

CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

NÚMERO 290 | VOLUME 49 | MARÇO 2012 | R\$ 9,95

SOBRECULTURA

Desafios e exigências
da tradução de poesia

TRIGO

Fungos que atacam
o cereal ameaçam
segurança alimentar

VIAGENS NO TEMPO

Como a física quântica
pode transformar
ficção em realidade



CHIMPANZÉS

Comportamento
único desses
primatas pode
ser chamado
de cultura?



No cinquentenário de Osasco, o que nossos alunos estão preparando para este ano letivo?

A educação de qualidade da cidade de Osasco se constrói com a participação de todos.



... enquanto o nosso maior sonho não for realizado.



Osasco



7 de Setembro



Ejarte



Recreio nas Férias



Escolinha do Futuro



Feira do Livro

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 Gurflied
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, Henrique Kugler, Sofia Moutinho e Gabriela Reznik; **Revisoras** | Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** | Theresa Coelho

ARTE | Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.

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

SUCURSAIS

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

SUL | Curitiba | Correspondente | Roberto Barros de Carvalho (chsul@ufpr.br) e Celio Yano. End.: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Comunicação Social, Rua Bom Jesus, 650, Juvevê. CEP 80035-010, Curitiba, PR. Tel.: (0xx41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do Paraná
SÃO PAULO | Correspondente | Vera Rita Costa (verarita@cienciahoje.org.br). Tel.: (0xx13) 9756-0848

PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL | **Superintendente** | Ricardo Madeira; **Publicidade** | Sandra Soares (gerente); End.: Rua Dr. Fabricio Vampré, 59, Vila Mariana, CEP 04014-020, São Paulo, SP. Telef.: (0xx11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br); **Circulação e assinatura** | **Gerente** | Fernanda L. Fabres.

Telef.: (0xx21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br)

REPRESENTANTES COMERCIAIS

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

PRODUÇÃO | Maria Elisa C. Santos; Irani Fuentes de Araújo
RECURSOS HUMANOS | Luiz Tito de Santana

EXPEDIÇÃO | Gerente | Adalgisa Bahri

IMPRESSÃO | EDIGRAFICA

DISTRIBUIÇÃO | FC Comercial e Distribuidora S/A

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



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

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

APOIO:



EM BUSCA DE UMA MÁQUINA DO TEMPO

Provavelmente, o leitor já deve ter lido ou ouvido falar de *A máquina do tempo*, livro de ficção científica do escritor britânico H.G. Wells publicado em 1895. Embora a ideia de viajar no tempo não tenha sido inaugurada com essa obra, ela é uma das primeiras a versarem sobre o tema e, com certeza, está entre as mais famosas. Muitos autores depois de Wells recriaram essa possibilidade na literatura, no cinema, no teatro, nas artes.

Na ciência, não foi diferente. O conceito de viagens do tempo é estudado há décadas. E o arcabouço usado para isso é a teoria da relatividade, elaborada pelo físico de origem alemã Albert Einstein. Uma nova abordagem para esses passeios pelo tempo surgiu há alguns anos, baseada em noções propostas pela mecânica quântica – teoria que estuda os fenômenos do mundo atômico e subatômico. Cientistas buscam unificar essas duas teorias para tentar viabilizar o que ainda pertence ao campo da fantasia.

Há, de fato, um longo caminho até que consigamos construir – nem mesmo ao menos sabemos se isso é possível – uma máquina que nos leve ao passado ou ao futuro. Mas a boa notícia é que a ciência tem permitido fazer com que o que era ficção no passado seja real e corriqueiro hoje.

Em tempo: a partir deste número, o *sobreCultura*, suplemento trimestral que acompanha a revista, dobra o seu número de páginas, abrigando maior variedade de temas e seções para a promoção do debate cultural.



CAPA: SPL DC/ LATINSTOCK
 E HULTON ARCHIVE/GETTY IMAGES

A redação

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



20

A MECÂNICA QUÂNTICA DAS VIAGENS NO TEMPO

A ciência estuda seriamente, há décadas, as viagens no tempo. Agora, o tema vem sendo revisitado, com base em ideias da informação quântica. Essa área estuda aplicações da mecânica quântica, teoria que aborda fenômenos do universo subatômico.

POR ERNESTO F. GALVÃO



26

EFEITOS QUÂNTICOS EM SISTEMAS BIOLÓGICOS

Experimentos recentes com sistemas biológicos sugerem que propriedades do mundo quântico poderiam ter papel fundamental em processos necessários à vida. Os resultados marcam o nascimento de uma biologia quântica.

POR FERNANDO L. SEMIÃO

30

MECÂNICA QUÂNTICA: TEORIA EM CONSTRUÇÃO

A teoria quântica permite prever, com total sucesso, os resultados de vários experimentos que investigam o mundo atômico e subatômico. Apesar dessa precisão, as bases dessa teoria ainda são obscuras e controversas.

POR NELSON PINTO NETO

4 **o leitor pergunta** | Qual o efeito sobre um banhista (ou alguém que esteja em um barco) de um raio que caia em um rio ou no mar? | O ômega-3 emagrece? | Se toda a água subterrânea aflorasse, como os continentes seriam afetados? | Por que prata, cobre e ouro, bons condutores de eletricidade, não apresentam supercondutividade?

7 **ch on-line**

8 **entrevista** | NELSON DE LUCA PRETTO | POR UMA ÉTICA HACKER | Educador aponta perspectivas e obstáculos da inclusão digital no Brasil

12 **mundo de ciência**

19 **a propósito** | INTELIGÊNCIA POR ACASO | Desenvolvimento do cérebro não é um resultado inevitável da evolução

47 **cliques**

em dia

48 **FUTURO INCERTO** | Acordo de participação em complexo astronômico ainda não foi ratificado

51 **CIÊNCIA HOJE EM FOCO** | Artigos de divulgação podem ajudar no ensino de conceitos científicos

52 **NOVAS FRONTEIRAS NA ANTÁRTIDA** | Estação brasileira de pesquisas no continente gelado é inaugurada

54 **A CAMINHO DA FLORESTA** | Perereca provoca debate sobre rotas migratórias na Amazônia

55 **GARGALOS DA ALFABETIZAÇÃO NO BRASIL** | Livro analisa dificuldades do ensino de escrita e leitura

56 **CORAÇÃO AUMENTADO** | Doença de Huntington pode ter como primeiro sinal um distúrbio cardíaco

58 **perfil** | JOÃO JOSÉ BIGARELLA | O HUMBOLDT DOS TRÓPICOS | Simplicidade e espírito de aventura a serviço da geologia mundial

67 **exatamente** | 16 DE SETEMBRO DE 2010 | Sinal que parecia ser primeira detecção de onda gravitacional era falso

68 **ensaio** | SUPERMERCADOS: ESPAÇOS DE CULTURA CIENTÍFICA? | Empresas usam termos da ciência para estimular vendas de produtos

36

FERRUGENS DO TRIGO: SEGURANÇA ALIMENTAR AMEAÇADA

O trigo pode ser considerado a base da alimentação humana: é a principal fonte de calorias em mais de 80 países. Por isso, o ressurgimento das ferrugens do trigo, doenças causadas por fungos, põe em risco a segurança alimentar mundial.

**POR MÁRCIA SOARES CHAVES
E NAGELI PEREIRA DE ALMEIDA**

42

CHIMPANZÉS TÊM CULTURA?

Alguns cientistas que estudam primatas defendem a noção de que esses animais têm culturas, mas o tema é polêmico. Esse debate afeta concepções sobre a evolução, sobre o ser humano e sobre as fronteiras entre humanos e outros animais.

POR ELIANE SEBEIKA RAPCHAN

- 71 **linha do tempo** | A AMÉRICA DAS CASTAS
'Pinturas de castas' revelam aspectos próprios de sociedades hispano-americanas
- 72 **memória** | PREÂMBULO DA REVOLUÇÃO COPERNICANA
Manuscrito que lançou teoria heliocêntrica foi escrito por Copérnico há 500 anos
- 75 **cidade inteira** | DESEJO E REJEIÇÃO
Das favelas emerge um contraponto aos modelos privados de vida urbana
- 76 **resenha** | RELATO DE UMA OBSESSÃO | Resenha do livro *O sonho de Einstein*, de Pietro Greco
- 78 **cartas**
- 79 **qual o problema** | COELHOS E NÚMEROS
Números da chamada sequência de Fibonacci têm propriedades especiais
- 80 **sobre humanos** |
DAS PLANTAS E DA VIOLÊNCIA
Agressões recentes podem ser indícios de processos 'des-civilizatórios'



ULYSSES S. BOND, POR CORREIO ELETRÔNICO

O ômega-3 emagrece?

VALTER TEIXEIRA, POR CORREIO ELETRÔNICO

Qual o efeito sobre um banhista (ou alguém que esteja em um barco) de um raio que caia em um rio ou no mar?

UMA PESSOA QUE SE ENCONTRA NO MAR OU NO RIO a bordo de um barco não correrá tanto risco, pois não se encontra em contato com a água, por onde passará a corrente elétrica do raio. Ao atingir o chão, por exemplo, um raio tem sua corrente elétrica difundida pelo solo. Quanto maior for a condutividade deste, maior será o alcance da eletricidade difundida. No mar, pela alta condutividade da água, os efeitos de uma descarga elétrica serão sentidos a uma distância muito maior do que no solo. Já nos rios, lagos ou outros corpos de água doce, onde a condutividade não é tão alta, mas ainda é maior do que no solo, um alcance intermediário é esperado. Em termos de efeito do raio, a letalidade ou não da descarga elétrica dependerá de quão distante está o ponto onde o raio caiu da pessoa. Para uma mesma distância, no mar seria mais perigoso.

As árvores, pela sua altura, independentemente de estarem próximas ou não de rios, podem atrair os raios, por isso nunca se deve procurar abrigo embaixo delas durante uma tempestade. Árvores situadas em regiões elevadas apresentam maior risco do que aquelas situadas em margens de rios que percorrem regiões de terrenos menos elevados.

Marcelo Saba

GRUPO DE ELETRICIDADE ATMOSFÉRICA,
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS



O ÔMEGA-3, ÁCIDOS GRAXOS ENCONTRADOS em alimentos como semente de linhaça e sardinha, assim como o ômega-9, presente em azeites em geral e castanhas, são gorduras capazes de proteger contra o desenvolvimento da obesidade. Mas isso não significa que essas substâncias emagreçam. Os estudos têm demonstrado que a ingestão diária de ômega-3 e ômega-9 pode auxiliar na redução do ganho de peso, mesmo quando o indivíduo continua a consumir grandes quantidades de calorias na forma de outras gorduras, como as encontradas na manteiga, leite e carnes vermelhas.

Há ainda alguns mecanismos a elucidar, mas o que sabemos, de fato, é que esses dois lipídios especiais são capazes de executar funções específicas diretamente no hipotálamo, que fica na região central do cérebro e é responsável pelo mecanismo da fome, controlando a quantidade de comida que entra e a quantidade de calorias que devemos queimar. Sob a condição de ingestão exagerada de alimentos gordurosos, como é o caso dos indivíduos obesos, a substituição de parte da gordura saturada pelos ômega-3 e 9

é capaz de reduzir a inflamação no hipotálamo, provocada justamente pela comida em excesso. Ao desinflamar o cérebro, os sinais que vêm da periferia do organismo informando que o corpo já está alimentado conseguem novamente ser captados e interpretados, o que faz com que o indivíduo reduza sua ingestão alimentar. Além disso, esses lipídios especiais são capazes de aumentar a capacidade do organismo de queimar as calorias acumuladas.

Enfatizamos que as doses para que tais benefícios ocorram devem estar rigorosamente dentro das recomendações nutricionais e são facilmente alcançáveis pela alimentação. Nossos estudos revelam que doses elevadas, como as conquistadas por meio de cápsulas e outros suplementos, têm efeito contrário e são capazes de prejudicar ainda mais a condição de obesidade e da diabetes, doenças geralmente associadas.

Dennys Cintra

FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS,
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

WAGNER A. C. ACCIOLY, PAULÍNIA/SP

Se toda a água subterrânea aflorasse, como os continentes seriam afetados?

A HIPÓTESE FORMULADA PELO LEITOR é altamente improvável. É parecida com esta: "O que aconteceria com as pessoas que vivem na Terra se a força da gravidade sumisse de repente?" Sabemos que somos 'colados' ao chão graças à atração mútua existente entre nossos corpos e a Terra. Como a massa do planeta é muitíssimo maior do que a nossa, nós é que nos sentimos 'presos' ao chão. Caso, por algum motivo inexplicável, a força da gravidade sumisse, todos seríamos arremessados para o espaço devido à inércia de movimento dos objetos situados na superfície da Terra.

Com a água, acontece algo muito parecido. Ela também seria lançada ao espaço. Sobrariam os continentes, mas, aos poucos, a Terra se desintegraria,

devido à ausência da gravidade que une as rochas. É um cenário que nem o escritor de ficção científica francês Julio Verne (1828-1905) teria imaginado.

O volume total de água existente no planeta é da ordem de 1,387 trilhão de km³. A água salgada (existente em oceanos e mares) perfaz 97,2% do volume, e a água subterrânea corresponde a 'apenas' 0,62% do total, ou seja, alguma coisa em torno de 8,6 bilhões de km³. Se imaginarmos que o volume de água doce armazenado nas calotas polares e geleiras é de 2,15% do total, veremos que abaixo da superfície da Terra há muitíssimo mais do que toda a água presente nos rios, lagos e nuvens: basta calcular a soma: $97,2 + 0,62 + 2,15 = 99,97\%$ do volume total de água na Terra.

A água subterrânea aflora na superfície da Terra pelas fontes. Em certas

zonas altamente sísmicas, pode haver aumento do volume expelido pelas fontes devido ao fenômeno conhecido como 'bombeamento sísmico', mas que é transitório e cessa pouco depois de um terremoto.

Concluindo, é inviável a água subterrânea aflorar por completo: ela está aprisionada e flui lentamente nos poros e fraturas das rochas, sob pressões internas que crescem cada vez mais rumo à base da crosta. Modificar a situação desse sistema natural, que perdura há milhões de anos, requer mudanças absolutamente impensáveis.

Celso Dal Ré Carneiro

DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADO
AO ENSINO, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS,
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

BERNARDO SAMPAIO, CAMPINAS (SP), POR CORREIO ELETRÔNICO

Por que prata, cobre e ouro, bons condutores de eletricidade, não apresentam supercondutividade?

A SUPERCONDUTIVIDADE não deve ser vista simplesmente como um aperfeiçoamento no processo normal de condução. No processo normal, um condutor é essencialmente uma rede tridimensional de átomos, regularmente ordenados, que apresenta grande quantidade de elétrons que não estão fortemente presos aos átomos, chamados elétrons livres ou de condução. Tais elétrons, quando submetidos a um campo elétrico externo, que cria uma diferença de potencial entre as extremidades do condutor, movem-se para reduzir essa diferença, formando a corrente elétrica. Como esses elétrons enfrentam alguma resistência ao seu movimento, perdem energia, dissipada em forma de calor. Apesar de adequado para descrever a condução normal, esse modelo não explica a supercondutividade, que pode ocorrer mesmo na presença de irregularidades na rede de átomos. Para explicar o fenômeno da supercondutividade, que ocorre a baixas temperaturas, é necessário considerar outra forma de interação entre elétrons, que não a repulsiva.

De acordo com a teoria da supercondutividade formulada em 1957, pelos físicos norte-americanos John Bardeen (1908-1991), Leon Cooper e John Schrieffer, no estado supercondutor os elétrons não se movimentam como partículas independentes, mas aos pares (denominados pares de Cooper). Esses pares se formam a temperaturas muito baixas por ação de poderosas forças de atração, com origens em fenômenos de natureza quântica (que os físicos ainda não entendem inteiramente) e com a ajuda de 'vibrações' que ocorrem na rede de átomos de alguns materiais. Os pares de Cooper apresentam um estado de energia reduzida e se deslocam pelo material sem enfrentar resistência (portanto, sem perder energia).

A explicação para a prata, o cobre e o ouro (os melhores condutores de eletricidade à temperatura normal que conhecemos, nesta ordem) não apresentarem supercondutividade, mesmo a temperaturas tão baixas quanto 0,05K (-273,10oC), é a fraca capacidade de interação entre os elétrons e a rede de átomos desses materiais. Neles, a ação das forças de atração responsáveis pela supercondutividade mostra-se incapaz de superar a repulsão natural entre os elétrons, impedindo a produção dos pares de Cooper – e as razões dessa incapacidade ainda são estudadas pelos físicos.

