? Estava na casa do [José] Leite Lopes [1918-2006] quando houve aquele comício do Jango, na Central do Brasil. E o Leite estava entusiasmado. De certa maneira, o cenário cheirava a ditadura, e não gostei daquilo.

Não ia ser sustentável? É, de certo modo. Embora, claro, sempre achei que, naquela época, o Brasil tinha ricos de Cadillac e muitos pobres. Isso não devia continuar assim. Não achava que estava tudo bem como estava, mas achei que havia algo de errado naquele comício. Quando os militares entraram em cena naquele 1º de abril, logo percebi que isso era muito ruim. E depois descobri que havia intolerância da parte dos militares, que era uma ditadura mesmo. Não sofri nada, nunca me senti ameaçado como estrangeiro, nada aconteceu de ruim comigo. Mas o Bunchaft e o Chaves tiveram que trabalhar comigo em meu apartamento. Vinham para lá, e trabalhávamos duas vezes por semana. Eles não podiam mais entrar no CBPF.

E o salário de professor na época? O senhor recebia da Suíça? Eu tinha uma bolsa da Fundação Ford de US\$ 600, que era um salário bom, era como se alguém ganhasse hoje R\$ 10 mil, R\$

12 mil reais. Dava para tudo. Tinha até meu carro. Era muita coisa.

Mas, no CBPF, os salários não eram bons, certo? Lembro de físicos que viveram esse tempo dizendo que o salário era de US\$ 30, US\$ 50 mensais... E não eram regulares; às vezes, nem chegavam.

E o clima entre os pesquisadores quando receberam a notícia do golpe? Imagino que o Leite Lopes deve ter ficado consternado. Foi até preso. Ele lançou um livro e saiu da prisão para a noite de autógrafos. [risos] É claro que os pesquisadores aqui eram todos contra os militares. Por exemplo, em São José dos Campos, o nível caiu muito, porque as pessoas, os estrangeiros... quem pôde saiu. Na minha época no ITA, os militares eram muito presentes. Conheci vários deles lá sem problemas. Eu não tinha aversão aos militares, mas, em poucos meses, vi que aquele regime não era simplesmente feito para corrigir excessos, mas para ser um regime fechado. Fiquei no Brasil um ano e meio, até o início de 1965.

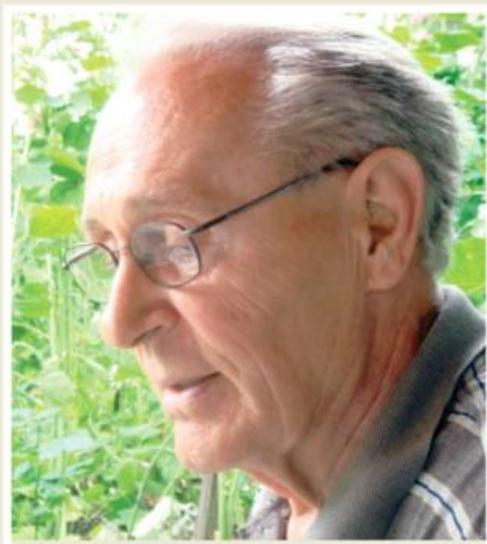
E aqui o senhor orientou basicamente esses dois alunos? [Além do Bunchaft e do Chaves], houve também o Roberto Moreira Xavier [de Araújo], com quem fiz um artigo sobre o [elemento químico] gadolínio, na forma líquida.

E houve, claro, a tese do Helman, o primeiro mestrado [formal] de física no Brasil, um trabalho muito bom, que respondia à seguinte pergunta: "O que acontece com um elétron em um campo elétrico em uma rede perfeita à temperatura zero [kelvin]?" A resposta a que o Helman chegou é que o elétron acelera até chegar à velocidade do som. E, depois, ele emite radiação sonora pelo efeito Cerenkov.

Como foi sua volta para a Suíça em 1965? Eu era professor associado. Éramos cinco professores de física teórica da ETHZ. Havia várias tarefas relacionadas a aulas, e, no começo de cada semestre, um novo curso. Mas era um ambiente ótimo, e evidentemente não me considerava uma das pessoas mais brilhantes de lá.

Havia discípulos do Pauli nessa época (1965-66), pessoas que fizeram doutorado com ele? Sim. A pessoa dominante era [o físico teórico suíço] Res Jost [1918-1990]. Era absolutamente brilhante, com uma capacidade matemática fantástica.

Quando o Pauli morreu, em 1958, quem ficou no lugar dele? Já tinha o [físico suíço Markus] Fierz [1912-2006] e o Jost, que recebeu um convite para ser professor em Princeton [Estados Uni-



dos], e só voltou de lá com a condição de que houvesse postos para mais dois professores. Ele conseguiu uma nova posição para a física teórica do estado sólido e uma para a de partículas. E eu entrei nessa primeira vaga. Voltei como professor associado e me tornei catedrático.

Para finalizar, o senhor poderia falar um pouco sobre seu retorno ao CBPF? Nesse período, o senhor passou a se interessar por geofísica e geociências. Vim como aposentado para trabalhar com o Helman. A ideia era ficar dois anos. Depois, decidi passar mais tempo, e esse trabalho com o Jorge foi muito bom. Ele fazia a parte matemática mais difícil, enquanto eu fazia outras coisas. O tema era magnetismo, mais especificamente interações entre íons magnéticos em um meio metálico. Esses trabalhos estão entre os meus mais caprichados, e foram feitos aqui. Depois da morte do Jorge, eu encontrei o [físico suíço e hoje também professor emérito da Escola Politécnica de Zurique] Willy Woelfli que, aliás, eu havia conhecido aqui, no Brasil, em 1964, embora ele trabalhasse na Politécnica em Zurique. Em 1964, ele havia sido convidado pelo [físico brasileiro] Hervásio [de Carvalho, 1916-1999] para ficar um mês ou algo assim no CBPF. O Willy

dirigia um grupo que trabalhava com datação com carbono 14. Nessa área, ele foi pioneiro e ganhou reconhecimento por isso.

No grupo do Willy, havia um seminário sobre meio ambiente, com temas ligados à Era do Gelo. Ele era muito bem informado sobre isso. Desse contato, nasceu meu interesse por essa área. A Era do Gelo não tinha somente temperaturas globalmente baixas, mas também variações violentas da temperatura. Além disso, quando a extensão do gelo era máxima, atingindo a região da atual cidade de Nova York, do outro lado do polo Norte, na Sibéria Oriental, os mamutes viviam em regiões árticas, onde hoje não crescem as plantas que alimentam esses animais.

A tentativa usual de explicar a Era do Gelo se baseia nas chamadas retroações. Por exemplo: quando faz frio, a Terra é coberta de neve, que, por ser branca, reflete a luz do Sol, o que aumenta o frio. Com uma visão diferente, o Willy insistiu que a assimetria em torno do polo Norte é a chave da Era do Gelo, e que, 12 mil anos atrás, a Terra foi 'girada'. Antes, o polo Norte estava na Groenlândia, mais perto de Nova York e mais longe da Sibéria Oriental.

A mecânica do giroscópio ensina que girar uma esfera é fácil, enquanto fazer isso com a Terra, que é mais 'gorda' no Equador, requer certo esforço. Estimamos que, se uma massa do tamanho de Marte passasse quase raspando pela Terra, então as forças gravitacionais, que criam o chamado efeito maré, seriam suficientes para esticar a Terra de tal maneira que, na direção da maior aproximação, o raio aumentaria um por mil. Isso provocaria um movimento geográfico dos polos, em espiral, que acabaria em poucos anos, quando um novo equilíbrio da Terra se estabelecesse. Uma mudança rápida da posição dos polos, com base nos fatos conhecidos, é considerada impossível. Em nossa proposta, o problema é que esse planeta

que passou, que chamamos Z, não existe mais. Para que ele desaparecesse, seria indispensável que sua órbita passasse muito perto do Sol, o que o faria esquentar por dentro – assim, Z era líquido e irradiava luz vermelha.