José Fernando Moura Rocha

DEPARTAMENTO DE FÍSICA DO ESTADO SÓLIDO,
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

Um supercondutor, a baixíssimas temperaturas, pode induzir a levitação magnética em uma pastilha de material magnético colocada sobre ele

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

BLOGUE

RESENHAS

NOTÍCIAS

GALERIA

VIDEO



FOTO DE FREDERICO ROZARIO/FOLHAPRESS

CIÊNCIA E CULTURA > UMA CH ENFIADA NA LAMA

> Conheça a história que liga o Instituto Ciência Hoje a uma das composições mais importantes da música brasileira.

> <http://cienciahoje.uol.com.br/blogues/bussola/2012/02/imagem-simbolo-uma-CH-enfiada-na-lama>

ALÔ, PROFESSOR > <http://cienciahoje.uol.com.br/alô-professor/intervalo/2012/02/wikipedia-levada-a-serio>

WEB 2.0 > **Wikipédia levada a sério** > Professora da Unirio usa aulas para editar verbetes na maior enciclopédia colaborativa do mundo e cria – ou recupera – cerca de 30 artigos sobre o Império Romano.



SUNUPKO/WIKIMEDIA

COLUNAS > <http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/fisica-sem-misterio/a-invencao-do-tempo>

FÍSICA SEM MISTÉRIO > **A invenção do tempo** > Os calendários, criação humana usada para marcar a passagem do tempo, são o tema da coluna de Adilson de Oliveira. O físico conta a história por trás de nossas agendas e fala sobre a ideia de Carl Sagan de construir um calendário cósmico.

BLOGUE > <http://cienciahoje.uol.com.br/blogues/bussola/2012/02/fisica-2018mulherzinha2019>

DIVULGAÇÃO DA FÍSICA > **Física 'mulherzinha'** > Pesquisadora do México mostra que é possível ser bonita, popular e gostar de fazer cálculos.



TUDOSIA/IMAGETRY

> **PODCAST:**

INTERNET SOB ATAQUE > Dois projetos de lei norte-americanos – chamados Sopa e Pipa – têm gerado muita polêmica, porque podem ter sérias repercussões para a liberdade na rede mundial de computadores. No *Estúdio CH*, o sociólogo Sérgio Amadeu, da Universidade Federal do ABC, fala sobre o caso.



FOME OCULTA > Sais minerais e vitaminas são micronutrientes essenciais para o organismo em pequenas doses. No *Estúdio CH*, a nutricionista Andréa Ramalho, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, fala sobre essas substâncias e o risco provocado por sua ingestão insuficiente.

e muito mais >>>

Acompanhe a *CH On-line* também no

POR UMA ÉTICA *HACKER*

NELSON DE LUCA PRETTO

No mundo cada vez mais informatizado em que vivemos, saber lidar com a tecnologia de computação, mesmo que apenas como usuário, é um fator de extrema importância. Mas como fazer a inclusão digital – permitir que toda a população se torne fluente nessa nova linguagem? Respostas para essa questão são parte dos estudos do físico e educador Nelson De Luca Pretto, professor da Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e coordenador do Grupo de pesquisa em Educação, Comunicação e Tecnologias (GEC). Ele também foi o co-organizador do livro *Inclusão digital: uma polêmica contemporânea*, lançado em dezembro último.

Pretto trabalha com uma definição mais ampla do tema. Nesta entrevista a *Ciência Hoje*, ele explica que inclusão digital não é apenas dar à população computador e conexão à internet; é fazer com que o indivíduo possa ter acesso a todos os elementos do mundo digital de maneira a tornar-se um produtor de cultura e não um mero consumidor. Por isso, ele e seu grupo defendem uma ética *hacker*. “Em essência, é uma ética que trabalha a partir dos princípios da colaboração, da horizontalidade e da descentralização”, explica. Pretto fala ainda das consequências de não se investir em inclusão digital, da situação do Brasil, de *software* livre e do seu projeto Tabuleiro Digital.



FOTO: YONE SOARES

FRED FURTADO | CIÊNCIA HOJE | RJ

O QUE EFETIVAMENTE QUEREMOS QUANDO DISCUTIMOS INCLUSÃO DIGITAL É QUE O CIDADÃO TENHA ACESSO A TODOS OS ELEMENTOS DO MUNDO DIGITAL PARA FORTALECER A SUA DIMENSÃO DE PRODUTOR DE CULTURAS E CONHECIMENTOS, E NÃO DE MERO CONSUMIDOR DE INFORMAÇÃO

O que é inclusão digital? É simplesmente dar computadores e conexão à internet para as pessoas? Existem duas grandes perspectivas sobre a inclusão digital. Uma é essa a qual você se referiu, que é colocar computadores e internet disponíveis para a população. É óbvio que isso, para nós, não se configura como uma política correta para esse fim – ela não é suficiente, apesar de ser um aspecto muito necessário. Precisamos entender o que se quer dizer com inclusão: incluir em quê? O que efetivamente queremos quando discutimos inclusão digital é que o cidadão tenha acesso a todos os elementos do mundo digital para fortalecer a sua dimensão de produtor de culturas e conhecimentos, e não de mero consumidor de informação. Esse é o foco central das pesquisas desenvolvidas pelo nosso grupo e, em particular, do segundo livro que acabamos de publicar.

Como a inclusão digital se relaciona com a social? Ela é um veículo para a inclusão social ou as duas são apenas aspectos da mesma questão? Elas estão absolutamente relacionadas. A inclusão digital é um fator de inclusão social, mas isso só será verdade se compreendermos a inclusão digital nessa perspectiva mais ampla que estamos defendendo. Por que os filhos das famílias privilegiadas socioeconomicamente participam da cibercultura e do mundo digital? Porque eles têm acesso à internet nos seus quartos, com banda larga de qualidade, serviço de suporte gratuito e liberdade de navegação para efetivamente se constituírem como membros daquilo que chamamos de geração 'alt+tab'. Se eu tenho programas de inclusão digital na linha de telecentros e infocentros que não compreendam essa dimensão, estou criando uma política perversa que disponibiliza para os filhos das camadas mais populares máquinas ruins para dar aula de *software* proprietário [aqueles cuja cópia ou redistribuição depende da permissão do proprietário]. Essa dicotomia entre o acesso privilegiado e o mais restrito cria uma segunda exclusão mais grave ainda, pois dá a ideia de que a pessoa está imersa nesse

universo cibercultural, mas, na verdade, ela é apenas um coadjuvante reproduzindo a pirâmide de desigualdade que vemos em todos os outros campos.

E quais seriam as consequências para o país de não se investir nessa inclusão? Seriam graves. Por um lado, o sistema educacional não daria conta dos desafios contemporâneos, porque o mundo hoje está articulado por essas tecnologias digitais. Por outro lado, não se conseguiriam formar cidadãos plenos que pudessem participar do desenvolvimento científico, tecnológico e cultural do país. Estaríamos construindo uma nação onde os poucos privilegiados seriam os criadores e produtores de conhecimento, enquanto uma grande maioria seria apenas consumidora. Podemos ir mais longe e dizer que essa é a crise da universidade. Ela está excessivamente voltada para o mercado, que é volátil e está em plena transformação. Dados recentes liberados pelo programador australiano Reto Meier, chefe da equipe de desenvolvimento do sistema operacional Android, no Google, mostram que, em 2050, 95% do nosso conhecimento será novo. Ou seja, hoje só conhecemos 5% do que saberemos daqui a 40 anos. De onde virá esse conhecimento novo? Dos países que investirem pesado em ciência e tecnologia, em educação e no fortalecimento da cultura.

Como está o Brasil nessa questão? Ainda temos grandes desafios para enfrentar. Acho particularmente importante o Ministério das Comunicações ter criado uma secretaria específica para a inclusão digital e também acredito que o projeto Telecentros.BR avançou, pois articula todas as políticas públicas que estavam dispersas. Mas efetivamente progredimos muito pouco tanto do ponto de vista do Plano Nacional de Banda Larga quanto do marco regulatório da internet. Essa discussão é importante e precisamos urgentemente da aprovação do marco regulatório. Entre outros aspectos, esse marco regulatório deve garantir a neutralidade da rede e a liberdade de navegação, que tem

>>>

HOJE SÓ CONHECEMOS 5% DO QUE SABEREMOS DAQUI A 40 ANOS. DE ONDE VIRÁ ESSE CONHECIMENTO NOVO? DOS PAÍSES QUE INVESTIREM PESADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, EM EDUCAÇÃO E NO FORTALECIMENTO DA CULTURA

sido profundamente ameaçada. Essa ameaça tem ocorrido não só no Brasil, com o chamado 'AI-5 digital' – legislação proposta pelo senador Eduardo Azeredo para regular a internet – como também no mundo, por causa dos grandes projetos de lei internacionais, como o Sopa [sigla em inglês para a lei Pare com a Pirataria *On-line*] e o Pipa [sigla em inglês para a lei Proteja a Propriedade Intelectual], que visam estabelecer um controle forte da propriedade intelectual.

E o que precisaria mudar nesses projetos para se tornarem mais eficazes? Além dos aspectos jurídicos já mencionados, precisamos de banda larga de qualidade, de uma infraestrutura pública nacional que garanta o acesso de todos. Não é possível pensar em uma política de conectividade que não garanta para as pessoas uma conexão de banda larga com velocidade decente. E, mais do que tudo, sem limitação de tempo de navegação ou de volume de arquivos baixados. Não adianta uma escola ter uma conexão de 512 kilobits/segundo, ou mesmo 1 megabit/segundo, se ela tem centenas de computadores portáteis na mão dos alunos e não é possível conectar nem 30 deles de uma vez, porque senão ninguém consegue fazer coisa alguma. Além da garantia da capilaridade da conectividade, temos que trabalhar de maneira forte a ideia da qualidade e da garantia da qualidade do serviço oferecido pelas operadoras privadas. Esse é o maior nó do Plano Nacional de Banda Larga.

Do ponto de vista do marco regulatório, ele tem que garantir o acesso pleno e a não criminalização de tudo na internet. Sem isso, fica impossível pensar em uma perspectiva de inclusão digital que não seja meramente a de distribuição de informação. Essas restrições seriam a grande bandeira – embora ninguém a assuma – de uma política de inclusão que apenas botasse computador e internet nas escolas. Você se conectaria aos grandes portais, que distribuiriam as informações. É aquilo que eu e o [professor da Faculdade de Comunicação da UFBA] André Lemos chamamos de 'portais-currais'. Traz-se a lógica da comunicação de massa para um novo meio, a internet, que é, por natureza, extremamente capilarizado, descentralizado e horizontal. Os meios de comunicação de massa, materializados essencialmente pelo sistema de televisão, são uma rede que funciona a

partir de grandes centros distribuidores para centros consumidores espalhados no Brasil e mundo afora. Já, na internet, o sistema é articulado por nós, em um nível horizontal, em que a comunicação é muito mais democrática.

Mas mesmo se o Brasil fizer essas mudanças, um ambiente em que projetos como o Sopa e o Pipa estão sendo discutidos não pode levar o país a confrontos comerciais e jurídicos com outras nações, cuja visão é mais restrita nesse aspecto?

Claro! Por isso, essa é uma luta externa também, do ponto de vista de política internacional. Nossos ministérios – da Ciência, Tecnologia e Inovação, da Comunicação, da Cultura, entre outros – têm que estar convencidos de que o Brasil deve continuar tendo esse papel protagonista que teve no governo [do ex-presidente Luis Inácio] Lula [da Silva]. Lamentavelmente, com o atual Ministério da Cultura, temos um retrocesso tremendo tanto no direito autoral quanto em todas as políticas de cultura digital.

Você mencionou o *software* livre como uma ferramenta de inclusão digital. Como ele ajuda?

Esse é outro elemento fundamental da inclusão – a política de produção colaborativa de conhecimento e cultura tem a ver com projetos que trabalham de forma mais horizontalizada, como a Wikipédia. Destes, a experiência mais significativa é o movimento do *software* livre, no sentido de que pode vir a se tornar uma política pública, como se tentou fazer no governo passado, mas que infelizmente não atingiu a amplitude que gostaríamos, apesar de ter havido um enorme crescimento. Os Fóruns Internacionais *Software* Livre, o trabalho do [Serviço Federal de Processamento de Dados] Serpro e dos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul nessa área, e o Portal do *Software* Público são exemplos significativos e que precisam ser fortalecidos tanto do ponto de vista filosófico, da produção de conhecimento, quanto do econômico. O menos importante do *software* livre é a distribuição gratuita, o mais relevante é a forma como são produzidos e desenvolvidos os sistemas. É por isso que não entendo o porquê de isso não se tornar uma política explícita do governo federal, mais especificamente do Ministério da Educação e do Ministério da

O PRINCIPAL MOTIVO DA RESISTÊNCIA FOI O CARÁTER LIVRE.
HAVIA O TEMOR DE DEIXAR QUE AS PESSOAS JOGASSEM E NAVEGASSEM
LIVREMENTE, COMO SE ISSO FOSSE COISA SECUNDÁRIA.

Ciência e Tecnologia com as universidades públicas brasileiras, a exemplo do bem-sucedido projeto de implantação da internet no país com a Rede Nacional de Pesquisa. Temos bons exemplos históricos e parece que não aprendemos com eles. Esse conjunto de reflexões políticas é que tem nos levado a pensar mais intensamente na ética *hacker*.

O que é a ética *hacker*? Em essência, é uma ética que trabalha a partir dos princípios da colaboração, da horizontalidade e da descentralização. O que defendemos é a ideia de produzir conhecimento, de articular essa produção por meio da circulação aberta das informações. A base é dada pelo livro homônimo do [filósofo finlandês] Pekka Himanen, que define alguns dos elementos constituintes dessa ética. Esses são princípios fundamentais para a educação e para a produção científico-tecnológica. Por isso, defendemos, nesse conjunto de discussões sobre inclusão digital, políticas como as do Ponto de Cultura [entidades reconhecidas e apoiadas financeira e institucionalmente Ministério da Cultura que desenvolvem ações de impacto sociocultural em suas comunidades], com uma dimensão muito forte da cultura digital. Durante uma reunião com o ministro Aloizio Mercadante, no último Fórum Internacional *Software Livre* – na época, ele ainda era ministro de Ciência e Tecnologia –, defendemos a existência de Pontos de Ciência e Tecnologia, nos mesmos moldes que os de cultura, poderiam ser as ‘garagens digitais’, como fala Sérgio Amadeu, ativista e professor da Universidade Federal do ABC. Ou seja, espaços onde a população poderia criar ciência e tecnologia a partir de uma imersão no *software* livre e nas redes. Se possível, articulando isso tudo com os Pontos de Cultura, que já fazem isso no campo cultural. Nessa perspectiva, a inclusão não seria um mero fornecimento de infraestrutura, mas sim a criação de um ecossistema criativo, que juntaria escolas, Pontos de Cultura e Garagens de Ciência e Tecnologia, permitindo a formação da cidadania, bem como a preparação dessa meninada para o mundo contemporâneo. Isso é tão importante quanto apoiar centros de excelência desenvolvedores de ciência e tecnologia. Essa é a nossa maior expectativa para o

trabalho do novo ministro da Ciência e Tecnologia: que consiga ver essas diversas dimensões do desenvolvimento científico e tecnológico e não se concentre apenas em uma dessas partes.

No livro, o senhor menciona um projeto chamado Tabuleiro Digital. O que é esse projeto? É um projeto nosso de inclusão sociodigital, que foi inicialmente apoiado pela Petrobras, mas que infelizmente teve o patrocínio cortado pela empresa. Hoje ele é meio fracassado do ponto de vista da sua presença na Faculdade de Educação da UFBA, mas continua forte no município de Irecê. O projeto busca a inclusão digital a partir de elementos da cultura baiana. Não queríamos que o acesso à internet fosse visto como algo futurista, ligado a móveis e equipamentos sofisticados. Por isso, nos inspiramos na baiana do acarajé, presente em cada esquina de Salvador e de toda a Bahia, e que é um elemento de culinária, de cultura, comunicação, informação e lazer. Queríamos que computadores fossem distribuídos na Faculdade de Educação, com *software* e acesso totalmente livres, sem nenhum controle, de maneira que cada pessoa que frequentasse a faculdade tivesse acesso pleno ao universo da cibercultura. Implantamos o projeto em 2004 e ele ganhou diversos prêmios, mas a universidade resistiu muito à ideia. Lamentavelmente, a UFBA não conseguiu compreender a importância de espalhar os Tabuleiros Digitais pela universidade, assim como o acarajé está espalhado na Bahia. E o principal motivo da resistência foi o caráter livre. Havia o temor de deixar que as pessoas jogassem e navegassem livremente, como se isso fosse coisa secundária. Isso é parte da formação para o universo da cibercultura. Hoje, na faculdade, o projeto está parado, mesmo porque precisaríamos de máquinas mais poderosas, afinal elas ficam ao ar livre sendo usadas constantemente. No município de Irecê, ele continua porque a prefeitura acredita no projeto. Lá, temos uma área chamada Espaço UFBA, que congrega Ponto de Cultura, Tabuleiro Digital, rádio *web*, licenciatura à distância de música, sala de videoconferência e biblioteca municipal. Eles criaram uma grande ambiência pública para que a população tenha acesso a tudo isso. **Ed**

DESTAQUE > FISILOGIA > CÉLULAS-TRONCO NO MÚSCULO RESPONDEM A EXERCÍCIOS FÍSICOS

Esporte e saúde: a ligação?

Que mexer o esqueleto é bom para a saúde já virou até sabedoria popular. Agora, estudo levanta hipótese sobre por que praticar atividade física traz benefícios para a totalidade do corpo. Os resultados podem levar a novas terapias para reabilitar músculos contundidos ou mesmo para prevenir e restaurar a perda muscular que ocorre com o avanço da idade.

Células-tronco são aquelas que têm a capacidade de, em tese, se transformar em qualquer tecido. As que estão presentes nos músculos são chamadas células-tronco mesenquimais (CTM). Sabe-se que elas têm papel importante em situações

nas quais o músculo sofreu dano não fisiológico. Exemplo: em resposta a medicamentos que induzem inflamação e danos nesse tecido.

Exercícios também causam dano à musculatura. Com base nisso, a equipe de Marni Boppart se perguntou: será que o acúmulo de CTMs nos músculos seria uma resposta natural ao esforço físico? Se sim, como essas células-tronco contribuiriam para a regeneração e o crescimento muscular que ocorre pós-exercícios?

DE CORPO INTEIRO? Os pesquisadores dizem que o diferencial do estudo foi colocar os camundongos para 'malhar' vigorosamente

antes de extrair deles as CTMs. Feito isso, eles tingiram as células com marcadores químicos – o que permite segui-las pelo corpo – e as injetaram em outros camundongos.

A estratégia de estudo permitiu observar dois fatos: i) há realmente acúmulo nos músculos dessas células em resposta aos exercícios; ii) as CTMs não formam novo tecido, mas, sim, liberam os chamados fatores de crescimento, que, no caso, induzem outras células a se fundirem e a gerar tecido novo.

O último item acima é relevante. Explica-se. Com base nele, é possível conjecturar que o fato de as CTMs terem poten-

PALEOECOLOGIA

África: florestas, humanos e clima

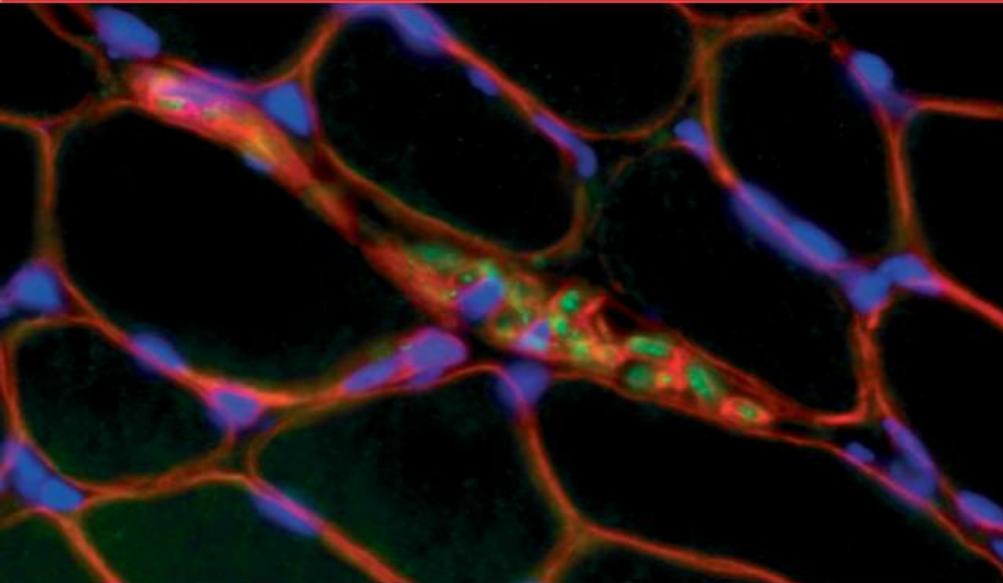
Em época em que os humanos são os algozes do ambiente, escuta-se, vez por outra, o discurso de que, no passado, a humanidade sabia conviver em harmonia com a natureza. Artigo mostra agora que, se isso foi realmente regra, ela tem exceções.

Assim, de chofre, alguém poderia desbancar o argumento acima ao se lembrar do destino das florestas europeias e da nossa mata atlântica. Certo, pode-se alegar que isso é história recente. Talvez, seja melhor retroceder na seta do tempo.

Milhares de anos?

É justamente desse período que tratam resultados recentes sobre o sumiço que se deu às chamadas florestas tropicais africanas – mais especificamente, aquelas que um dia ocuparam a parte central do continente. Nesse momento, talvez, alguém mais conhecedor da ecologia alegue que, nesse caso, a culpa recai sobre as mudanças climáticas do passado.





Células-tronco mesenquimais (verdes) acumuladas no músculo esquelético depois da atividade física

ajudem a completar esses experimentos. Um deles está voltado para o papel da CTMs na neurogênese do hipocampo [região cerebral]", disse Boppart à *CH*.

NOVAS TERAPIAS O próximo passo da equipe é quase no sentido inverso: ver se há um papel das CTMs no declínio da massa muscular que ocorre com o avanço da idade. Daí, dizem os pesquisadores, pode sair uma terapia com base nessas células para prevenir ou tratar o problema. E essa estratégia seria útil, por exemplo, para pessoas impedidas de praticar atividade física.

 **PLOS One**_v. 7, n. 1, p. e29760

cial para lançar grande quantidade de fatores de crescimento na corrente sanguínea pode fornecer ligação crucial entre a prática de atividade física rotineira e a saúde integral do corpo – afinal, sabe-se que os efeitos dos exercícios físicos são benéficos para a totalidade do organismo.

“Acreditamos que há forte conexão [entre as CTMs e os benefícios dos exercícios], especialmente devido à localização dessas células perto de vasos sanguíneos de grande calibre. Já submetemos projetos [para estudar essa relação] e temos esperança de que essas pesquisas nos

A equipe de Germain Bayon, do Instituto Francês para a Exploração do Mar, diz que é preciso mais espaço no banco dos réus.

Há 3 mil anos, chegou à região o povo banto, vindo de onde hoje é Nigéria e Camarões. Essas tribos, segundo os pesquisadores, dominavam não só a agricultura, mas também a produção de ferro. E, para exercer essas atividades, intensificaram o uso das terras, derrubaram florestas, abriram campos para plantação e empregaram madeira para fornos e fogueiras, atividades que, em conjunto, facilitaram a erosão.

O resultado foi a transformação das então florestas tropicais naquilo que hoje é tão típico do continente africano: as savanas.

E as mudanças climáticas? Sim, diz Bayon e equipe, elas talvez tenham ajudado o processo. Mas não foram o principal vilão.

Os resultados foram obtidos com a análise de sedimentos marinhos na foz do rio Congo.

 **Science**_09/02/12

FOTO JOHN WANG/GETTY IMAGES



NEUROCIÊNCIAS

Faxineiro cerebral

Eis notícia que deve ser dada com cuidado, pois o vasto Cemitério das Promessas Científicas está cheio de drogas esperanças sepultadas. Agora, uma delas mostrou resultados impressionantes para o tratamento da doença de Alzheimer.

Do começo, então. A necropsia de cérebros de pacientes com doença de Alzheimer mostra, no interior das células, a presença de agregados (placas) da proteína beta-amiloide. Esses emaranhados, por sua vez, induzem danos a outra proteína, a tau, que, no vocabulário técnico, se torna hiperfosforilada. Esse processo leva à retração dos neuritos (prolongamentos dos neurônios).

Eis, portanto, breve retrato bioquímico dessa doença neurodegenerativa, que ataca principalmente idosos e é marcada pela perda da memória.

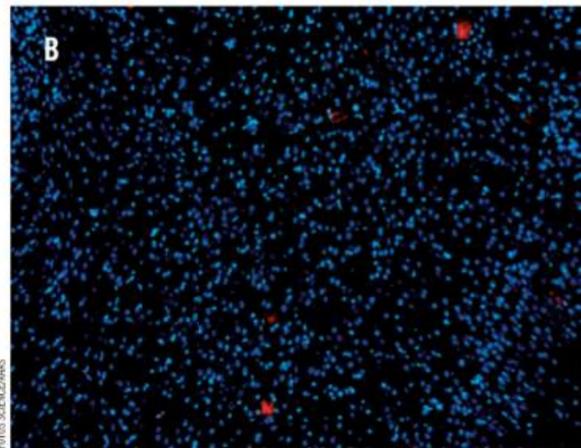
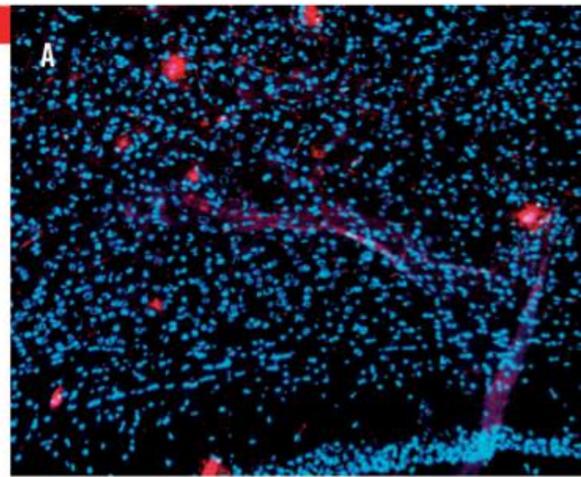
Em cena, a tal jovem promessa. Nome: bexaroteno – jovem, no caso, é exagero,

pois se trata de droga já usada no tratamento de câncer.

Em pesquisas anteriores, a equipe de Gary Landreth, da Universidade da Reserva Case Western (EUA), mostrou que a proteína ApoE, que ajuda a conduzir o colesterol para o cérebro, consegue fazer ‘faxina’ nas beta-amiloides. Portanto, aumentando-se a ApoE no organismo, seria possível tornar a limpeza cerebral mais eficiente – sabe-se que o bexaroteno ajuda a ‘ligar’ o gene que dá as instruções para a produção da ApoE.

A droga foi dada a camundongos modificados geneticamente para ter sintomas semelhantes – ênfase em ‘semelhantes’ – ao Alzheimer humano. Os resultados mostraram que a droga, que é segura em humanos, não é só eficiente, mas também rápida na eliminação dos agregados.

A memória e outras funções cognitivas afetadas pela doença foram restabelecidas nos animais, a ponto de surpreender os



FOTOS: SCIENCEPARKS

MEDICINA

Câncer: feche a boca

[Advertência: esta nota perdeu para o ‘Destaque’ deste mês só porque esta seção sabe que animal é animal, e gente é gente.]

Estudo mostra que o simples ato de fazer jejum tem efeitos poderosos contra o crescimento e a disseminação de vários cânceres. Em conjunto com a quimioterapia, a eficiência do método aumenta.

A equipe de Valter Longo, da Universidade do Sul da Califórnia (EUA), já havia observado que jejuar protegia células saudáveis do organismo contra os efeitos da quimioterapia. Mas, à época, não se perguntou sobre o papel disso para as células doentes. O artigo publicado agora trata de preencher essa lacuna.

Em camundongos modificados geneticamente, a equipe de Longo investigou o efeito do jejum sobre vários tipos de cânceres, incluindo o de mama e o de pele. Os ciclos de jejum eram de dois dias, seguidos

por mais um dia, quando a técnica estava acoplada a sessões de quimioterapia.

Os pesquisadores notaram que só o jejum era, em muitos casos, tão eficiente quanto a quimioterapia. Em cinco de oito cânceres, jejuar desacelerou o crescimento de tumores e a propagação da doença para outras partes do corpo. Mas, em conjunto com a quimioterapia, os resultados foram “muito superiores”, disse Longo, quando comparados com o tratamento à base de quimioterapia apenas.

Com o binômio jejum-químio, relata Longo, 20% dos roedores com um câncer infantil agressivo e 40% com um tipo menos agressivo foram curados. Também aumentou a sobrevivência dos animais.

Esses resultados encorajam o uso dessa intervenção em pacientes com tumores em fase avançada. Some-se a isso o fato de estudo já ter mostrado que pa-

cientes que jejuaram sentiram menos efeitos colaterais da quimioterapia.

Mas a técnica não é segura para todos. Estariam, por exemplo, excluídos dela pacientes que já perderam mais de 10% do peso normal, bem como os portadores de diabetes. Além disso, jejuar pode causar dor de cabeça e baixar a pressão. Longo explicou à *CH*: jejum, no caso, significa ingerir apenas água.

Outro problema: tumores grandes tiveram seu volume diminuído, mas não foram eliminados. Longo acredita que as células no interior desses cânceres tenham mutações que as protejam da quimioterapia e das alterações ambientais.

Por que jejuar funciona?

Células saudáveis sem nutrientes entram em um tipo de estado dormente, similar à hibernação. No caso das cancerosas, dizem os autores, a ausência de nutrientes desencadeia reações bioquímicas que levam à fabricação de novas proteínas, tentando outros caminhos para crescer e se dividir. Este, no entanto, é, para as células

Em A, cérebro de camundongos tratados com substância inócua (placebo). Os pontos vermelhos indicam os aglomerados da proteína beta-amiloide. Em B, cérebro depois de três dias de tratamento com bexaroteno, com significativa diminuição da beta-amiloide

pesquisadores. Em apenas seis horas, um quarto das placas já havia desaparecido; em 72 h, metade delas; pouco depois, 75% delas – o título do artigo, nesse sentido, é sugestivo, ao trazer expressões como 'limpar rapidamente' e 'reverter'.

Mas a limpeza parou por volta dos 75% das placas.

Os roedores passaram a fazer tarefas que não desempenhavam: construir ninhos e reagir a odores.

Impressionante, certamente. Mas... Tudo isso em camundongos. Lembrete: Alzheimer em roedor não é Alzheimer em humanos.

Em tempo: esclarecendo algo que esta seção aprendeu com uma especialista. Senilidade e Alzheimer não são sinônimos. A primeira pode ser considerada uma das várias formas de demência. Alzheimer corresponde a cerca da metade dos casos de demência, sendo a mais comum delas.

 **Science** 09/02/12 on-line

cancerosas, o caminho para a morte: essa adaptação ao novo ambiente, extremo, sem nutrientes, as leva ao suicídio – processo, por sinal, que as células deixam de realizar quando se tornam cancerosas.

Estudos para ver se a técnica é promissora em humanos já começaram. Mas, por enquanto, só para saber se os pacientes tolerarão jejuns. Mesmo se tudo der certo, a aprovação de novo tratamento poderia levar anos.

Em tempo: vai se submeter a cirurgia? Talvez, no futuro, seu médico diga para você evitar, por exemplo, hambúrgueres. Isso fere o bom-senso, pois se recomenda que o paciente fique bem alimentado para aguentar a intervenção e o pós-operatório. Mas estudo mostrou que camundongos que ficaram seis dias sem ingerir proteínas foram mais resistentes ao trauma e estresse da operação, com diminuição de problemas nos rins, no fígado e relacionados à falta de irrigação sanguínea nos órgãos e tecidos.

 **Science Translational Medicine** 08/02/12

 **Science Translational Medicine** 25/01/12



FOTO: GETTY IMAGES

MEDICINA

Ciência da massagem

Massagistas agora poderão dizer, com base científica, por que a atividade que exercem funciona no alívio da dor e na recuperação muscular. E isso tem a ver com 'ligar' e 'desligar' genes, segundo estudo.

Parte dos profissionais de saúde vê a massagem com ceticismo – afinal, qual a base científica para os tais benefícios relatados? Porém, não faltam relatos sobre os benefícios e a eficácia da técnica em sua ação contra a dor.

Agora, veio a público o que parece ser a primeira explicação científica em nível celular para a massagem. E a história das razões do estudo – relatada pelo serviço noticioso *ScienceNow* (01/02/12) – começa quando Mark Tarnopolsky, da Universidade McMaster (Canadá), passou a se submeter a massagens por indicação médica, depois de acidente esportivo.

O fato de as sessões trazerem alívio para a dor chamou a atenção do pesquisador. Haveria base celular para o que ele sentia? Tarnopolsky, coincidentemente, trabalha com metabolismo celular.

O cientista reuniu colegas e decidiu investigar. Arrebanharam-se 11 jovens, submetidos a exercícios extenuantes. Dez minutos depois da prática esportiva (pedalar), uma das pernas foi submetida a massagem.