A evaporação de Z teria criado uma nuvem em torno do Sol, com a forma de um disco. Quando a órbita da Terra estava nessa nuvem, o clima era frio. A dinâmica da própria nuvem produzia mudanças rápidas, e as variações da órbita da Terra produziam mudanças lentas da temperatura. O desaparecimento de Z se tornou possível porque, naquela passagem quase raspando pela Terra, Z se fragmentou, já que seu interior quente queria se expandir, e seus pedaços evaporaram nas passagens seguintes perto do Sol. Isso, em nosso modelo, definitivamente terminou com a Era do Gelo.

A insistência do Willy de que a posição geográfica do polo Norte mudou da Groenlândia para o mar Ártico no fim da Era do Gelo, há uns 12 mil anos, nos forçou a postular um objeto estranhíssimo: um planeta quente. O que encontramos não é um vasto campo novo, mas uma possibilidade singular, estreita. Em nosso modelo, uma mudança geográfica do polo Norte só é possível quando precedida de um cenário especial, que explica a temperatura fria e variações violentas da Era do Gelo. O Willy, na casa dele, perto de Zurique, e eu, no CBPF, no Rio, conectados por correio eletrônico, desenvolvemos esse modelo durante 12 anos. Nossas estimativas foram cruas. Simulações mais pormenorizadas precisam ser feitas. Para um membro ativo da comunidade que estuda paleoclima, não é fácil gastar tempo com uma teoria tão diferente. O modelo está disponível na internet [<http://arxiv.org/abs/0704.2489>], bem como um artigo no qual apresentamos várias tradições culturais que mencionam um planeta quente [<http://arxiv.org/abs/1009.5078>]. 

Poliuretano termoplástico melhorado



TECNOLOGIA

— Curso de Tecnologia em Polímeros

— Universidade Estadual de Caxias do Sul

Há tempos cientistas de todo o mundo tentam solucionar um problema que afeta o desempenho do poliuretano termoplástico, substância polimérica sintética largamente empregada na indústria. Sempre que o material é exposto a temperaturas próximas do seu ponto de fusão (230°C), algumas ligações químicas se rompem, comprometendo o uso do produto e limitando sua estabilidade nas etapas de processamento. Mas o estudante Vinícios Pistor, do curso de Tecnologia em Polímeros da Universidade de Caxias do Sul (RS), desenvolveu uma rota química que promete contornar o problema e conseguiu aumentar significativamente a velocidade de produção da substância. Com esse trabalho, orientado pelo engenheiro químico Ademir Zattera, Pistor conquistou o segundo lugar na edição de 2010 do Prêmio Destaque do Ano em Iniciação Científica (área de Ciências Exatas, da Terra e Engenharias), concedido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Na família dos poliuretanos, o poliuretano termoplástico destaca-se por sua rigidez e flexibilidade. “Essa combinação de propriedades faz dele um material de alta performance em engenharia, pois é bastante resistente a desgastes e pode ser moldado repetidas vezes”, conta Pistor. Por essa razão, é muito usado na fabricação de próteses, mangueiras pneumáticas, tubos intravenosos, engrenagens mecânicas e artigos esportivos, entre vários outros produtos. Vale salientar que é

o principal componente da bola de futebol Jabulani, usada nos jogos da Copa do Mundo de 2010.

Para dar estabilidade térmica ao material, contornando, assim, o problema do rompimento das ligações químicas, Pistor agregou a ele pequenas moléculas da substância isooctil-trisilanol, que tem baixa condutibilidade de calor. Com isso, as temperaturas próximas do ponto de fusão do poliuretano termoplástico deixaram de ser um problema. Além disso, com o auxílio de colaboradores, Pistor conseguiu reduzir, em quase 400 vezes, o tempo necessário para se obter o produto. O que antes demorava cerca de seis horas agora é feito em apenas 58 segundos.

No processo, que está em vias de ser patenteado, as substâncias que entram na composição do poliuretano passam por uma máquina chamada extrusora reativa e são submetidas a uma série de modificações (ver figura). As adaptações feitas na máquina pelo estudante foram fundamentais para acelerar o processo de obtenção do novo produto.

Com a adição de moléculas de isooctil-trisilanol ao poliuretano termoplástico, o peso molecular do material se alterou. Mesmo tendo lançado mão de todos os métodos disponíveis no Brasil para calcular o peso molecular de substâncias, Pistor não conseguiu determiná-lo até agora. Mas ele supõe que tenha aumentado expressivamente. Em 2011, o material será enviado à Alemanha para o cálculo desse valor. Segundo o jovem cientista, “quanto maior o peso molecular, melhor o poliuretano”. Tudo indica que, além de apresentar maior estabilidade térmica em altas temperaturas, o novo produto tenha outras características de grande interesse para a indústria química.

Esquema de produção de poliuretano termoplástico na máquina extrusora reativa. Após receber pré-polímeros em estado líquido, em apenas 58 segundos o equipamento dá origem ao novo poliuretano termoplástico. O produto final, pronto para ser usado, sai com aparência que em muito lembra massa de bolo

Pré-polímero com terminações isocianato

Isooctil-trisilanol

1,4-Butanodiol (BDO)

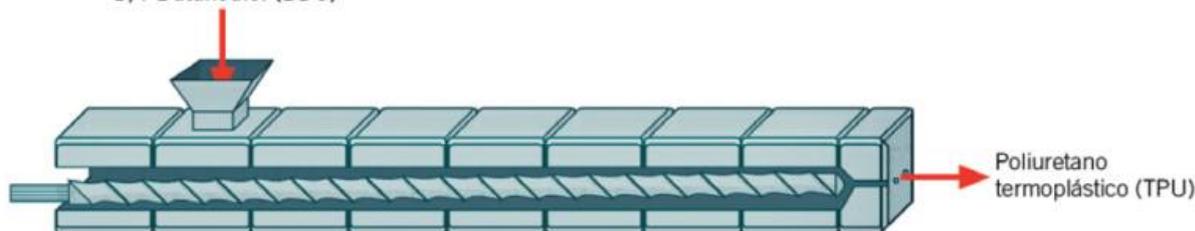


FOTO: FLORENCE

ESQUEMA PRODUÇÃO: VINÍCIOS PISTOR

Odisseia pela leitura



“No começo, achei que eles fossem nos matar: ameaçavam com pedaços de pau para não entrarmos na sala de aula.” ‘Eles’ são alunos do 5º ao 8º ano de uma escola pública no subúrbio da cidade de São Carlos (SP). O autor da frase é o estudante Hélio Pajeú, então graduando em Biblioteconomia e Ciência da Informação da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Em seu trabalho como bolsista do curso de extensão Letramentos Múltiplos, coordenado por Maria Sílvia Cintra Martins, Pajeú buscou levar a prática da leitura e escrita a alunos de escolas públicas com dificuldade de aprendizagem e de comportamento. O trabalho não foi fácil, como se pode perceber a partir da afirmação do estudante.

Mas a iniciativa deu certo. E o sucesso, que resultou na publicação de um artigo, conferiu a Pajeú – hoje aluno de mestrado em linguística da mesma universidade – um prêmio na XVIII Jornada de Jovens Investigadores da Asociación de Universidades Grupo Montevideo (AUGM), evento realizado em

outubro último na Argentina.

O trabalho foi realizado em 2009, em conjunto com graduandos de letras, biblioteconomia e pedagogia. O grupo visitava a escola em questão todas as sextas-feiras e, durante duas horas, ministrava uma ‘oficina de texto’ para turmas de 15 alunos. Durante as lições, do lado de fora, outros estudantes tinham aula de educação física. “Dava para ver pela janela outras crianças se divertindo no futebol enquanto insistíamos em incentivar a leitura e a produção de textos dentro de sala”, conta.

Esse era um dos motivos para a agressividade dos estudantes em relação aos novos professores: a leitura e escrita eram vistas como atividades obrigatórias, distantes do seu dia a dia. Aos poucos, no entanto, Pajeú e seus colegas conseguiram levar os alunos para um espaço até então pouco aproveitado na escola: a biblioteca. Lá, começaram a apresentar livros e explorar os interesses dos adolescentes. “Quando perguntávamos, nos primeiros dias, quais eram seus livros

preferidos, eles nos mostravam livros de anatomia, por causa das ilustrações de corpos nus”, relata.

A partir da percepção de que os alunos se sentiam mais à vontade – tanto para ler quanto para escrever – quando se tratava de assuntos ligados ao seu cotidiano, a situação mudou. Pajeú e seus colegas começaram a levá-los para atividades fora da escola, inclusive dentro da universidade – lugar de que muitos sequer haviam ouvido falar. Saraus, gincanas literárias e outros jogos acabaram por revelar o gosto pela leitura e pela escrita de muitos adolescentes. “Nos últimos saraus, os alunos já estavam até brigando para ver quem leria sua poesia primeiro”, comenta Pajeú.

Apesar de o objetivo ter sido concretizado, não houve apoio da diretoria para que as atividades continuassem. “Mesmo assim, ao final do ano, muitos alunos que nunca haviam pensado em prosseguir os estudos falavam em cursar uma universidade. Nós mostramos que aquele espaço é deles também”, conta Pajeú.

Natalidade sob controle

1961_ERA LANÇADA COMERCIALMENTE A PÍLULA ANTICONCEPCIONAL. Após intenso esforço de investigação realizado principalmente em laboratórios dos Estados Unidos, em 1961 a pílula anticoncepcional foi disponibilizada pela primeira vez como método de contracepção humana. Esse fato histórico, que exerceu enorme influência na sociedade e contribuiu para a chamada revolução sexual, provocou mudanças no pensamento e nos padrões de comportamento social relacionados com a sexualidade em todo o mundo ocidental. Muitos atores tiveram papel relevante nesse feito espetacular da medicina moderna. Mas entre eles talvez se destaque a enfermeira norte-americana Margaret Higgins Sanger (1879-1966), que, durante toda a sua vida, lutou pela criação de políticas e de métodos científicos destinados ao controle da natalidade.

MARCUS SEADE

Secretaria Municipal da Saúde de Curitiba
e Hospital Nossa Senhora das Graças/PR

A NECESSIDADE DE CONTROLAR A FERTILIDADE humana foi motivo de preocupação desde a Antiguidade. Essa percepção emerge quando deparamos com referências históricas sobre o tema da contracepção e observamos o registro, ao longo dos séculos, de uma infinidade de métodos, alguns aparentemente eficazes, outros nem tanto, quase todos impensáveis nos dias atuais, quando a pílula anticoncepcional passou a ter importância fundamental no controle da natalidade e causou mudanças profundas no comportamento e no modo de vida de mulheres e homens pelo mundo afora.

No antigo Egito e na Grécia (por volta do ano 100 d.C.), recomendava-se o uso de mel e até de pimenta como método de barreira vaginal, isto é,



Ao lado, Frasco de Enovid, lançado em duas doses: 10mg e 5mg. Quando o FDA, órgão norte-americano de controle de medicamentos, o aprovou como contraceptivo, em 1960, ele já estava no mercado há algum tempo, mas para tratar de anormalidades no ciclo menstrual. Em 1961, passou a ser comercializado nas farmácias como pílula anticoncepcional. À direita, cartela dispensadora de pílula anticoncepcional, lançada nos anos 1970

SCIENCE MUSEUM, LONDON

Na foto menor, Ludwig Haberlandt (1885-1932), 'avô da pílula anticoncepcional'. Foi dele a ideia de administrar hormônios sexuais femininos para evitar a gravidez. Ao lado, Gregory Pincus (à esquerda) e Min-Chueh Chang (à direita), especialistas em fisiologia reprodutiva, ladeiam o colega inglês Sir John Hammond, pioneiro no campo da inseminação artificial. Pincus e Chang, juntamente com o ginecologista e obstetra John Rock, são os pais científicos da pílula anticoncepcional

FOTOGRAFIA: MUSEUM FÜR VERHÜTUNG UND SCHWANGERSCHAFTSABBRUCH



REUTERS/DAVID J. PHILLIPS

como agentes espermicidas, capazes de imobilizar e destruir os espermatozoides. Além dessas, outras técnicas bizarras estão registradas em documentos históricos da Antiguidade, como dar sete pulos para trás após a relação sexual ou usar esterco de crocodilo, elefante ou camundongo como agente espermicida.

Já na Europa medieval, entre os séculos 6 e 11, métodos contraceptivos como coito interrompido, prática de sexo não vaginal e aborto eram proibidos e severamente punidos. No século 17, diferentes padrões de fertilidade em diferentes faixas etárias e grupos sociais sugerem a existência de algum tipo de controle da natalidade. Mas só no século 19 é que a pesquisa científica daria seus primeiros passos no campo da contracepção, com o aprimoramento dos chamados métodos de barreira.

A ideia de administrar hormônios sexuais femininos para evitar a gravidez surgiu com o fisiologista austríaco Ludwig Haberlandt (1885-1932), fato que o popularizou como 'avô da pílula anticoncepcional'. Haberlandt era professor da Universidade de Innsbruck quando come-

çou a publicar, a partir de 1919, os resultados de estudos pioneiros, destacando evidências de que algum componente bioquímico produzido pelos ovários poderia inibir a ovulação.

Em seus experimentos, Haberlandt percebeu que o transplante de ovários de coelhas prenhes tornava inférteis por vários meses outras coelhas não prenhes. Embora o princípio ativo responsável por deter a ovulação – a progesterona – ainda não tivesse sido isolado nem sintetizado, em 1931, Haberlandt afirmou que o método – por ele batizado de 'esterilização temporária hormonal' – seria o ideal para ser aplicado com o objetivo de controlar a natalidade em humanos (ver 'Os hormônios femininos e o mecanismo da contracepção').

>>>

Os hormônios femininos e o mecanismo da contracepção

A pílula anticoncepcional contém hormônios sintéticos que imitam a ação dos verdadeiros hormônios estrogênio e progesterona no organismo da mulher, propiciando uma condição de infertilidade reversível.

Os estrogênios compõem um grupo de hormônios sexuais produzidos principalmente pelos ovários e também pela placenta durante a gravidez e são responsáveis por estimular o desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários na mulher. A progesterona é produzida exclusivamente nos ovários a partir da puberdade.

Tanto os estrogênios quanto a progesterona fazem parte do grupo de hormônios conhecidos como esteroides, que são sintetizados pelo organismo a partir do colesterol. Produzidos em grande quantidade durante a gestação, são responsáveis pelo preparo final do útero para a gravidez e das mamas para a produção de leite.

A administração desses hormônios eleva seus níveis no organismo feminino, inibindo a ação reguladora da glândula hipófise. Assim, nenhum óvulo é liberado pelos ovários, pois o organismo interpreta os altos níveis hormonais como se uma gravidez estivesse em curso.



THE NATIONAL MUSEUM OF AMERICAN HISTORY, GEORGE CENTER, SMITHSONIAN INSTITUTION

PROGRESSOS _ A descoberta dos hormônios sexuais femininos e as pesquisas relacionadas com seus mecanismos de ação ocorreriam na mesma época. Em 1929, o bioquímico norte-americano Edward Adelbert Doisy (1893-1986) isolou pela primeira vez a estrona, um dos estrógenos produzidos pelos ovários. Finalmente, em 1934 a progesterona foi isolada pelo bioquímico alemão Adolf Butenandt (1903-1995), que por descrever a estrutura molecular dos compostos esteroides – inclusive a dos hormônios sexuais – recebeu o prêmio Nobel de química em 1939.