Os pesquisadores colheram amostras do quadríceps (músculo da parte anterior da coxa) das duas pernas em três ocasiões: antes do exercício, 10 minutos depois e 3h mais tarde.

Primeiramente, eles constataram o que já se sabia: depois do exercício, as células apresentam mais evidências de inflamação e de sinais de autorreparo dos danos do que antes.

A surpresa veio quando se analisaram as células do tecido massageado: elas tinham 30% a mais de genes reparadores envolvidos no processo de transformar nutrientes em energia, bem como 300% menos de proteínas que 'ligam' genes envolvidos na inflamação. Simplificadamente: os genes reparadores estavam 'ligados' e os relacionados à inflamação 'desligados'.

Quanto à crença de que a massagem difunde, para outras regiões, o ácido lático do músculo dolorido, a equipe não achou evidências – esse, até agora, era o argumento 'científico' mais usado para justificar os efeitos da massagem.

 **Science Translational Medicine** 01/02/12 on-line

SINTONIA FINA

Só para maiores de 17

Embalagens de produtos que oferecem risco à saúde infantil trazem alertas como ‘Manter longe do alcance de crianças’. Três pesquisadores – em um comentário publicado em *Nature* (02/02/12) – propõem algo do gênero para uma substância que, segundo eles, é tão tóxica quanto o álcool e, portanto, deveria ser regulada. Dizem que a vilã está por trás das grandes doenças matadoras da humanidade.

Desafio ao leitor: qual substância?

O controle deveria ser semelhante ao exercido pelo governo no caso do tabaco, do álcool e de outras drogas maléficas para a saúde. Sugestões dos autores, pesquisadores da Universidade da Califórnia, em São Francisco (EUA): aumentar impostos, dobrar o preço, reduzir o número de locais de venda, controlar horários de comercialização, determinar idade mí-

nima para a compra – 17 anos, escrevem eles –, incluindo, na lista, bebidas que tenham em sua composição a malfeitora da hora. Sem comerciais de TV.

Mais dois principais pontos destacados no comentário: i) a substância está ligada a várias doenças não infecciosas e que não precisam ser comunicadas às autoridades de saúde pública; ii) os efeitos dessa molécula são similares aos do álcool no organismo – por sinal, há um ‘parentesco’ entre as duas substâncias.

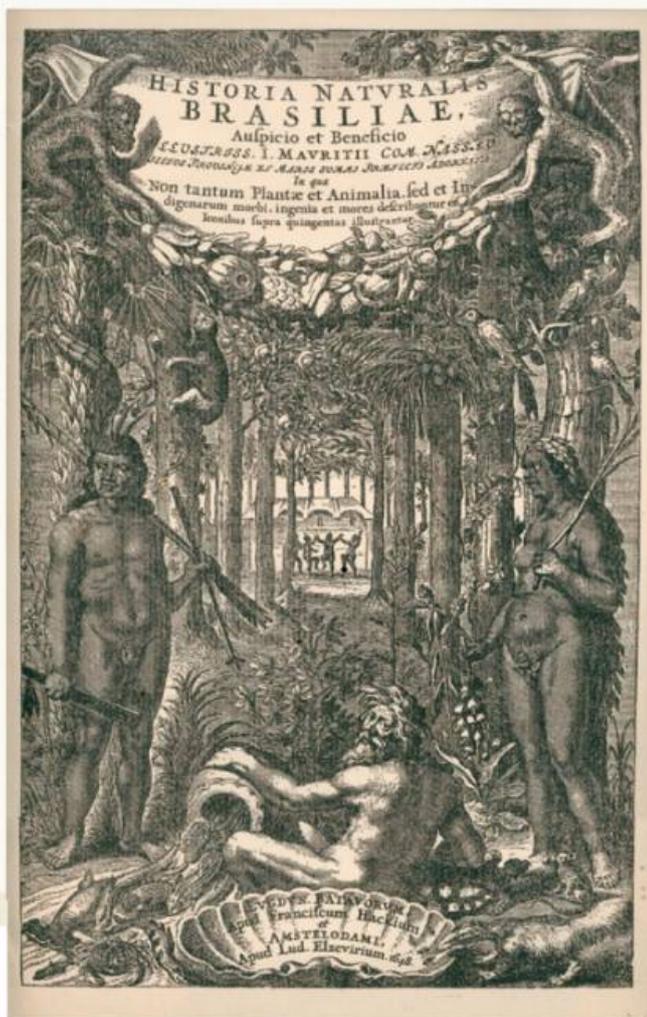
Para o álcool, há quatro critérios hoje aceitos pela comunidade de saúde pública: i) largamente disponível – ao longo da evolução, o ser humano só tinha acesso à tal substância em certas épocas do ano; ii) tóxico – a tal substância, dizem os autores, está na base de problemas cardíacos, câncer, diabetes, infarto, hipertensão, aumento dos triglicérides, envelhecimento, danos ao fígado e pâncreas; iii) potencial

Ocupe a editora

Começou um movimento de proporções planetárias contra a editora científica Elsevier. Com mais de 5 mil aderentes no momento do fechamento desta seção, o ‘Ocupe Elsevier’ – como vem sendo chamado o movimento, em alusão ao ‘Ocupe Wall Street’, dos jovens norte-americanos – foi deflagrado por mensagem indignada de 21 de janeiro passado (<http://bit.ly/AmVPvX>) do matemático Timothy Gowers, da Universidade de Cambridge (Reino Unido).

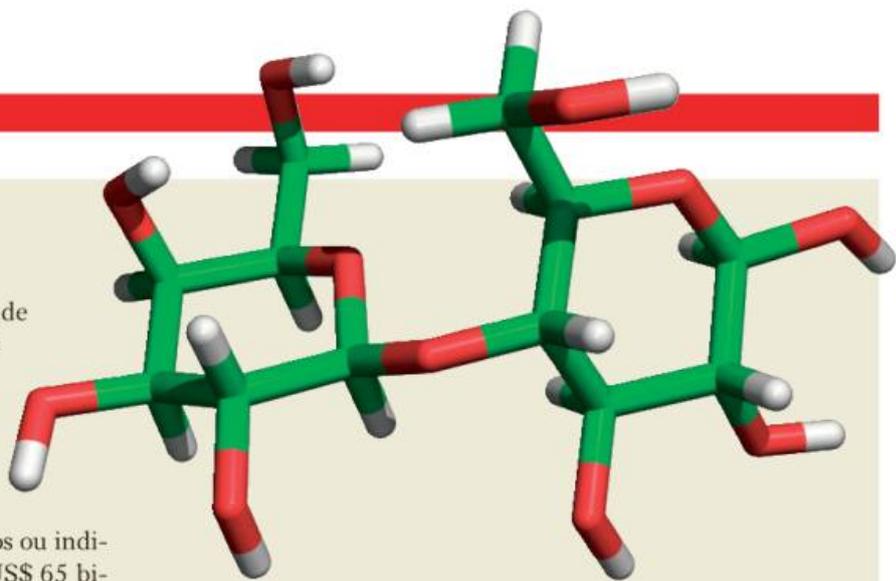
O pesquisador – que é Medalha Fields, considerada o Nobel de Matemática – ataca três pontos em relação à editora gigante (cerca de 2,5 mil títulos):

- i) os preços das assinaturas dos periódicos são exorbitantes, chegando a US\$ 20 mil (cerca de R\$ 35 mil) – vale ressaltar que esse é o mais forte dos motivos do movimento que se seguiu;
- ii) a editora ‘força’ um tipo de venda casada – para levar aquele periódico importante, tem que levar um menos importante;
- iii) o apoio da Elsevier, cuja sede é em Amsterdã, a projetos de lei como o Research Work Act, que tramita nos Estados Unidos e cuja essência, alegam os revoltosos,



para o abuso – a tal substância responde por até um terço das calorias ingeridas no mundo; iv) impacto negativo na sociedade – a tal substância, escrevem Robert Lusting, Laura Schmidt e Claire Brindis, dá prejuízos astronômicos nos EUA, por exemplo, onde, por problemas diretos ou indiretos causados por ela, perdem-se US\$ 65 bilhões (cerca de R\$ 110) em produtividade/ano e gastam-se anualmente US\$ 150 bilhões em saúde pública.

Eles reconhecem que a empreitada que propõem é hercúlea, dado o poder da indústria nesse setor. Mas guardam esperança, porque, dizem, isso foi feito – não sem esforço, obviamente – para o caso do banimento do tabaco, para a venda de preservativos em banheiros públicos, bares, danceterias e boates, uso de *airbags* em veículos etc.



O consumo dessa substância triplicou no último meio século – mesmo assim, ela é responsável por boa parte da má nutrição mundial. E da epidemia planetária de obesidade.

Os autores finalizam com a seguinte frase: “É hora de voltarmos nossa atenção para o açúcar”. Entenda-se como açúcar qualquer substância que tenha em sua composição a molécula de frutose – sim, o açúcar das frutas. O título traduzido do comentário é ‘A verdade tóxica sobre o açúcar’.

DE MARGHERITA PANTO (BARRAGEL) NO ANIMATOR

é proibir decisões como a dos Institutos Nacionais de Saúde dos EUA (NIH), que obrigam o pesquisador a depositar o artigo em banco de dados público caso a pesquisa tenha sido feita com dinheiro do órgão.

Dois dias depois de postada a mensagem – que foi parar nas mídias sociais –, Tyler Neylon, doutorando em matemática na Universidade de Nova York (EUA), abriu página para arrebanhar adesões ao boicote – caso alguém queira reforçar o movimento: <http://thecostofknowledge.com>.

No momento em que esta seção foi visitar a página, havia exatos 5.293 apoiadores.

A mídia, que repercutiu bastante o caso, diz que os manifestantes reúnem desde cientistas consagrados até estudantes dos primeiros anos da universidade. Talvez, pelo movimento ter sido desencadeado por matemáticos, essa categoria liderava o número de assinantes, 1.057, seguidos por biólogos (723) e cientistas da computação (684). O pessoal de humanas também aderiu.

Os que assinam se comprometem a não publicar em periódicos da Elsevier, não servir de árbitro no julgamento de artigos e não fazer serviços editoriais para a empresa. Outra reivindicação já veio à tona: a demissão dos membros dos corpos editoriais dos periódicos.

A Elsevier, por comunicados e entrevistas de seus executivos, diz que tudo é um mal-entendido. Alega que os preços das assinaturas são os de mercado; que não força a venda casada, que as bibliotecas têm liberdade para comprar só os títulos que a elas interessam; e que seu apoio ao projeto de lei nada tem a ver com impedir que órgãos públicos norte-americanos sigam políticas semelhantes às do NIH.

Agora, o movimento promete alargar o conjunto de editoras: na mira, estão Springer e Wiley.

O que chama a atenção na cobertura da mídia é a ausência da lembrança de artigo recente, visceral, de George Monbiot, para o jornal britânico *The Guardian*, contra as editoras – o leitor desta seção já viu aqui, em outubro último, com o título ‘Supremos parasitas do conhecimento’ (CH 286, p. 16-17).

Caso o movimento prospere, a peleja contra as editoras não será fácil. E a história da ciência pode esclarecer aspectos da questão. Basta dar uma olhada, por exemplo, no frontispício da bela obra, de 1648, do médico e naturalista holandês Guilherme Piso (1611-1678), *Historia Naturalis Brasiliae*, tido como o primeiro livro médico a tratar do Brasil.

Na parte relativa à editora, lê-se *Lud.[ovicum] Elzevirium*, da cidade de Amsteldami.

Veja: antes e depois

Uma das promessas mais espetaculares – e humanas – da engenharia genética é a de restituir a visão a uma pessoa – afinal, parte significativa de nosso contato com o mundo é feita por meio desse sentido. Resultado recente nos faz enxergar futuro promissor nessa direção.

Adotemos aqui estratégia comum usada pelos comerciais da indústria mundial do emagrecimento: o antes e o depois.

Antes (acima): cérebro do paciente no dia anterior ao de intervenção à base de engenharia genética.

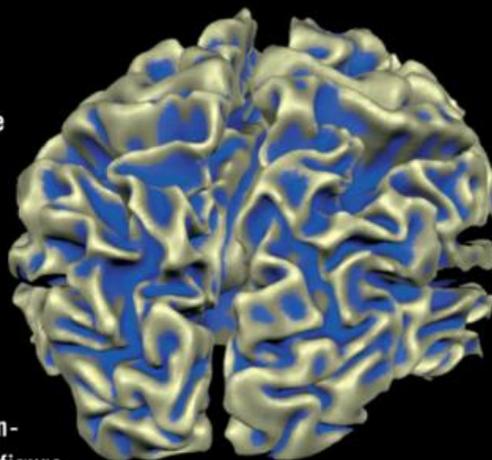
Depois (abaixo): córtex visual do paciente, obtido por exame de imagem, cerca de 90 dias após o procedimento.

Explicando. O paciente era portador de um tipo de cegueira genética, a amaurose congênita de Leber, que começa a se manifestar na infância, afeta a retina e, em geral, leva à perda da visão. Por trás do quadro, está a mutação no gene RPE65.

Na intervenção, injetou-se cópia 'saudável' do gene nos olhos de três pacientes, usando como 'carregador' um vírus atenuado. Cerca de três meses depois, os pacientes foram submetidos a exames de imagem (tipo ressonância magnética), enquanto era mostrada a eles figura semelhante a um tabuleiro de xadrez.

As partes 'iluminadas' do cérebro (no 'depois') são prova de que os sinais da imagem passaram pelo nervo óptico e chegaram à área cerebral da visão, na parte de trás do órgão.

A mesma equipe usou técnica semelhante em 12 pacientes (adultos e crianças), mas em um só olho. Três deles, adultos, foram agora, 2,5 anos



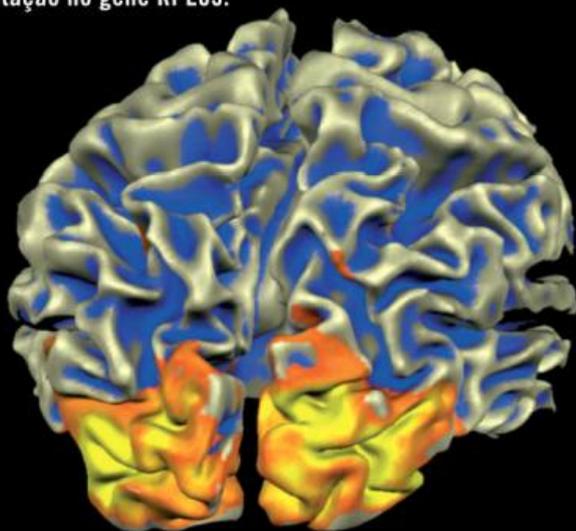
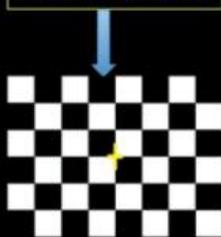
depois, submetidos a essa nova intervenção, no outro olho.

Três meses depois, os pacientes conseguiam enxergar em ambientes de pouca luz e navegar por percurso com obstáculos. Meio ano mais tarde, eram "capazes de andar à noite, fazer compras e reconhecer a face das pessoas", disse a coautora Jean Bennet, da Universidade da Pensilvânia (EUA). Os pesquisadores acreditam que, em crianças, os resultados seriam melhores, pois a degeneração da retina não está tão avançada.

Inicialmente, a equipe temia que os pacientes desenvolvessem imunidade contra o vírus – ou seja, que o sistema imune passasse a atacar e destruir o invasor, inviabilizando o processo. Isso não ocorreu. Até agora, não foram constatados efeitos colaterais no procedimento.

Há esperança de o método ser aplicado a outras doenças da retina. Os resultados foram publicados em *Science Translational Medicine* (08/02/12).

Estímulo visual



 Science_06/01/12

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



FOTO: OCCASO RODRIGUES

O que diferenciaria os humanos seria a ocorrência no cérebro de alguns reguladores não presentes nas outras espécies

INTELIGÊNCIA POR ACASO

No livro *The eerie silence* (algo como *O estranho silêncio*), de 2010, o físico inglês Paul Davies se revela cético ao comentar a ideia do surgimento da inteligência humana como uma certeza evolutiva. Ele argumenta plausivelmente contra a noção de que, se a vida surgir em algum outro planeta, a inteligência fatalmente se manifestará em dado momento. Aliás, certeza evolutiva é a premissa que rege o projeto Pesquisa de Inteligência Extraterrestre (Seti, na sigla em inglês), recentemente reativado, que usa radiotelescópios para tentar detectar emissões produzidas por seres que supostamente desejam se comunicar.