Apesar da importância de todas essas descobertas, companhias farmacêuticas, universidades e governos tinham pouco interesse na época em investir em pesquisas relacionadas com métodos hormonais de contraceção. O planejamento familiar, embora percebido como necessário já na primeira metade do século 20, era também considerado imoral em boa parte do Ocidente.

Mas a proposição de Haberlandt foi levada adiante nos Estados Unidos em meados da década de 1950, época em



Margaret Sanger em janeiro de 1947. Sua luta em favor do planejamento familiar foi essencial para o desenvolvimento da pílula anticoncepcional

que o controle da natalidade era motivo de conflito com a Igreja e considerado ilegal em vários estados do país. Para isso teve papel decisivo a enfermeira Margaret Sanger, que não poupou esforços ao longo de sua vida para apoiar métodos científicos e políticas de controle da natalidade. Esse devotamento acabou por lhe custar confrontos com a justiça do estado de Nova York, onde havia fundado uma clínica de planejamento familiar. Sanger era eficiente

na arte de falar em público e se casou duas vezes com homens poderosos, o que lhe possibilitou visitar vários países em busca de adeptos para a sua causa.

Em 1952, após tomar conhecimento das pesquisas realizadas pelo biólogo norte-americano Gregory Pincus (1903-1967) na Fundação Worcester de Biologia Experimental, com sede em Shrewsbury, em Massachusetts, Sanger, então com mais de 70 anos, passou a levantar fundos para

Novos tempos _ A chegada da pílula anticoncepcional às farmácias assegurou às mulheres uma liberdade de escolha nunca antes experimentada. Desde então elas podem decidir, com segurança, se querem ou não engravidar e qual o momento adequado de fazê-lo. A revolução causada pelo novo método de contraceção transcendeu a questão do controle da natalidade e forjou o que é hoje a mulher moderna.

A opção de adiar a maternidade e buscar o mercado de trabalho abriu caminho para a mudança sociocultural observada nas famílias atuais, que contam muitas vezes com a participação feminina no orçamento doméstico. Essa independência deu voz ativa às mulheres, que passaram a comandar seu destino, buscando no homem não mais um provedor, mas um parceiro. Paralelamente, sua sexualidade pôde se expressar de modo mais livre, sem medo de uma gravidez indesejada.

No Brasil, desde que a pílula chegou ao mercado, em 1962, a taxa de fecundidade passou de 6,3 para os atuais 1,9. Esses dados mostram o impacto da contraceção não só na redução da taxa de crescimento populacional, mas sobretudo na economia do país, que estaria em outro patamar se aquela taxa tivesse se mantido.

À exceção do período em que a mulher deseja engravidar e o da gravidez propriamente dita, sua vida reprodutiva será guiada por algum tipo de anticonceção. Hoje, os contraceptivos hormonais orais estão presentes na maioria das prescrições médicas destinadas à anticonceção reversível.

A escolha de um contraceptivo hormonal não se liga apenas à sua eficácia na prevenção da gravidez. Outros efeitos benéficos, como regularização do ciclo menstrual, diminuição do fluxo e das cólicas, prevenção de neoplasias malignas de ovários e endométrio, também são considerados por médicos e usuárias no momen-

to da escolha do método contraceptivo. Provavelmente por essas razões, 85% das brasileiras estão satisfeitas com a pílula e 70% não querem mudar de método, segundo pesquisa da Federação Brasileira de Ginecologia e Obstetria.

Tamãna satisfação se deve à modernização da pílula. Hoje, ela apresenta diferentes composições, algumas com até 12 vezes menos hormônio que a formulação original. A tendência é se tornar cada vez mais aceita pelas mulheres, que começam a usá-la na adolescência e às vezes a consomem por mais de 10 anos consecutivos. Mas a maior inovação, esperada para os próximos anos, talvez tenha o mesmo impacto do contraceptivo lançado no início dos anos 1960: a pílula masculina.

CAROLINA CARVALHO AMBROGINI
Ambulatório de Sexualidade Feminina,
Departamento de Ginecologia,
Universidade Federal de São Paulo

custear e acelerar as pesquisas sobre possíveis métodos de anticoncepção hormonal. Desde o início de sua carreira, feita nas universidades Cornell e Harvard, Pincus dedicou-se a pesquisas no campo da biologia hormonal.

Com a ajuda de Sanger, ele pôde convidar Min-Chueh Chang (1908-1991) – renomado cientista chinês radicado nos Estados Unidos e pesquisador na área de fisiologia reprodutiva – para colaborar com as pesquisas em curso na Fundação Worcester. De 1951 a 1956, Chang entregou-se à tarefa de provar que, em laboratório, certos hormônios administrados por via oral eram efetivos no controle da fertilidade de mamíferos.

Mas as investigações precisavam ir além do laboratório. Em 1952, Sanger convenceu sua amiga Katharine McCormick (1875-1967) – influente bióloga norte-americana e ativista dos direitos da mulher que havia herdado uma grande fortuna e se dedicava a ações de filantropia – a doar boa parte dos recursos necessários para que a fundação executasse o primeiro estudo clínico envolvendo mulheres em idade fértil.

NASCIMENTO DO ENOVID Em 1953, McCormick e Pincus convidaram o ginecologista e obstetra norte-americano John Rock (1890-1984), professor da Universidade Harvard, para coordenar o estudo que relacionaria o uso de hormônios femininos à inibição da gravidez. Rock, que no começo de sua carreira era especialista em infertilidade,

tendo ajudado muitas de suas pacientes a engravidar, passou a se interessar pelo controle da natalidade e logo percebeu sua afinidade com os objetivos do projeto.

Em 1954 e 1955 foram feitos estudos preliminares para definir que hormônios utilizar e em que doses, com a participação de vários pesquisadores, tendo Chang chegado a analisar quase 200 compostos químicos diferentes no período.

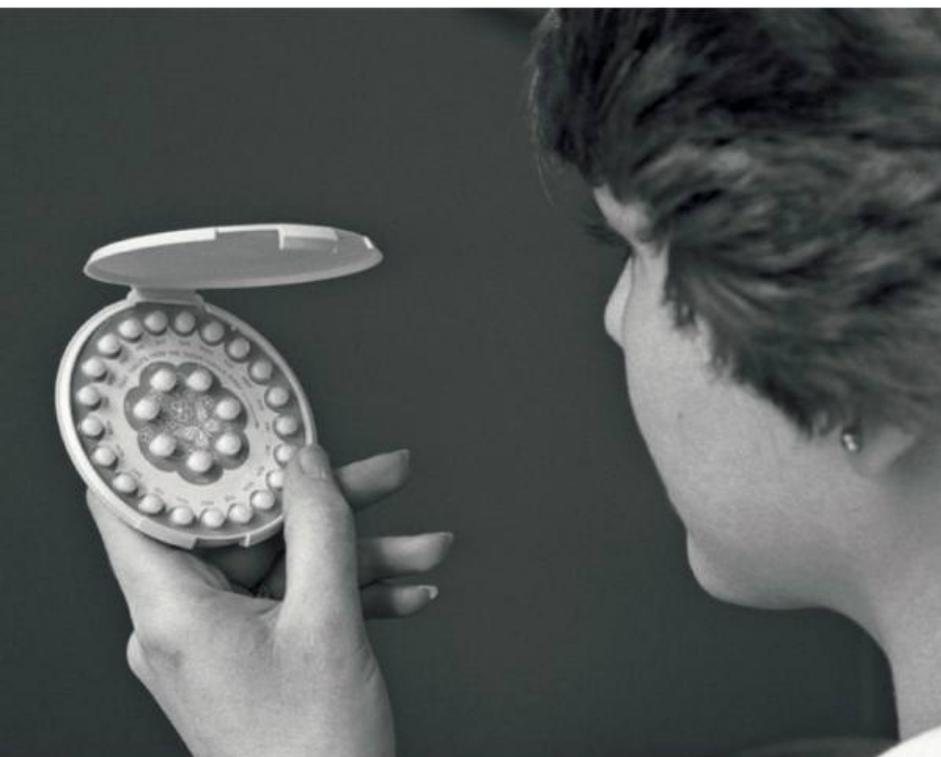
Pincus e Rock decidiram associar um estrogênio denominado mestranol a uma progesterona derivada da noretindrona, conhecida como noretinodrel, considerado por Chang como um dos compostos mais promissores. A decisão foi tomada com base na evidência de que essa associação evitaria riscos de sangramento menstrual anormal. Tal combinação recebeu da fabricante Searle o histórico nome comercial Enovid, conhecido mais tarde como a primeira pílula anticoncepcional lançada no mercado norte-americano.