Davies duvida que a inteligência, ou mesmo a ciência, seja inevitável. Ele é até um pouco radical quando afirma que, se a Europa tivesse sofrido uma catástrofe há milênios, possivelmente não haveria ciência alguma na Terra hoje. Em resumo, para aceitar a inevitabilidade da inteligência, teríamos de acreditar que a evolução percorre sempre o mesmo trajeto, sejam quais forem as condições iniciais, e que os caracteres selecionados seguiriam uma escala previsível. O maior problema desse raciocínio é que a evolução é cega, segundo Charles Darwin (1809-1882). Ela resolve apenas problemas apresentados por pressões transitórias, que então selecionam nas populações os indivíduos mais bem adaptados. Embora as soluções pareçam levar sempre ao aumento de complexidade dos organismos, não são óbvias, para Davies, as vantagens adaptativas da inteligência, já que não existe, *a priori*, uma pressão seletiva que favoreça esse predicado.

Muitos pesquisadores tentam obter uma resposta experimental para o problema da evolução da inteligência. Uma hipótese bem conhecida é a do 'tecido caro'. Ela propõe que um órgão como o cérebro humano, de alto custo energético, só poderia ter evoluído mediante uma 'barganha' com outros órgãos: estes teriam se sacrificado para premiar o primeiro. Em outras palavras, diante de um aporte finito de energia, a evolução premiaria o

desenvolvimento de certos órgãos, preterindo outros. Algo como a situação do 'cobertor de pobre'.

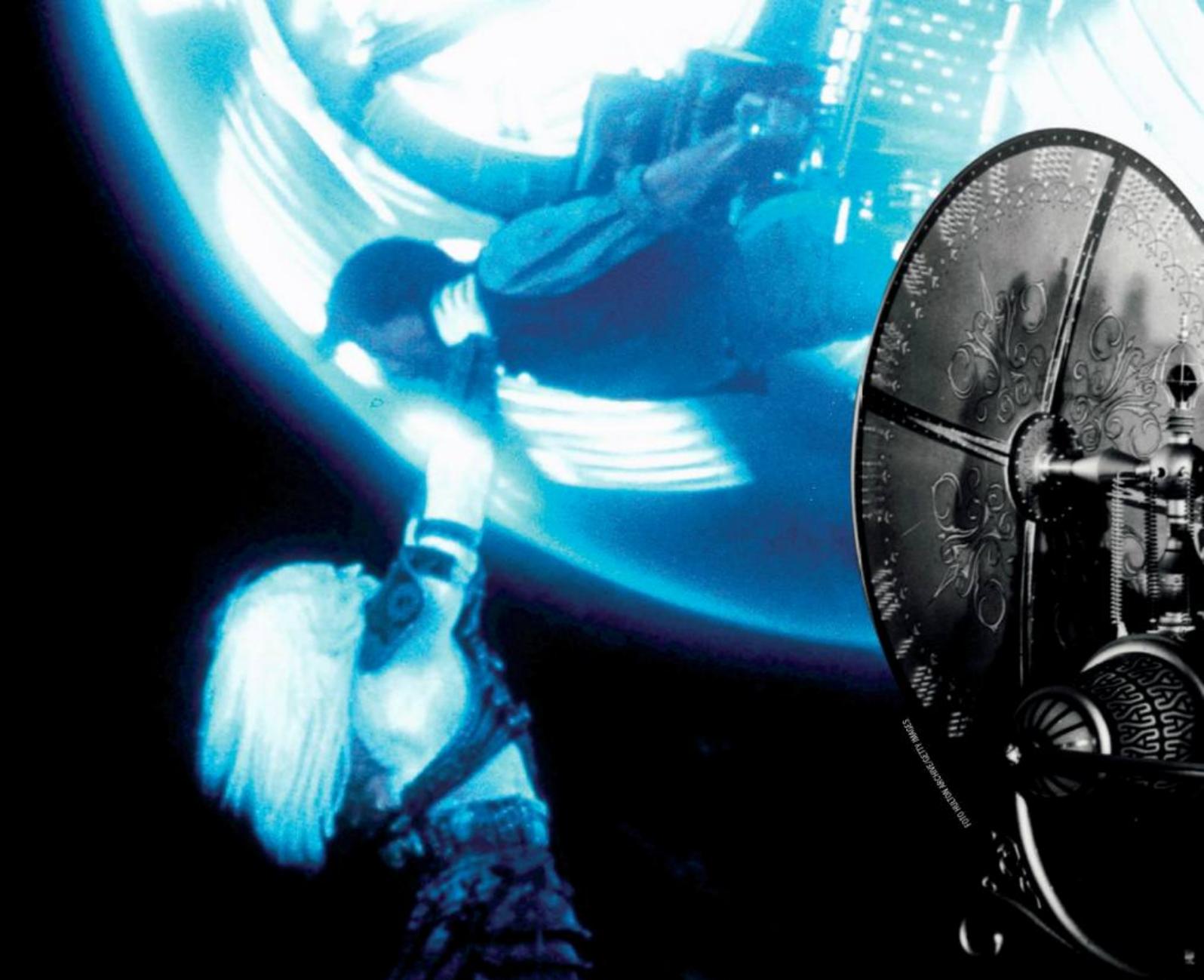
Essa proposta foi testada pelo grupo de Ana Navarrete e colegas (*Nature*, v. 480, p. 91). Eles mediram as massas de órgãos (coração, pulmões, fígado, rins, pâncreas e trato digestivo) de 100 espécies de mamíferos e as compararam com a massa de seus cérebros. O estudo não encontrou qualquer correlação inversa, o que significa que a tal 'barganha' da hipótese do 'órgão caro' não teria ocorrido. O encéfalo humano, portanto, não teria obtido favores especiais da evolução.

Porém, não parece haver dúvida de que o encéfalo humano evoluiu mais rapidamente que o de outras espécies, inclusive outros primatas. Essa 'aceleração' não é rara na evolução. Em geral, uma espécie evolui por meio de alterações discretas e aleatórias ao longo de muito tempo. Ocasionalmente, porém, algumas mudanças pontuais bastam para permitir, a seus portadores, adaptações muito rápidas. Há, por exemplo, mutações no genoma humano encontradas somente nos tibetanos, que seguramente foram selecionadas em função de sua adaptação às grandes altitudes. Essas mutações foram adquiridas nos últimos 3 mil anos, o que é muito pouco tempo em evolução.

Que regras determinariam a evolução rápida do encéfalo humano? Resultados publicados também em dezembro de 2011 (Mehmet Somel e outros, *PLoS Biology*, v. 9) sugerem que o fator que mais diferencia o cérebro humano dos de outros primatas não está nos genomas, muito parecidos, mas na maneira como estes são regulados. Isso quer dizer que, embora os primatas tenham mais ou menos os mesmos genes, nem todos se expressam igualmente. O que diferenciaria os humanos seria a ocorrência no cérebro de reguladores não presentes nas outras espécies. Por que isso aconteceu? Até o momento a resposta é: por acaso. Se isso for verdade, é melhor encerrar de vez o projeto Seti. ■

FRANKLIN RUMJANEK

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



PROF. DR. ERNESTO F. GALVÃO

A MECÂNICA QUÂNTICA DAS VIAGENS NO TEMPO

Viajar no tempo é quase sinônimo de ficção científica. No entanto, esse conceito é estudado seriamente, há décadas, pela ciência, que usa, para isso, a famosa teoria da relatividade do físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955).

De uns anos para cá, o assunto vem sendo revisitado, com base em ideias da chamada informação quântica, nova área de pesquisa que estuda aplicações, ao processamento de informação, da mecânica quântica, teoria que lida com os fenômenos do diminuto universo atômico.

Nas páginas seguintes, vamos discutir a possibilidade de viagens no tempo sob esse novo enfoque.

ERNESTO F. GALVÃO

Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense

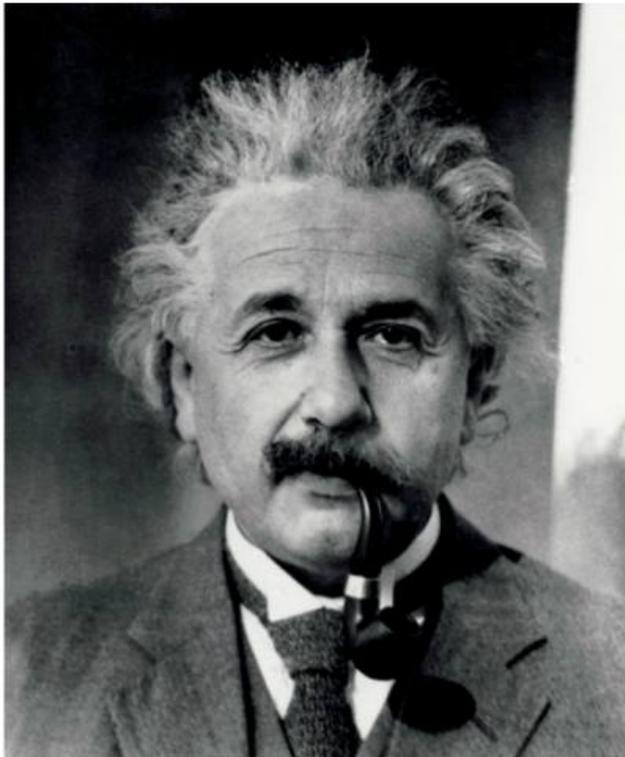
FOTO: ALBUM GEMMA/LUTINSTOCK

De certa forma, somos todos viajantes no tempo. E isso se dá a um ritmo constante, de 60 segundos por minuto. Seguimos, assim, rumo ao futuro. Mas, agora, imagine, leitor, uma 'mágica' que fizesse o tempo passar mais lentamente para você que para o resto do universo. Sob o efeito desse, digamos, encanto, você veria tudo ao seu redor envelhecer em marcha acelerada, o que, efetivamente, o levaria mais rapidamente para o futuro. Em 1905, o físico de origem alemã Albert Einstein descreveu, em sua teoria da relatividade restrita, como a natureza permite esse 'passe de mágica'.

Essa teoria de Einstein prevê que o tempo passa mais lentamente para quem é acelerado a altíssimas velocidades. Essa dilatação temporal tem sido rotineiramente observada. Um modo clássico de se comprovar essa passagem mais lenta do tempo é fazer um relógio atômico ultrapreciso viajar a bordo de um avião supersônico. Quando se compara esse equipamento a um que permaneceu em terra, nota-se uma diminuta disparidade entre os tempos, que, inicialmente, eram iguais. O relógio a bordo atrasa em relação ao do solo.

Apesar de a dilatação temporal ocorrer a qualquer velocidade, esse efeito só é significativo quando atingimos velocidades comparáveis à da luz no vácuo (300 mil km/s). Portanto, em princípio, para viajarmos para um futuro 'distante', bastaria uma nave espacial muito rápida. >>>

A ideia de viajar no tempo já foi explorada muitas vezes pelo cinema



Albert Einstein percebeu, em 1905, que o tempo é mais lento para corpos que se movem com altas velocidades, na visão de um observador externo

Curvando espaço e tempo Vimos que, a todo instante, estamos viajando rumo ao futuro. No entanto, a física de viagens para o passado é bem mais complicada e controversa. Para entendermos a questão, precisaremos de alguns conceitos básicos da física.

A melhor descrição que temos de como o espaço e o tempo se relacionam é a teoria da relatividade geral, de Einstein, finalizada em 1915. Apesar do nome, ela nada mais é do que uma teoria da gravitação, que substitui (ou generaliza) aquela idealizada, 250 anos antes, pelo físico inglês Isaac Newton (1642-1727). Essa substituição é necessária quando lidamos com campos gravitacionais intensos ou velocidades comparáveis à da luz.

Na relatividade geral, o espaço e o tempo formam um uno indissociável com quatro dimensões, três delas espaciais (altura, largura e comprimento) e uma temporal. Mas, para nossos propósitos aqui, podemos imaginar o espaço-tempo – como os físicos denominam esse contínuo – como algo mais simples: uma daquelas camas elásticas usadas por malabaristas de circo. A relatividade geral prevê que a presença de matéria distorce o espaço-tempo, do mesmo modo que, em nossa analogia, uma grande esfera de chumbo curvaria nossa cama elástica.

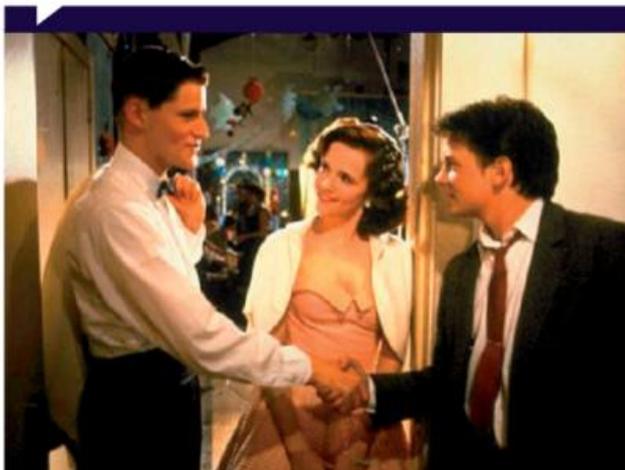
É justamente essa curvatura que faz com que os corpos se atraiam gravitacionalmente. Quando jogamos uma pedra para cima, ela volta ao solo, ‘escorregando’ pelo espaço-tempo distorcido pela massa da Terra. Nosso planeta, por sua vez, se move pelo espaço-tempo curvado pela massa do Sol. E assim por diante. O físico norte-americano John Archibald Wheeler (1911-2008) resumiu os fenômenos gravitacionais de forma quase poética: “A matéria diz ao espaço como se curvar. O espaço diz à matéria como se mover.”

Essa distorção do espaço-tempo pode ser extrema, criando objetos curiosos, como os buracos negros, de onde nem a luz consegue escapar (ver CH 182).

De volta ao passado? Na década de 1930, foi descoberta outra previsão estranha da relatividade geral: a possibilidade de caminhos espaço-temporais nos levarem a nosso próprio passado. Essas trajetórias que se curvam para o passado foram chamadas curvas tipo tempo fechadas – ou, simplesmente, CTCs, do nome em inglês.

De lá para cá, tem havido muita discussão sobre o significado dessa previsão teórica. Será que ela poderia sair do papel, permitindo a construção de uma máquina do tempo? E, se isso for possível, como evitar paradoxos (ver ‘Paradoxo do pai’)?

O certo é que, atualmente, ninguém sabe como construir uma máquina do tempo que nos leve para o passado. Há quem ache que esse e outros mistérios do espaço-tempo só serão esclarecidos quando tivermos uma teoria que unifique os dois pilares da física contemporânea: a relatividade geral, que, como vimos, lida com os fenômenos do gigantesco e do



PARADOXO DO PAI

Viagens no tempo podem levar a paradoxos. Vamos imaginar uma situação típica: um viajante do tempo volta ao passado e impede seu pai de conhecer sua mãe, como (quase) acontece no filme *De volta para o futuro*. Sem que os pais se conheçam, como o viajante pode ter sido concebido e, em particular, ter crescido para construir a máquina do tempo?

Propostas de viagens para o passado têm que lidar com problemas como esse, explicando qual o mecanismo que evita tais paradoxos.

ultraveloz, e a mecânica quântica, que trata do diminuto mundo das dimensões moleculares, atômicas e subatômicas.

Apesar dos esforços de milhares de cientistas, até agora, essa unificação, do macro com o micro, ainda não foi feita – um dos problemas é a dificuldade em realizar testes experimentais conclusivos. Apesar dessa dificuldade, nos últimos anos, a mecânica quântica tem esclarecido aspectos dessas possíveis viagens no tempo.

Máquina do tempo A partir de meados da década de 1990, o estudo dos problemas fundamentais da mecânica quântica ganhou novo fôlego com o desenvolvimento de uma nova área de pesquisa: a informação quântica (ver ‘De códigos secretos a computadores ultravelozes’). Ao estudar os limites impostos pela mecânica quântica ao processamento de dados, surgiram também novas ideias para o estudo de viagens no tempo.

O físico austríaco Erwin Schrödinger (1887-1961), já em 1935, tinha apontado a possibilidade da coexistência de propriedades aparentemente contraditórias em sistemas quânticos. No famoso paradoxo do gato de Schrödinger, ele dramatizou a situação, imaginando um desses felinos que, de acordo com a mecânica quântica, poderia, de certa forma, estar vivo e morto simultaneamente. O físico inglês David Deutsch estudou como isso poderia ser útil para descrever quanticamente um objeto que viajasse para o passado. Embora seu trabalho seja bastante abstrato, Deutsch, na essência, mostrou como ‘neutralizar’ os paradoxos de viagens para o passado, usando os paradoxos próprios da mecânica quântica.