Os primeiros ensaios clínicos com o Enovid foram conduzidos em Porto Rico e em Los Angeles em 1956, e o sucesso da experiência foi publicado no ano seguinte, embora o rigoroso Food and Drug Administration (FDA), órgão governamental responsável pelo controle de medicamentos, tivesse aprovado seu uso somente para distúrbios menstruais.

Em 1960, após ajustes na concentração dos hormônios, foi aprovada a indicação do medicamento para uso contraceptivo. Em julho de 1961, a pílula anticoncepcional foi finalmente disponibilizada em todos os estados norte-americanos para uso, sob prescrição médica, apenas por mulheres casadas. Após algumas disputas judiciais, em 1972 as mulheres solteiras também puderam ser beneficiadas (ver 'Novos tempos').

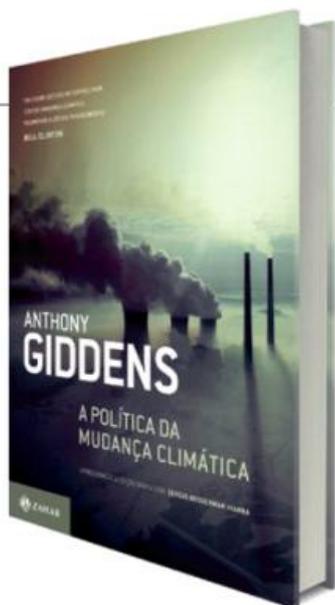
No Brasil a pílula começou a ser comercializada em 1962, em meio a ideias conflitantes: de um lado, a preocupação com o risco de o crescimento da população pobre levar à subversão; de outro, a percepção nacionalista da necessidade de aumentar o contingente populacional para que todos os espaços geográficos do país pudessem ser ocupados.

No século 19, o neurologista austríaco Sigmund Freud (1856-1939), pai da psicanálise, sugeriu que “a maior invenção que algum benfeitor poderia dar à humanidade seria uma forma de contracepção que não induzisse à neurose”. Hoje, a pílula anticoncepcional é possivelmente o método de contracepção mais comum, utilizado por cerca de 100 milhões de mulheres em todo o mundo; 9 milhões no Brasil. **BR**



© Behrens/Corbis/Onu, iStock/Infima

JUÍZO, AFINAL, OU JUÍZO FINAL?



A política da mudança climática

Anthony Giddens
Rio de Janeiro, Zahar,
316 p., R\$ 49

ESCRITO POUCO ANTES da Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP-15), realizada no final de 2009 em Copenhague (Dinamarca), o livro tem uma boa apresentação do economista Sérgio Besserman Vianna, na qual se destaca a frase do ex-vice-presidente dos Estados Unidos, Al Gore: “Para enfrentar a mudança climática, o ingrediente essencial continua sendo vontade política”. O papel do sistema político na discussão e condução da questão da mudança climática é explorado, com riqueza de informações, num livro organizado de maneira simples e atraente e valioso para todos os interessados no assunto.

A pergunta “por que alguém continua dirigindo um SUV [do inglês *sport utility vehicle*, ou veículo utilitário esportivo], apesar de conhecer seu impacto sobre o meio ambiente?” introduz o ‘paradoxo Giddens’: os perigos do aquecimento global não são palpáveis, imediatos ou visíveis no cotidiano das pessoas, por mais assustadores que sejam; por isso, não se faz nada a res-

peito! No entanto, esperar que seus sintomas se tornem visíveis e agudos para só então tomar medidas sérias será, por definição, tarde demais!

Embora se possa discordar do autor por recusar o “princípio da precaução” na tomada de decisões sobre ações que afetam o meio ambiente, e por criticar o “movimento verde” e o conceito de desenvolvimento sustentável, há que se concordar desde o início com a premente necessidade, enfatizada em todo o livro, de se introduzir perspectivas de longo prazo de enfrentamento da mudança climática, o que implicaria um planejamento cuidadoso, porém inovador, com inevitáveis riscos e incertezas, feito por um “Estado indutor, viabilizador e cobrador”! O princípio do “poluidor-pagador” é sempre, e apropriadamente, trazido à atenção no livro, como forma de enfrentar a mudança climática.

Esse ‘novo’ Estado, reformado e condutor de um amplo pacto político, servindo de exemplo para sua população, deveria instalar já as estruturas

Evolução ao nível de espécie: répteis da América do Sul

Paulo Emílio Vanzolini (obra completa)
São Paulo, Beca, 704 p., R\$ 120

Esta obra é uma homenagem a um ilustre membro da comunidade científica que trabalhou tanto pelo desenvolvimento da ciência em São Paulo e no Brasil, quanto por sua estruturação institucional. Com seus estudos sobre a sistemática evolutiva de espécies e paleoclimas da América

do Sul, fundamentais para a compreensão das diferenças em biodiversidade entre ecossistemas tropicais e temperados, o zoólogo Paulo Vanzolini foi um pioneiro de temas que hoje estão na ordem do dia da agenda ambiental. O livro reúne 47 artigos selecionados pelo autor, que os considera a “coluna vertebral” de sua trajetória científica. Acompanha um CD-ROM com toda a obra acadêmica (153 artigos) do herpetólogo, em versão PDF, além do documentário *Calangos do Boiaçu*, de Ricardo Dias.



corretas dos próximos 20 anos e mais. Isso pode significar que os governos terão de tomar medidas duras, impopulares, mas que, ao mesmo tempo, podem criar novas oportunidades de desenvolvimento e uma desejada convergência política e econômica. Investimentos pesados em transporte coletivo, por exemplo, podem levar a crescimento econômico, junto com o bem-estar das pessoas. Atitudes assim devem gerar inovações econômicas e tecnológicas, que garantiriam o desenvolvimento continuado das nações, uma vez que Giddens defende fortemente a 'não privação' do bem-estar das pessoas, mas sim o desenvolvimento com a busca de novas fontes de energia, que certamente induziria novos estilos de vida e mudanças na atitude da população. O exemplo do passado seria o Reino Unido, onde a difícil transição da lenha para o carvão criou um novo estilo de vida e muitas inovações tecnológicas.

Vários conceitos e alternativas para diminuir as emissões de gases são analisados pelo autor e em geral ilustrados por exemplos de diferentes nações. Ele avalia os esforços feitos por diversos países industrializados e em desenvolvimento, inclusive o Brasil, considerado em posição privilegiada por algumas das suas características e ações, mas com riscos consideráveis – um exemplo é o sucesso dos biocom-

bustíveis, que poderá ter grande parte dos seus benefícios ambientais anulados pelo desmatamento induzido por sua produção.