Fenômeno estranho Mais recentemente, veio à tona uma segunda forma de usar a mecânica quântica para descrever viagens no tempo. Dessa vez, usando uma ideia inspirada na ficção científica: o teletransporte – ou, mais apropriadamente, teleporte –, baseado no que talvez seja o mais estranho dos fenômenos do mundo quântico: o emaranhamento. Voltaremos ao assunto.

Suponha que queiramos mandar um objeto de um remetente A para um destinatário B, sem levá-lo fisicamente até lá. Começamos com A, medindo todas as propriedades do objeto original e enviando, por meios convencionais (telefone ou internet, por exemplo), as informações para B. Este, no início, já tem um objeto ‘em branco’, semelhante ao original, que, com base nas informações de A, pode ser ‘retocado’, até se tornar uma cópia perfeita do original.

Porém, no universo atômico, esse procedimento simples de teleporte não funciona, e a culpada é a mecânica quântica. Isso é consequência do famoso princípio da incerteza de Heisenberg – seu idealizador foi o físico alemão Werner Heisenberg (1901-1976) –, segundo o qual certas propriedades de uma partícula (por exemplo, posição e velocidade) não podem ser medidas, simultaneamente, com perfeição.

Em resumo: a mecânica quântica nos proíbe de descobrir todas as propriedades de um objeto, o que impede sua reprodução a distância.

Ação fantasmagórica No entanto, em 1993, mostrou-se que o teleporte torna-se possível quando temos à disposição pares de partículas preparadas de forma especial – chamadas, pelos especialistas, partículas emaranhadas. Uma das peculiaridades de duas partículas emaranhadas é que elas parecem se ‘comunicar’ instantaneamente, mesmo quando separadas por distâncias astronômicas – isso levou Einstein a dizer que havia entre elas “uma fantasmagórica ação a distância”.

Por muito tempo, achou-se que partículas emaranhadas poderiam violar a teoria da relatividade, segundo a qual nada pode viajar (ou se comunicar) com velocidade superior à da luz. Mas há uma sutileza no emaranhamento: apesar dessa bizarra influência entre as partículas ser mais forte do que se conhecia nos primórdios da mecânica quântica, não dá para usá-la para fazer comunicação instantânea.

Como dissemos, é um fenômeno bem estranho.

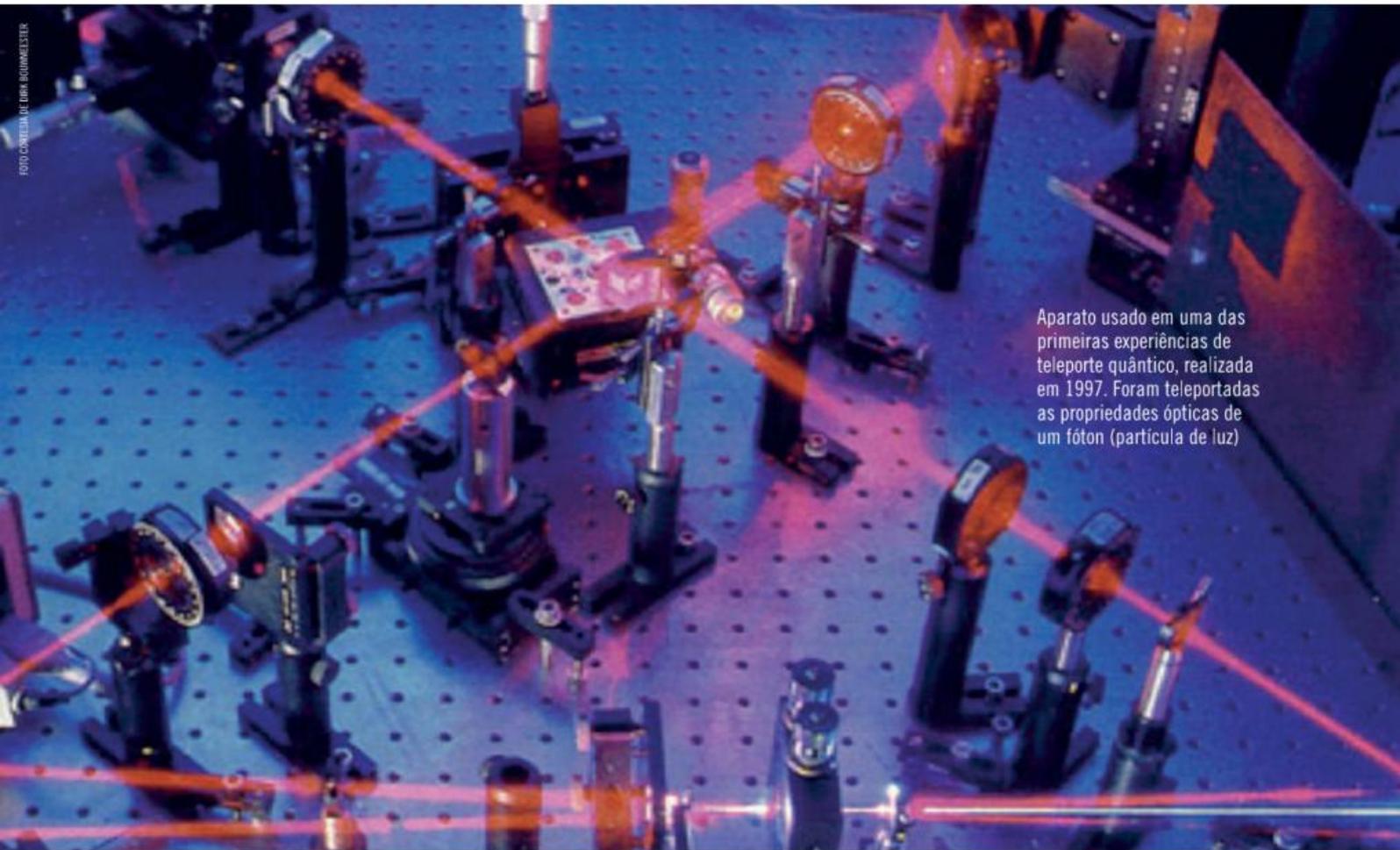
Voltemos ao teleporte. Por exemplo, para teleportar um fóton com certa propriedade óptica, é necessário criar um par de fótons emaranhados – hoje, isso é feito corriqueiramente em laboratórios, com a ajuda de um cristal especial –, sendo que um elemento do par fica com o remetente A, e o outro é enviado ao destinatário B.

Feito isso, o remetente A faz uma medição cuidadosa das propriedades que são comuns aos dois fótons. Essa medição quântica é tal que não revela nada sobre as propriedades individuais de cada fóton – da mesma forma que, quando um casal sobe numa balança, obtemos o peso total, mas ficamos sem saber o peso de cada um.

O resultado da medição é enviado para B por um meio convencional, como correio eletrônico. B então ‘retoca’ seu fóton emaranhado conforme a mensagem recebida de A, o que, surpreendentemente, torna esse fóton emaranhado idêntico ao original.



Equipamento do Laboratório de Processamento da Informação Quântica por Ressonância Magnética Nuclear, do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, no Rio de Janeiro (RJ), que manipula propriedades magnéticas dos núcleos atômicos de uma amostra, que, com isso, passa a funcionar efetivamente como um pequeno computador quântico



Aparato usado em uma das primeiras experiências de teleporte quântico, realizada em 1997. Foram teleportadas as propriedades ópticas de um fóton (partícula de luz)

Para emprestar um termo da biologia, B torna-se um clone de A.

Como dissemos, esse processo de 'clonagem' não revela informação alguma sobre as propriedades individuais do fóton original de A, o que evita as restrições impostas pelo princípio da incerteza. Ou seja – e isso é o que deve ser ressaltado aqui –, as propriedades foram transmitidas de um fóton para outro sem que, em nenhum momento, ficassemos sabendo quais elas eram – um truque que só é possível devido às partículas estarem emaranhadas.

Mas esse processo tem um preço: o fóton original de A acaba destruído, consequência da perturbação (medição) realizada nele.

Esse tipo de teleporte quântico já foi realizado experimentalmente em vários sistemas físicos muito simples.

Sem paradoxos Em 2002, dois dos idealizadores do teleporte, os norte-americanos Benjamin Schumacher e Charles Bennett, perceberam que, em certo sentido, era possível teleportar um objeto no tempo em vez de no espaço. Com isso, seria possível usar o teleporte para simular uma viagem ao passado.

Para se ver como, precisamos de uma informação técnica: com certa probabilidade, o teleporte funciona sem

que o destinatário B precise retocar a sua partícula 'em branco', e isso é sinalizado pelo resultado da medida que A faz. Isso significa que, se tivermos sorte – ou se pudermos repetir o experimento muitas vezes –, o teleporte funciona sem necessidade de retoques. Nesse caso, a partícula emaranhada em posse de B (no passado) era um clone da original que estava com A – mas é importante ressaltar que isso só é revelado pela medição (posterior) feita por A.

E os paradoxos, como podem ser evitados? O fato curioso é que, se tentarmos simular uma viagem paradoxal no tempo, as regras da mecânica quântica impedem que a partícula em branco assuma, sem precisar de retoques, a identidade da original.

Em termos práticos: o teleporte quântico só funciona para simular viagens para o passado se elas não levarem a paradoxos. Isso foi percebido pelo matemático George Svetlichny, do Departamento de Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, que redescobriu a ideia em 2009, sem saber do resultado anterior – na verdade, pouco divulgado – de Schumacher e Bennett.

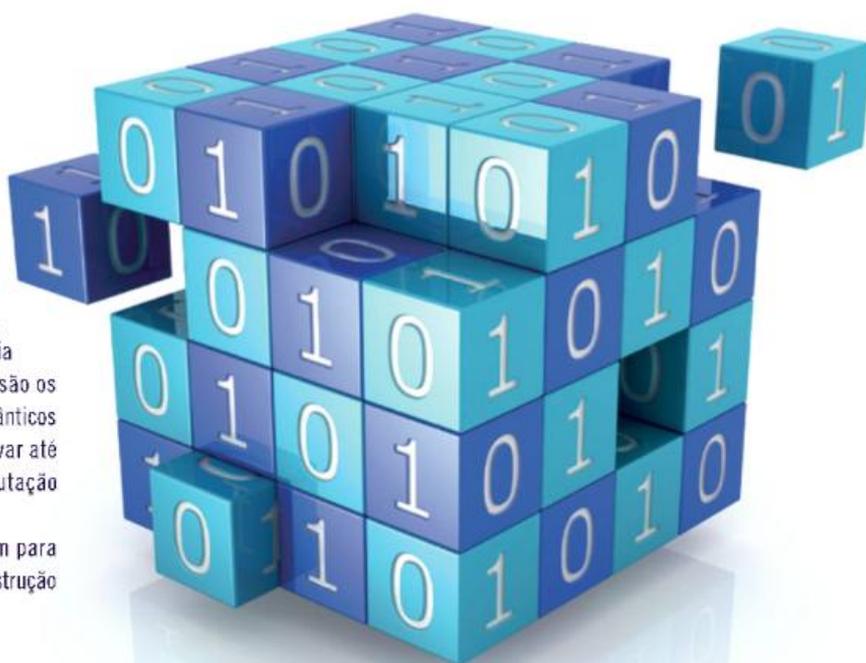
Essa ideia de usar o teleporte quântico para simular uma viagem ao passado fornece uma alternativa às ideias de Deutsch sobre o funcionamento de um espaço-tempo tão curvado que possibilitaria uma viagem ao passado.

DE CÓDIGOS SECRETOS A COMPUTADORES ULTRAVELOZES

Área interdisciplinar que estuda como codificar e processar informação em sistemas físicos (moléculas, átomos, elétrons, fótons etc.) que seguem as leis da mecânica quântica.

Uma aplicação já comercializada é a criptografia quântica, que possibilita a troca de mensagens secretas com garantia de segurança absoluta. Outra, em desenvolvimento, são os computadores quânticos, que explorariam fenômenos quânticos para resolver, em minutos, problemas que poderiam levar até bilhões de anos em computadores comuns (ver 'computação quântica' CH193).

Atualmente, vários laboratórios de pesquisa trabalham para vencer os desafios tecnológicos que ainda impedem a construção de computadores quânticos funcionais.



As chaves binárias (zero e um) usadas em criptografia podem ser estabelecidas com segurança garantida pela mecânica quântica

Resultados recentes Em um trabalho recente, o autor deste artigo, em colaboração com Raphael Dias da Silva, da Universidade Federal Fluminense, e Elham Kashefi, da Universidade de Edimburgo (Reino Unido), mostrou que a proposta de simulação de viagens no tempo com teleporte é realmente diferente da concepção mais abstrata proposta há 20 anos por Deutsch. O estudo também indicou que as viagens temporais (não paradoxais) simuladas pelo teleporte ajudam a entender o funcionamento de certo tipo de computador quântico.

No último ano, surgiram outros trabalhos, discutindo o teleporte como forma de estudar viagens no tempo. Um deles fez até um experimento em que, depois de muitas tentativas, verificou-se que um fóton tinha sido efetivamente teleportado bilionésimos de segundo para o passado.

Viajar para o passado continua sendo uma possibilidade teórica que devemos investigar, usando, para isso, a teoria da relatividade geral e a mecânica quântica. Talvez, a questão possa ser resolvida por uma teoria conjunta dos fenômenos quânticos e gravitacionais que ainda não foi desenvolvida. Por sua vez, o estudo das viagens no tempo usando a mecânica quântica nos dá pistas sobre essa possível unificação.

Na prática, como vimos, há ainda um longo caminho até se saber se seria possível construir um equipamento como o de *A máquina do tempo*, do escritor britânico H. G. Wells (1866-1946), que leva o protagonista do livro tanto para o passado quanto para o futuro. Mas é sempre bom lembrar que muito do que era ficção no passado hoje é parte corriqueira de nosso cotidiano. 

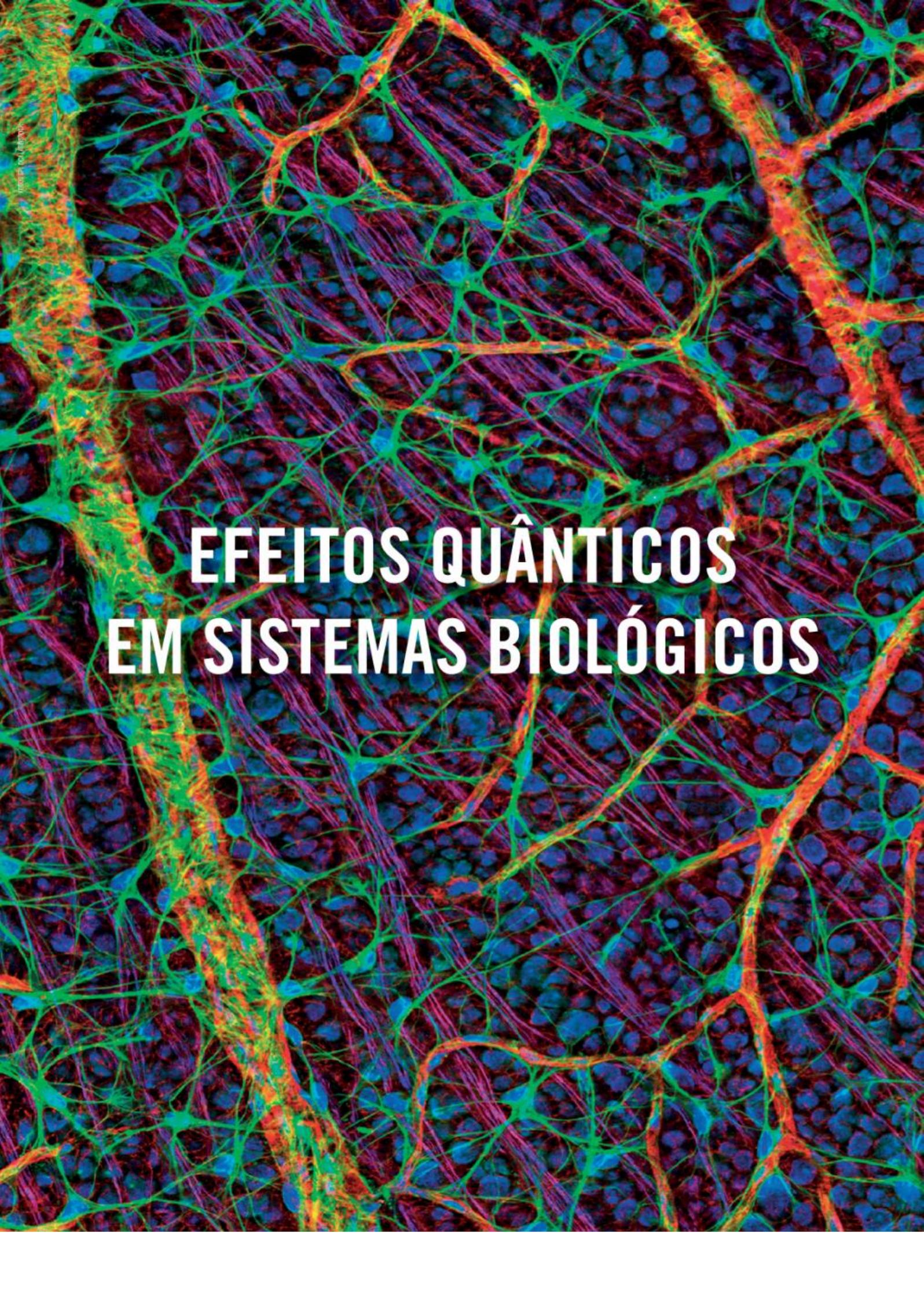
Sugestões para leitura

GALVÃO, E. F. *O que é computação quântica?* (Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2007).

ARNTZENIUS, F. e MAUDLIN, T. 'Time travel and modern physics'. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Edward N. Zalta (ed.). Disponível em: <http://plato.stanford.edu/archives/spr2010/entries/time-travel-phys/>

DIAS DA SILVA, R.; GALVÃO, E. F.; & KASHEFI, E. 'Closed timelike curves in measurement-based quantum computation'. *Physical Review A*, v. 83, p. 012316 (2011).

LLOYD, S. et al. 'The quantum mechanics of time-travel through post-selected teleportation'. *Physical Review D*, v. 84, p. 025007 (2011).



**EFEITOS QUÂNTICOS
EM SISTEMAS BIOLÓGICOS**

Recentemente, experimentos realizados em sistemas biológicos têm apontado que aspectos sutis do mundo quântico – antes apenas observados sob condições muito restritivas – poderiam desempenhar papel fundamental no desenvolvimento de tarefas necessárias à manutenção da vida.

Estamos presenciando o nascimento de uma biologia quântica, nova área do conhecimento em que cientistas de diferentes especialidades já estão dialogando para a análise de problemas tão fascinantes quanto a fotossíntese e os mecanismos de visão.

FERNANDO L. SEMIÃO

*Centro de Ciências Naturais e História,
Universidade Federal do ABC (Santo André, SP)*

Se perguntado sobre o que é a mecânica quântica, um físico ou químico possivelmente responderia algo assim: teoria que trata das leis seguidas no mundo atômico. Partículas como fótons (partículas de luz), elétrons, prótons e nêutrons – sendo as três últimas os blocos dos quais átomos e moléculas são constituídos – estão sujeitas, entre tantas outras entidades com essas dimensões, às regras da mecânica quântica. Essas regras são muito distintas daquelas que regem o movimento de objetos macroscópicos, como um cometa ou até um grão de areia ao vento.

Portanto, qualquer pesquisador interessado em átomos e moléculas – seja ele físico, biólogo, químico, seja ele engenheiro de materiais ou outro profissional da área – está lidando com os chamados objetos quânticos.

Um aspecto dessas entidades liliputianas é o fato de elas serem muito sensíveis à interação com o ambiente. Muitas de suas propriedades quânticas são facilmente destruídas por meio de mecanismos comuns, como a mera agitação térmica (calor). Por isso, experimentos envolvendo objetos quânticos costumam ser feitos em condições muito bem controladas que, muitas vezes, envolvem poucos átomos ou fótons, mantidos isolados do meio externo e a temperaturas extremamente baixas, para diminuir, ao máximo, a agitação térmica.

Como em um lago Um dos aspectos sutis previstos pela mecânica quântica é o princípio da superposição, que pode conferir aos sistemas quânticos um alto grau de coerência, passível de ser detectado por meio do fenômeno de interferência, parecido com o que ocorre em um lago, quando ondas se encontram, podendo cancelar-se (interferência destrutiva) ou realçar-se (interferência construtiva).

O mesmo fenômeno ocorre no mundo atômico. Mas, nesse caso, as interferências se dão pela superposição de ondas chamadas amplitudes de probabilidade, que estão associadas aos objetos quânticos (elétrons, átomos etc.). Essas ondas nos ajudam a prever os resultados das medidas feitas sobre esses objetos e também dão a eles características, além das corpusculares, ondulatórias, permitindo, com isso, que se formem tanto interferências construtivas quanto destrutivas.

Quanto maior o objeto, mais danoso será o efeito do ambiente sobre as ondas de amplitude, que, nesses casos, são destruídas rapidamente. Essa é a razão pela qual não observamos essas ondas em nosso cotidiano – isso também explica por que sua manifestação e seu papel em sistemas biológicos é algo tão surpreendente e interessante.

>>>

Ação fantasmagórica A superposição quântica está diretamente relacionada ao famoso fenômeno de emaranhamento, que ocorre quando dois ou mais sistemas, como átomos, interagem entre si por algum tempo. Esse fenômeno é um dos mais peculiares do mundo quântico: nele, duas partículas emaranhadas ganham a seguinte propriedade: uma medida feita em uma delas irá corresponder instantaneamente a uma medida na outra, mesmo que separadas por enormes distâncias.

A sutileza dessa “ação fantasmagórica a distância” – palavras do físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955) – é que ela não viola a teoria da relatividade, como se poderia supor, segundo a qual nenhum sinal contendo informação pode viajar com velocidade superior à da luz no vácuo (300 mil km/s). Apesar de a ação sobre a outra partícula ter sido instantânea – não local, como dizem os físicos –, seu uso para envio de informação tem que, em algum momento, utilizar sinais que se propagam com, no máximo, a velocidade da luz. Só desse modo pode-se usar essa não localidade para se realizar, por exemplo, o tão falado teleporte quântico (ver, nesta edição, ‘A mecânica quântica das viagens no tempo’ e ‘A mecânica quântica: teoria em construção’).

Quando superposições quânticas são geradas em condições controladas, a coerência resultante, por ser um aspecto quântico, é rapidamente perdida por uma série de mecanismos que são praticamente impossíveis de serem completamente eliminados. Se essa perda ocorre com um único átomo, o que dizer de uma molécula biológica formada por dezenas, centenas ou milhares deles.

Parece, então, impossível que efeitos quânticos delicados, como o emaranhamento, possam desempenhar qualquer papel em processos biológicos que ocorrem em ambientes, em geral, quentes e aquosos, envolvendo um enorme número de moléculas.

Fragilidade e eficiência Em 2007, contudo, os pesquisadores Graham Fleming, Robert Blankenship e colaboradores publicaram um inesperado resultado experimental na revista *Nature*. Eles relataram a observação de coerência quântica, à temperatura de 77 kelvin (cerca de -196°C), em um complexo de proteínas e clorofilas denominado Fenna-Matthews-Olson (FMO), presente na bactéria verde sulfurosa *Chlorobium tepidum*. Essa macromolécula é responsável, nesse micro-organismo, por distribuir, de modo eficiente, a energia captada da luz solar no processo de fotossíntese. Para a realização das medidas, o complexo FMO foi retirado do citoplasma celular do micro-organismo e analisado com aplicação de feixes de *laser*.

Apesar de ainda ser considerada uma temperatura baixa se comparada à do ambiente, é surpreendente o fato de esse sistema, formado por um enorme número de átomos, apresentar coerência quântica a temperatura bem superior ao zero absoluto (zero kelvin).

A pergunta que naturalmente surgiu: a coerência quântica, observada nessa macromolécula, em condições de

baixas temperaturas, faria parte do repertório de ferramentas usado pela natureza para aumentar a eficiência de seus processos – nesse caso, o transporte de energia?

Não tardou para que muitos físicos teóricos se interessassem pela questão e demonstrassem, com modelos simplificados, que é, sim, possível que a alta eficiência de transporte de energia realizado por essa proteína complexa seja resultado de um compromisso entre a coerência quântica e as condições do ambiente. Os primeiros trabalhos nesse sentido foram feitos independentemente por Martin Plenio, bem como Alan Aspuru-Guzik e colegas. Eles demonstraram que um regime intermediário, no qual efeitos quânticos não foram ainda completamente destruídos pelo contato com o ambiente, configura-se como um regime de funcionamento especialmente útil para o transporte de energia no FMO.

Portanto, a natureza parece se aproveitar da fragilidade da coerência quântica para aumentar a eficiência de seus processos. Sem essa fragilidade, a eficiência da transferência de energia no complexo FMO seria, pelo que os modelos indicam, muito inferior ao observado.

Bactéria computacional Alguns pesquisadores arriscam dizer que aquilo que a natureza faz no complexo FMO é essencialmente computação quântica em condições adversas – em tempo: um computador quântico funciona com base nas leis da mecânica quântica, tirando proveito de estados de superposição, por exemplo, para ser ultraveloz, realizando, em segundos, por exemplo, tarefas que levariam milhões, bilhões de anos para o mais moderno dos computadores atuais. Por enquanto, computadores quânticos só existem em formas bem simples, ainda longe de serem úteis para a solução de problemas complexos.

Nossa bactéria, portanto, estaria executando uma série de instruções – tecnicamente, denominada algoritmo – em nível quântico, em que muitos ‘cenários’ (estados) são analisados simultaneamente. E a resposta do problema – nesse caso, a direção correta para o transporte de energia – é rapidamente determinada com a ajuda tanto da coerência quanto da interação com o ambiente. Essa conjectura, porém, ainda não foi provada, e não existe consenso na comunidade científica quanto ao papel e à sobrevivência da coerência no complexo FMO em seu ambiente natural, que é o citoplasma celular da bactéria verde sulfurosa em temperatura ambiente.

Apesar de não ser do campo da biologia, outro trabalho experimental que provocou grande efervescência teórica foi a demonstração de que certos polímeros (enormes cadeias contendo grande número de átomos) preservam algum grau de coerência quântica em temperatura ambiente. Publicado em *Science* em 2009, o artigo, de Elisabetta Collini e Gregory Scholes, afirma que o responsável pela manutenção dessa coerência deve ser o fato de esses átomos se encontrarem conectados a uma estrutura vibracional comum, como se fossem crianças brincando em uma gangorra.

O que esses polímeros e sistemas biológicos têm em comum é o fato de serem formados por muitos átomos e por interagirem com ambientes hostis no que se refere a manutenções de aspectos quânticos.

Em colaboração com a pesquisadora Kyoko Furuya, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), e com o físico Gerard Milburn, da Universidade de Queensland (Austrália), nosso grupo demonstrou teoricamente que o movimento vibracional pode, sim, preservar coerência quântica e que altas taxas de eficiência na transferência de energia podem ser atingidas por esse mecanismo.

Nesse mesmo trabalho, propusemos um dispositivo que emprega osciladores mecânicos – para nossos propósitos aqui, podemos pensar em molas que se alongam e se contraem incessantemente – de tamanho tão pequeno quanto um milésimo do milímetro. Essa estrutura nanométrica pode funcionar como um eficiente distribuidor de energia e informação quântica em condições adversas de alta temperatura.

Olho humano Muitos fenômenos biológicos parecem estar conectados com aspectos sutis da mecânica quântica – atualmente, nosso grupo vem trabalhando na elucidação de alguns desses problemas. Por exemplo, desde a década de 1940, é sabido que o olho humano tem uma incrível sensibilidade a sinais luminosos fracos.

A retina humana contém células especializadas para captar luz e transformar esse evento em pulsos elétricos que alimentam o cérebro com as informações necessárias ao processamento da visão. Essas células são os cones e os bastonetes.

Grosso modo, quando submetida a baixas intensidades luminosas, a retina funciona basicamente utilizando os bas-

Olhos com a pupila contraída, normal e dilatada

tonetes. Há fortes indícios de que essas células conseguem detectar um único fóton.

Como dissemos aqui, esse regime de poucas partículas (nesse caso, fótons) deve ser fortemente influenciado por aspectos particulares da mecânica quântica, como o fenômeno do emaranhamento. De fato, Christoph Simon, Nicolas Gisin e colaboradores levantaram a hipótese de se utilizar a visão humana como detector de fótons na demonstração de emaranhamento. Eles provaram que não existe uma restrição fundamental que impeça o uso de detectores biológicos, como o olho humano, para a demonstração de emaranhamento de fótons. A investigação criteriosa dessa hipótese – ainda não demonstrada experimentalmente – e da interação de fótons emaranhados com biomoléculas envolvidas nos mecanismos de visão, está sendo feita no mundo todo, inclusive por nosso grupo, aqui no Brasil.

Campo promissor Estamos presenciando grande entusiasmo em setores da comunidade científica no que se refere à possibilidade de a ciência da informação quântica dar contribuições importantes no entendimento de problemas biológicos.

Do ponto de vista teórico, trata-se de um grande desafio olhar para esses agregados de muitos átomos e muitas moléculas, bem como para suas interações com ambientes também formados por milhões de átomos e moléculas, e, a partir disso, tentar descobrir como algo tão frágil quanto coerência quântica e emaranhamento podem contribuir nos processos elementares que ocorrem nessas condições.

Não resta dúvida de que esse tipo de estudo trará não apenas conhecimentos importantes, mas também nos ensinará a extrair da natureza, em nosso benefício, o que ela levou milhões de anos para aperfeiçoar – vide o fenômeno do transporte quântico de energia induzido por vibração, entre muitos outros possíveis exemplos.

Com essa abordagem, poderíamos descobrir novos e eficientes mecanismos de captação, armazenamento e distribuição de informação e energia, com aplicações em nosso cotidiano. Trata-se de um campo promissor aos jovens que desejam trabalhar na fronteira do conhecimento e que têm paixão pela ciência como um todo. Nessa área, biologia quântica, é impossível considerar física, química, matemática e biologia como ciências incomunicáveis e independentes. ■

Sugestões para leitura

SEMIÃO, F. L.; FURUYA, K.; MILBURN, G. J. 'Vibration-enhanced quantum transport'. *New Journal of Physics* v. 12, p. 083033 (2010).

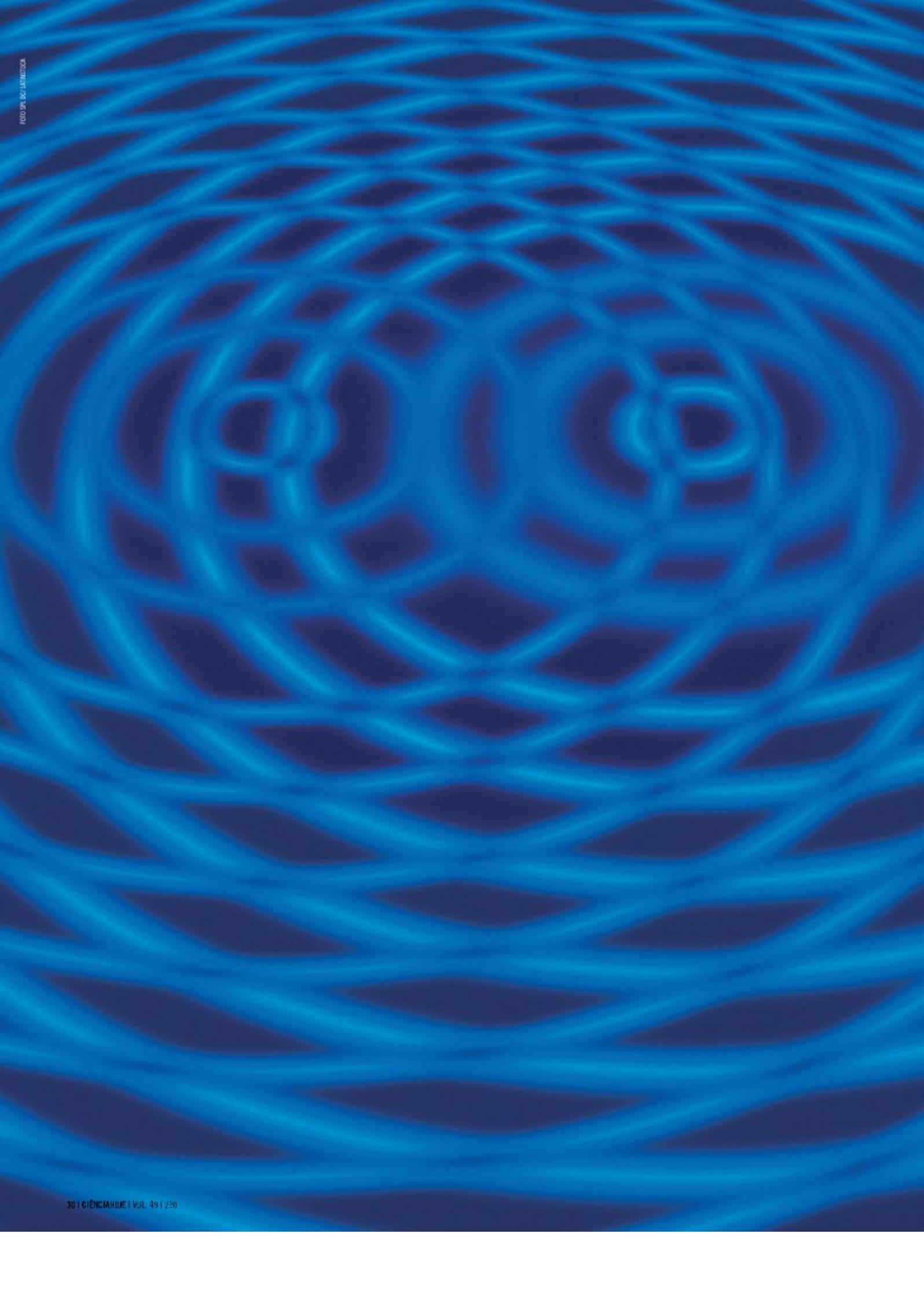
Disponível em <http://bit.ly/A6t3kP>

BALL, P. 'Physics of life: the dawn of quantum biology'. *Nature* v. 474, p. 272 (2011).