Após discutir as previsões sobre as atuais fontes de combustíveis fósseis e o potencial de geração de perigosos conflitos na luta entre nações pela posse de recursos energéticos, o autor sugere medidas que deveriam ser tomadas com urgência por governos e organismos internacionais para evitar conflitos potenciais e garantir que especialmente os mais pobres do planeta não sejam penalizados pelas medidas para redução das emissões de gases. Embora otimista quanto ao papel das Nações Unidas nesse processo, Giddens aponta uma série de sinais preocupantes na direção oposta, inclusive o fato de que as nações em desenvolvimento já respondem hoje por 50% de todas as emissões de gases e responderão por 70% em 2030, se medidas sérias e urgentes não forem tomadas para que todos emitam menos.

O autor reconhece que não se consegue romper a "inércia tecnológica" que hoje impede uma grande economia de energia e o fato de que mesmo os países com os melhores índices de desempenho ambiental progrediram pouco na redução das emissões. Também reconhece os resultados modestos ou pífios obtidos nos acordos internacionais do clima – incluindo os no-

vos, após a COP-13, em Bali (Indonésia), em 2007 –, decorrentes do "mínimo denominador comum" que sempre acaba predominando e da falta de cumprimento das promessas por nações signatárias dos acordos.

Essas constatações exigem, para o autor, uma mobilização coletiva, comandada por grandes líderes políticos, para enfrentar riscos e oportunidades envolvidos no controle das forças que desencadeamos no planeta. Seria essencial reformular o chamado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e promover a convergência econômica com países em desenvolvimento, priorizando a transferência de conhecimentos e investimentos em pesquisa e desenvolvimento. No pós-fácio, porém, Giddens admite que, hoje, "mesmo que fosse possível formar compromissos comuns e específicos, não há mecanismos eficazes para obrigar seu cumprimento", sugerindo, então, o "juízo final" como uma possibilidade iminente de nossa sociedade e sua economia. Portanto, nossa grande questão seria: junto com a mudança climática, haverá uma grande mudança na política deste mundo e na atitude das pessoas?

Flávio Luizão

*Departamento de Ecologia,
Instituto Nacional
de Pesquisas da Amazônia*



Homo deletabilis: *corpo, percepção, esquecimento dos séculos XIX ao XXI*

Maria Cristina Franco Ferraz

Rio de Janeiro, Garamond/Faperj, 196 p., R\$ 35

Nessa investigação sobre o fenômeno da memória no século 21, a autora retoma as abordagens de filósofos como Friedrich Nietzsche e Henri Bergson para compreender determinadas configurações históricas da percepção, da memória e do corpo. Ela parte do gesto cotidiano de 'deletar', mostrando que este não se restringe ao uso do computador, mas se estende às relações sociais e interpessoais. Professora de Teoria da Comunicação da Universidade Federal Fluminense, Ferraz reflete sobre a assombração do esquecimento que paira sobre o mundo contemporâneo.

LEGALIZAÇÃO DA MACONHA

Acho que está evidente que a guerra contra as drogas é uma árdua tarefa para todos os governos do mundo. Gostaria de deixar uma sugestão de possível linha de ação para o governo brasileiro quanto a esse difícil tema. E se legalizássemos o consumo da maconha, que, das drogas, é considerada a mais leve e a que menos efeitos daninhos causa à sociedade? Com isso, talvez muitas pessoas que consomem outras drogas mais destrutivas, como o crack e a cocaína, optassem por consumir somente maconha, o que seria provavelmente menos prejudicial à sociedade. Fica a sugestão.

Erico Tachizawa

Por correio eletrônico

CARNE E CÉREBRO

Sou leitor da CH há alguns anos, e, desde que as colunas de Franklin Rumjanek apareceram, percebi que elas têm certa dose de polêmica. Não em relação aos assuntos em si, e sim no modo como são abordados. Por se basear em artigos e textos de cientistas e periódicos renomados, o autor escreve persuasivamente e transmite ao leitor a ideia de que não existem explicações alternativas para seus argu-

mentos. Quando o assunto é evolução biológica, as colunas vêm recheadas de argumentos adaptacionistas (no mesmo modo que Stephen Jay Gould e Richard Lewontin criticaram). Nomes como Charles Darwin e Richard Dawkins são constantemente citados, o que dá certa credibilidade aos seus argumentos. No entanto, em muitos de seus artigos sobre evolução, Franklin Rumjanek estabelece polêmicas relações de causa-efeito, estruturados com mais especulações que evidências. Por vezes, chega a repetir especulações de outros cientistas renomados. Por esses motivos, suas colunas sempre me incomodaram um pouco. No entanto, como são muito bem escritas e abordam assuntos interessantes, nunca me provocaram o ímpeto de criticá-las. Senti, porém, que ele passou dos limites na coluna 'Viva a carne!' (CH n° 272). Ao defender que o aumento do tamanho do cérebro nos hominídeos se deu em virtude do aumento do consumo de carne, o autor faz alusão à antiga sugestão de Katharine Milton (1988), a qual argumentava que somente por meio de uma dieta rica em nutrientes o aumento do cérebro seria possível, já que esse órgão necessita de grandes aportes de energia.

No entanto, a coluna não diz que essa sugestão já foi ferozmente rebatida e somente traz ao leitor uma ligeira explicação alternativa, de Geoffrey Miller (que também tem certo teor adaptacionista e, com pouco sentido, o colunista inclui a carne nela). Atualmente, são poucos os autores que defendem com unhas e dentes a ideia da carne como principal força motriz da evolução do cérebro humano. Mesmo porque também existem evidências de que o consumo desse item não foi incrementado significativamente na nossa dieta (Robert Eckhardt, 2004). Além disso, existem explicações mais sugestivas e interessantes para o aumento do cérebro dos hominídeos (Robert D. Martin, 1996, e Richard Wrangham, 1999). Uma proposta interessante de Wrangham é a de que, grosso modo, a própria complexidade social em que os primeiros humanos estariam envolvidos seria um agente de seleção em favor de cérebros mais complexos. Ou seja, a esportividade e a habilidade cognitiva dos indivíduos lhes confeririam vantagens reprodutivas. Esse mesmo autor sugere que o ato de cozinhar alimentos (uma atividade relativamente antiga entre os humanos) também poderia fornecer incremento energético à dieta dos nossos ancestrais. Portanto, o aumento do consumo de carne pelos humanos (se é que ele ocorreu) talvez nem tenha exercido papel importante na evolução humana, e até mesmo poderia ser um resultado da complexa estrutura social dos hominídeos. A coluna seria mais feliz e atual se, em vez de receber o nome de 'Viva a carne!', tivesse como título 'O mundo é dos espertos'...

Eduardo Bisaggio

Por correio eletrônico

CH O autor do texto citado, Franklin Rumjanek, responde: "Agradeço sua leitura atenta de meus textos, bem como seus comentários sobre a coluna 'Viva a carne', publicada na CH n° 272. Em primeiro lugar, a coluna se inspira não necessariamente em questões polêmicas, mas sim naquelas que possam gerar explicações alternativas, como você mesmo aponta em sua carta. A ideia de abordar um tema que pode ser visto de vários ângulos me parece interessante e estimulante. Infelizmente, o ponto levantado por você sobre argumentos adaptacionistas não poderá ser discutido aqui, devido ao espaço limitado. A questão da adaptação e do adaptacionismo é demasiado extensa e iria requerer um verdadeiro ensaio. De todo modo, nas colunas a adaptação é sempre inserida no contexto de qualquer propriedade que possa contribuir para aumentar o *fitness* de um organismo. Não vejo aí maiores problemas e, além do mais, é preciso lembrar que frequentemente algumas ideias que o incomodam partem de autores diversos. O tema central da coluna 'Viva a carne' não é tão antigo (e resolvido) como você sugere. Chamo sua atenção para um artigo recente de Michael Eisenstein, publicado na *Nature* em 23 de dezembro de 2010, que reaviva a discussão. Ele dedica um bom espaço ao problema e debate se foram os tubérculos ou a carne que contribuíram para o aporte de energia propulsor da evolução humana (ou melhor, da encefalização). Ele também cita Richard Wrangham e comenta ainda sobre a importância do cozimento dos alimentos como outro fator relevante. Finalmente, a própria questão da complexidade social, que parece ser favorecida por você, me parece conter também um forte elemento de especulação. Aliás, confirmo aqui que não tenho nada contra especulações, desde que embasadas em experimentos ou argumentos ponderados."

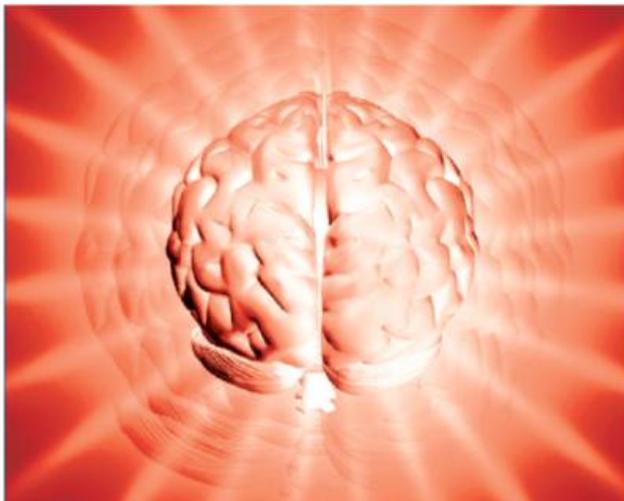


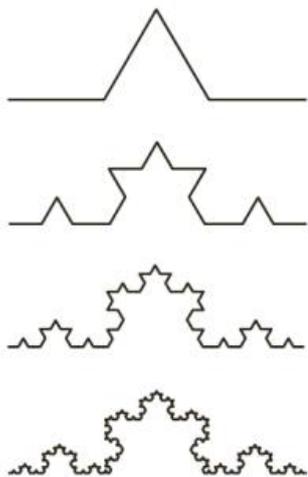


FOTO: CICERO RODRIGUES

FORMAS DA NATUREZA

DESAFIO

A área da curva de Koch (aquela delimitada pela linha horizontal do segmento original e a curva em si) é finita ou infinita? Quanto vale?



Ano passado, o mundo perdeu uma figura científica notável: Benoit Mandelbrot (1924-2010). Nascido na Polônia, em uma família de judeus da Lituânia, educado na França e radicado nos Estados Unidos, é difícil situá-lo geograficamente. Porém, mais difícil é situá-lo na área científica. Estudou matemática na Escola Politécnica (França), fez o mestrado em aeronáutica no Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech) e o doutorado em matemática na Universidade de Paris. Trabalhou anos na empresa IBM e foi pesquisador na Universidade Yale (Estados Unidos).

Se pensarmos em um matemático como alguém que prova teoremas, então Mandelbrot foi atípico, pois nunca fez isso. Mas contribuiu, de forma notável, para diversas áreas do conhecimento, da fisiologia à economia, à engenharia... Um de seus trabalhos mais importantes foi o estudo dos fractais, termo que ele cunhou.

Estamos acostumados a ver contornos na natureza. Todo dia, nos deparamos com retas, curvas sinuosas, circunferências etc. Mas será que a natureza é toda descrita por esses tipos de curvas suaves, que desenhamos facilmente? Ou é necessário algo diferente?

Ao buscar respostas para perguntas desse gênero, Mandelbrot descobriu os fractais.

Fractal é uma curva que tem uma propriedade interessante: elas são autossimilhanes. Em termos simples, podemos dizer que, se pegarmos um pedacinho da curva e o ampliarmos, como se estivéssemos olhando com uma lente de aumento, o novo pedaço seria essencialmente a curva original. Curvas desse tipo aparecem na natureza nos contornos do litoral, de uma nuvem, de uma folha de planta (a de samambaia é o caso típico), de uma montanha e até de um brócolis.

Fica mais fácil entender um fractal com um exemplo emblemático: a curva de Koch,

também conhecida como floco de neve de Koch, homenagem ao matemático sueco Helge von Koch (1870-1924), que a definiu em 1906.

Para desenhar uma curva de Koch, começa com um segmento de reta de lado 1 (centímetro, decímetro, metro etc.). Depois, divida-o de forma a que forme um 'chapéu de bruxa', sendo que as abas e a copa (parte de cima) tenham o mesmo comprimento. Agora, repita a operação para os novos quatro segmentos de reta. Faça isso indefinidamente. As primeiras figuras (à esquerda) são assim.

A curva vai ficando cada vez mais rebuscada e difícil de desenhar. Note que essa curva tem a propriedade de autossimilhança: cada pedacinho é uma cópia exata do pedaço maior.

Qual o comprimento dessa curva?

O lado inicial tinha comprimento 1. Mas, depois do primeiro passo, o comprimento é $4 \times (1/3)$, pois temos quatro pedaços de comprimento $1/3$. Depois do segundo passo, teremos $16 \times (1/9)$. Assim, no passo 'n', o comprimento será $(4/3)^n$.

Na expressão acima, $4/3$ é maior do que 1. Portanto, quanto maior for 'n', maior será o comprimento da curva. Se 'n' for grande o suficiente, o comprimento da curva ficará tão grande quanto quisermos – dizemos que, nesse limite, o comprimento da curva é infinito. Surpreendente, não?

Curvas como a curva de Koch são exemplos de fractais. O artigo de Mandelbrot no qual ele começou a se questionar sobre esse tipo de curva tinha o título 'Qual o tamanho da costa da Grã-Bretanha?'

Linhas retas e curvas ainda são importantes na descrição da natureza, mas é bonito ver que sua complexidade pode ser descrita de um modo, em princípio, tão simples. **EM**

MARCO MORICONI

Instituto de Física,
Universidade Federal
Fluminense

moriconi@cienciahoje.org.br

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO A frase "Hoje é segunda-feira" não pode ser dita em um dos dias em que eles falam a verdade, que vão de quinta-feira a domingo. Como ele diz que vai mentir no dia seguinte, a segunda frase não pode ser dita segunda ou terça. Portanto, era quarta-feira.



FOTO: CICERO RODRIGUES

*Talvez seja
ainda tempo,
para os
cientistas sociais,
de aprender
com colegas
cientistas
naturais o apreço
pela tradição das
humanidades*

DEFENDER AS HUMANIDADES

A revista científica *Nature*, no número de 22 de dezembro de 2010, publicou um excelente ensaio, do bioquímico Gregory Petsko, da Universidade Brandeis (Estados Unidos), a respeito do predomínio deletério de valores de mercado na gestão das universidades e na compreensão de seu papel na vida contemporânea: ‘Save university arts from the bean counters’ (‘Salvem as artes, na universidade, dos caça níqueis’, em tradução livre). Nada de extraordinário. É o registro da opinião de um cientista, de evidente orientação política à esquerda, contra os efeitos da religião de mercado. O que torna notável o texto é a defesa que faz do papel das “artes e humanidades” – alvos preferenciais de cortes orçamentários no chamado Primeiro Mundo – como dimensão essencial da vida universitária e científica.

Petsko, um cientista ‘duro’ consagrado, não tem receio em dizer que deve à sua formação humanística a capacidade de pensar de forma crítica, analisar questões de modo não superficial e escrever com clareza. Nessa lembrança dos tempos de estudante, salta a linha divisória que delimita os campos das “duas culturas”, para retomarmos a imagem do físico inglês Charles Percy Snow (1905-1980), e indica um papel relevante para as humanidades, mesmo para praticantes das ciências duras.

É de se imaginar que, para um bioquímico como Petsko, suas perguntas de trabalho – dirigidas a seus objetos e experimentos – devam ser respondidas por meio de conceitos e procedimentos internos à sua disciplina, ou associados a outros julgados pertinentes do ponto de vista da experimentação em curso. Há outro tipo de indagação, contudo, que ronda as mentes dos melhores cientistas, e que diz respeito aos motivos e aos propósitos da ciência.

Quando respondem a essas duas ordens de questões, os cientistas tornam-se – por vezes inconscientemente – praticantes do campo das humanidades. Tais questões envolvem dimensões filosóficas dependentes de valores e crenças, que dizem respeito à

relevância imputada pelos cientistas a suas práticas e descobertas. As questões científicas *stricto sensu* são de natureza ontológica, ou seja, incidem sobre os objetos e o estado do mundo que os contêm. Assim como questões de fato tratadas pelas ciências duras não podem ser consideradas de modo adequado (enquanto questões de fato) pelas humanidades, as que dizem respeito aos motivos e propósitos da atividade científica exigem o vocabulário e a sensibilidade das “*arts and humanities*”.

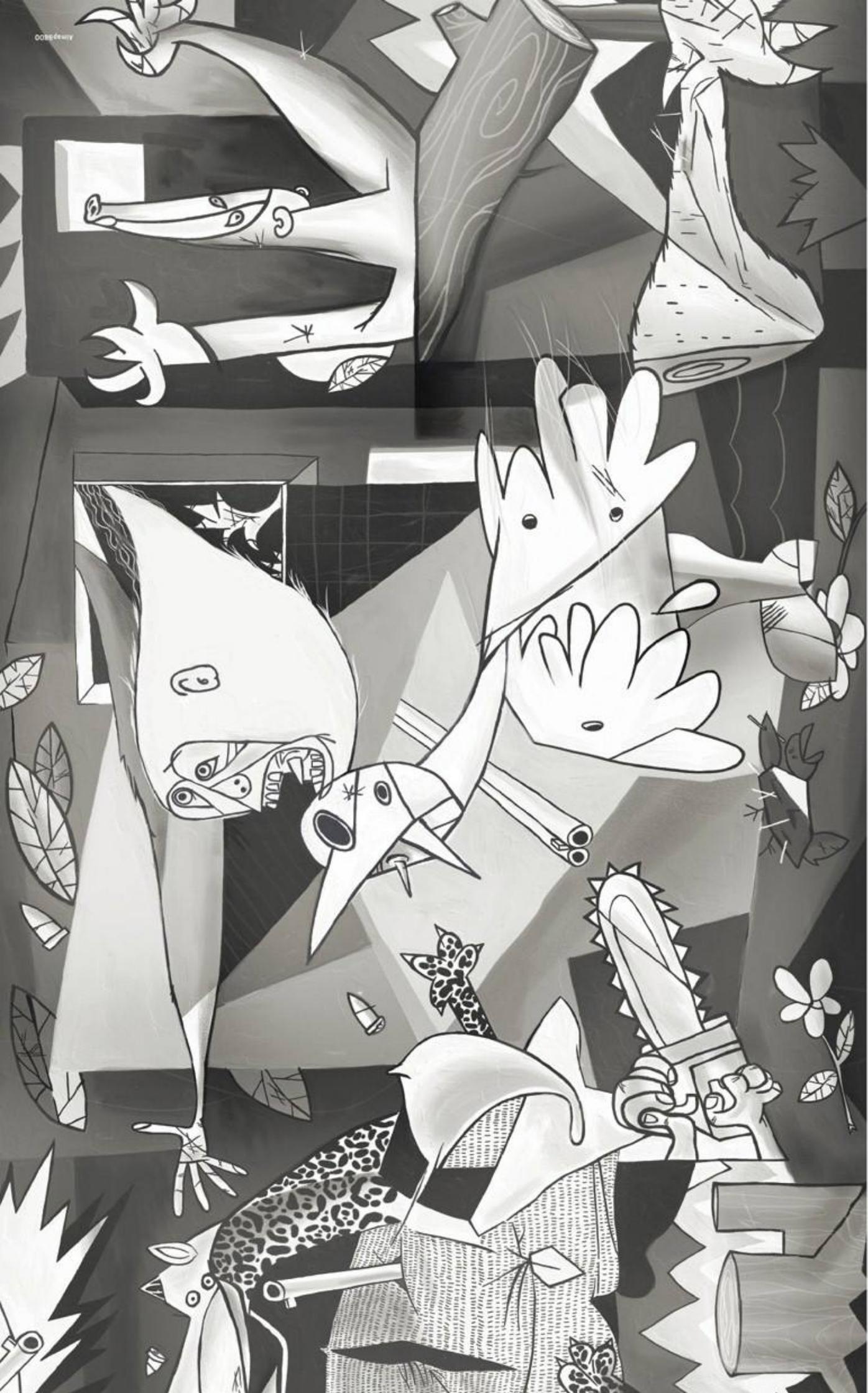
A linha divisória é rompida, de modo mais claro, quando os cientistas duros opinam a respeito de políticas para o campo da ciência e da tecnologia, movidos por orientações normativas que não decorrem de sua prática profissional em sentido estrito. A passagem ao domínio público os transforma em sujeitos políticos, para além do que se passa em suas bancadas. O interessante é que os que se recusam a fazê-lo acabam por preencher a *persona* do cientista puro, desinteressado de tudo que não acolha respostas científicas e testáveis. Tornam-se, assim, usuários de políticas científicas e, portanto, sujeitos políticos passivos e irreflexivos. Em ambos os casos, por ação ou apatia, acrescentam à sua atividade profissional opções apoiadas em suas crenças e valores e passam a praticar a linguagem das humanidades.

A defesa das humanidades feita por Petsko é alentadora, pela pertinência de seus argumentos e pelo lugar que ocupa na divisão intelectual do trabalho. Um grande exemplo para os cientistas sociais, cada vez mais afastados da tradição das humanidades. Atraídos, de forma ingênua, pelos procedimentos epistemológicos e pela suposta objetividade dos cientistas duros, os cientistas sociais, com frequência, impõem a seus estudantes currículos nos quais as marcas das artes, da filosofia, da história, das letras e do pensamento crítico estão ausentes.

Talvez seja ainda tempo, para os cientistas sociais, de aprender com colegas cientistas naturais, como Gregory Petsko, o apreço pela tradição das humanidades. **64**

RENATO LESSA

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



7º CONCURSO CULTURAL

Ler e Escrever é Preciso

ECOFUTURO

Nesta edição do Concurso de Textos o tema é **Vamos cuidar da vida!**



Como cuidar da vida com alegria, Leveza e inteligência?

Damos a palavra para recebê-la de volta, e, assim, saber de fonte direta como vão e o que pensam as crianças, jovens e adultos deste país.

Quem participa: Alunos e professores de escolas públicas e privadas do ensino fundamental I e II, ensino médio e EJA; educadores sociais e profissionais de biblioteca de todo o país.

10 vencedores em cada categoria

Regulamento e material de referência disponíveis no site: www.ecofuturo.org.br/concursocultural a partir do início de Fevereiro de 2011

Inscrições de 01/03/2011 a 30/06/2011

Dúvidas: concursocultural@ecofuturo.org.br

Eu cuido, você cuida, **nós cuidamos.**

REALIZAÇÃO:



INSTITUTO
ECOFUTURO

PATROCÍNIO:



APOIO:

eka

WHITE MARTINS
PRAXAIR INC

Éternit

PARCERIA INSTITUCIONAL:



Organização
dos Estados
Ibero-americanos
Para a Educação,
a Ciência
e a Cultura



Ministério
da Cultura