ARNDT, M.; JUFFMANN, T.; VEDRAL, V. 'Quantum physics meets biology'.

HFSP Journal v.3, p. 386 (2009). Disponível em

<http://arxiv.org/abs/0911.0155>



A mecânica quântica, com seu poderoso ferramental de cálculo, permite prever, com sucesso absoluto, os resultados (probabilísticos) de vários experimentos que investigam o diminuto mundo das entidades atômicas e subatômicas.

Apesar dessa precisão estrondosa, seus alicerces são ainda obscuros e extremamente controversos, pois é uma teoria ainda em construção.

Neste artigo, serão apresentadas questões básicas que formam o núcleo desse problema fundamental da física (e do pensamento), bem como tentativas de esclarecer impasses dele decorrentes.

Nas próximas páginas, o estranho (e fascinante) mundo da mecânica quântica.

NELSON PINTO NETO

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

MECÂNICA QUÂNTICA

TEORIA EM CONSTRUÇÃO

A mecânica quântica lida com os fenômenos nas dimensões atômicas e subatômicas (ver, nesta edição, 'A mecânica quântica das viagens no tempo' e 'Efeitos quânticos em sistemas biológicos'). É, por vezes, denominada a teoria mais bem-sucedida da ciência: suas previsões teóricas são confirmadas experimentalmente com precisão que ultrapassa uma dezena de casas decimais. Apesar disso, nos quase últimos 100 anos, a interpretação desse poderoso arcabouço teórico tem sido motivo de controvérsia entre os físicos.

As primeiras interpretações sobre mecânica quântica surgiram na década de 1920, quando essa teoria foi construída. Por muito tempo, a interpretação de Copenhague – talvez, a mais famosa delas – dominou as discussões nessa área. Porém, hoje, ela não é mais consensual. Seu período de preponderância sobre outras abordagens se deveu ao trabalho em equipe de grandes físicos e pensadores, bem como a uma estratégia adotada: primeiramente, firmar a capacidade de cálculo da teoria, para depois encarar os problemas de fundo.

>>>

Quando questões fundamentais voltaram à cena, uma forte resistência – muitas vezes, baseada em argumentos de autoridade e dogmas posteriormente aceitos – teve que ser combatida para que essa discussão essencial comesse a ter repercussão.

Há uma tensão essencial que permeia toda essa polêmica: o que se entende basicamente por ciência. Enquanto a interpretação de Copenhague, representada pelo físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), acredita que a física deva versar apenas sobre o que podemos conhecer da natureza, a outra, capitaneada pelo físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955), defende que o objetivo maior da ciência é encontrar descrições objetivas (independente de observadores) do mundo.

Adivinhação de palavras A diferença entre as duas correntes pode ser bem exemplificada por meio de uma analogia com um jogo conhecido: adivinhação de palavras. Ana sai de uma sala onde seus amigos estão reunidos, enquanto estes escolhem uma palavra qualquer. Ela volta e, após uma série de perguntas – às quais seus amigos só podem responder sim ou não –, ela descobre a palavra.

A seguir, sai João, mas os amigos na sala não escolhem palavra alguma e combinam entre si responder sim ou não aleatoriamente, desde que as repostas não sejam conflitantes com as anteriores. João volta e faz suas perguntas, cujas respostas se tornam cada vez mais demoradas. Pouco a pouco, uma palavra vai sendo construída, e, ao final, João a afirma, por ser a única consistente com todas as respostas.

Esse exemplo indica as diferenças de atitude entre as duas correntes: para alguns, a realidade está dada, e a questão é desvelá-la; para outros (Copenhague), não faz sentido pensar em uma realidade independente da observação, pois ela é insondável.

Para a interpretação de Copenhague, portanto, a realidade é construída com a intervenção do observador, e, dependendo da forma como o mundo físico é investigado, diferentes fatos concretos e objetivos são obtidos, com base em um processo de questionamento que obedece a regras consistentes (lógicas), e o resultado final é objetivo – em nosso jogo, todos concordam com a escolha de João, mesmo que não haja uma palavra pré-selecionada.

Niels Bohr e Albert Einstein em 1930, quando a mecânica quântica começou a ser construída

Dupla fenda Vejamos como a interpretação de Copenhague aborda os fenômenos quânticos. Como exemplo, tomemos o artefato da dupla fenda (figura 1A). Nele, elétrons são lançados, um a um, através das fendas diminutas. Após passar por elas, cada elétron é registrado em um anteparo em posições aleatórias. Se fecharmos uma das fendas, veremos, no anteparo, após o lançamento de vários elétrons, a distribuição como a da figura 1B. Fechando a outra, teremos a mesma distribuição deslocada (figura 1C).

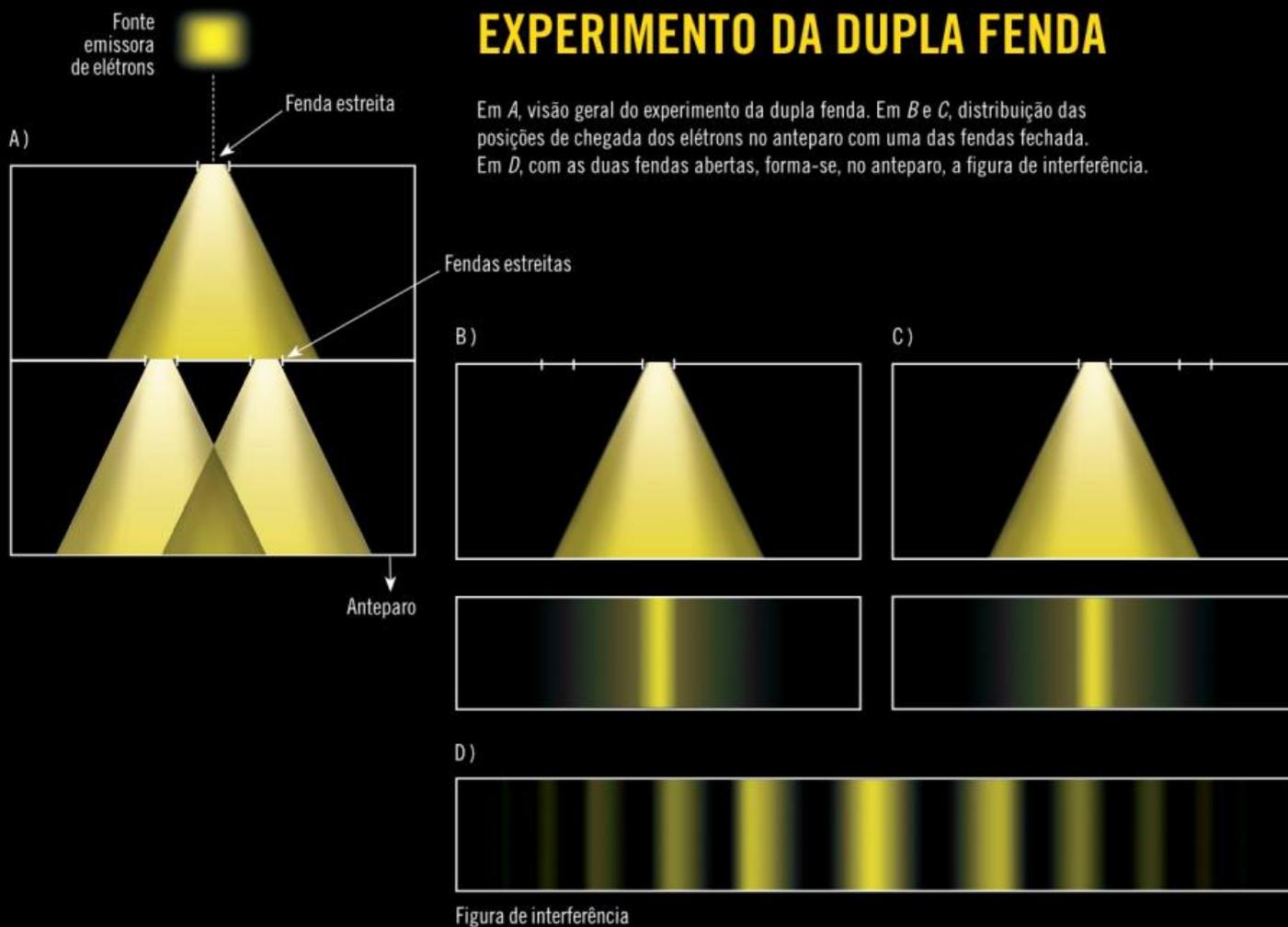
Com as duas fendas abertas, esperaríamos encontrar a soma das duas distribuições – afinal, as partículas deveriam passar por uma ou por outra fenda. Mas, o que se obtém é bem diferente (figura 1D). O padrão que se forma no anteparo é denominado interferência, fenômeno típico da óptica ondulatória, e a pergunta ‘por onde passou o elétron’ parece não ter resposta.

O mais intrigante é que, caso uma das fendas seja monitorada para que se descubra se os elétrons passam por ela, a interferência quântica desaparece, reaparecendo o padrão relativo à soma das distribuições mostradas na figura 1B e 1C. Ou seja, tudo se passa como se os elétrons, ‘percebendo’ que estão sendo observados, voltassem a se comportar como corpúsculos clássicos.

Clássico versus quântico Para a interpretação de Copenhague, nada deve ser acrescentado aos fatos tais como eles nos aparecem nos experimentos: i) os fenômenos quânticos (como o registro da posição do elétron no anteparo) são aleatórios, imprevisíveis e únicos – apenas sua distribuição estatística tem algum padrão e pode ser calculada pela teoria; ii) não se pode atribuir qualquer propriedade a um objeto quântico antes que ela seja efetivamente observada – elétrons só adquirem a propriedade de



EXPERIMENTO DA DUPLA FENDA



BASEADO EM WAGEN EXTRAIDA DE: [HTTP://WWW.FISICA.UFPB.BR/~F.COIMBRA](http://www.fisica.ufpb.br/~fcoimbra)

passar por uma das fendas caso sejam observados passando por uma delas.

Porém, no mundo macroscópico, parece evidente a existência de uma realidade objetiva, que independe da observação – ninguém duvida que a Lua girava em torno da Terra bem antes de haver qualquer ser vivo no planeta. Diante disso, cabe perguntar em que momento as potencialidades quânticas da matéria (no exemplo da fenda dupla, o elétron, uma partícula quântica, ter a possibilidade de passar pela fenda da esquerda e pela fenda da direita, embora pareça não ser possível dizer por qual delas ele passou) se tornam fatos concretos e objetivos (a Lua, um corpo clássico, descreve uma trajetória definida no espaço, independentemente das observações)? Onde está e como se comporta essa sutil fronteira entre o clássico e o quântico? Essas são algumas das questões extremamente delicadas e controversas da teoria quântica.

Para Bohr, nossa mente funciona classicamente. Os conceitos que entendemos e podemos comunicar a nossos pares são clássicos; logo, qualquer teoria científica deve ser formulada em termos clássicos. É óbvio, portanto, que um aparelho de medida deve necessariamente ser clássico,

pois seus resultados devem ser passíveis de compreensão e comunicação por nós, humanos. Segundo essa visão, o mundo quântico não faz sentido sem a existência de um mundo clássico independente, cada um descrito por seu conjunto particular de leis. É por meio da interação com o mundo clássico, através de uma medida, que as potencialidades quânticas – em sua essência, probabilidades, sem realidade física – se tornam fatos concretos, objetivos.

Entretanto, vários outros físicos, mesmo que simpatizantes da interpretação de Copenhague, não se satisfizeram com esse esquema. Imagina-se que tudo seja formado por átomos, inclusive os objetos clássicos. Então, em que momento se faz necessário abandonar a descrição quântica de um sistema físico e empregar os esquemas característicos do mundo clássico, macroscópico? Essa é uma questão extremamente relevante. Deixá-la sem resposta torna a teoria vaga e imprecisa.

Não seria possível unificar o mundo clássico e quântico em uma única descrição?

Em seguida, discutiremos duas teorias quânticas nas quais o mundo clássico e o quântico são descritos de forma unívoca.

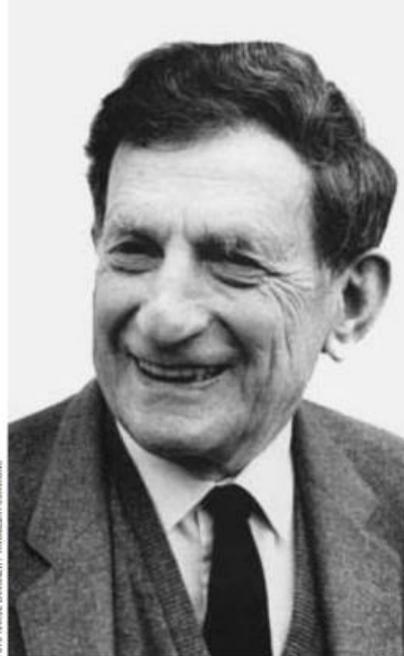
>>>

Louis de Broglie sugeriu, em 1927, uma mudança radical na mecânica newtoniana



FOTO DE DOU LAMINSON

David Bohm, nos anos 1950, deu prosseguimento e desenvolveu as ideias de De Broglie



De Broglie-Bohm Em 1927, no Congresso de Solvay (Bélgica), o físico francês Louis de Broglie (1892-1987) apresentou sua teoria sobre os fenômenos quânticos. Para ele, a posição dos objetos quânticos teria realidade objetiva, independentemente da observação, tanto em nível macroscópico quanto microscópico. Desse modo, ele estendia a noção de realidade objetiva também ao mundo microscópico, unindo, por definição, o microcosmo ao macrocosmo, o quântico ao clássico.

Evidentemente, de Broglie teve que dar conta dos estranhos fenômenos quânticos, como a experiência da dupla fenda. Ele, então, sugere uma mudança radical nas leis da mecânica newtoniana, propondo que qualquer partícula tem sua velocidade determinada por uma onda, chamada onda-piloto.

A onda-piloto, por ser um objeto extenso, pode induzir uma interação não local entre as partículas nas quais atua – ou seja, elas podem sofrer a influência uma da outra instantaneamente, mesmo estando muito distantes entre si. A trajetória de cada partícula está determinada, com exceção de sua posição inicial, que é desconhecida, e, por vezes, chamada variável escondida da teoria.

Em 1952, o físico norte-americano David Bohm (1917-1992) retomou a teoria de De Broglie e mostrou que ela implica todas as previsões estatísticas da mecânica quântica – hoje, é chamada teoria De Broglie-Bohm.

No caso do experimento da dupla fenda, cálculos explícitos das trajetórias foram realizados (figura 2). Do ponto de vista físico, a partícula entra por uma das fendas, mas a onda-piloto passa pelas duas e informa a partícula sobre a outra fenda. Na informação, passada contínua (e instantaneamente) à partícula, estão dados sobre o tamanho e a separação das fendas; a possível existência de detectores; filtros; e tudo o mais que for relevante para o movimento da partícula. Na figura 2, vê-se que a distribuição final das partículas no anteparo descreve uma figura de interferência perfeita.

Resultado profundo Vimos que, no experimento da dupla fenda, quando analisado segundo a interpretação de Copenhague, o conceito de trajetória não faz sentido antes do ato de observação. Mas, com base na teoria De Broglie-Bohm, essas trajetórias puderam ser até calculadas. Portanto, a impossibilidade das trajetórias quânticas não é uma conclusão imposta a nós por fatos experimentais – como defendem cursos e livros didáticos –, mas, sim, consequência de uma escolha deliberada de pressupostos teóricos e filosóficos – que, por sinal, não somos obrigados a aceitar.

O físico irlandês John Stewart Bell (1928-1990) resolveu estudar a não localidade na teoria De Broglie-Bohm. Seria possível construir uma teoria com realidade objetiva, mas local, igualmente bem-sucedida?

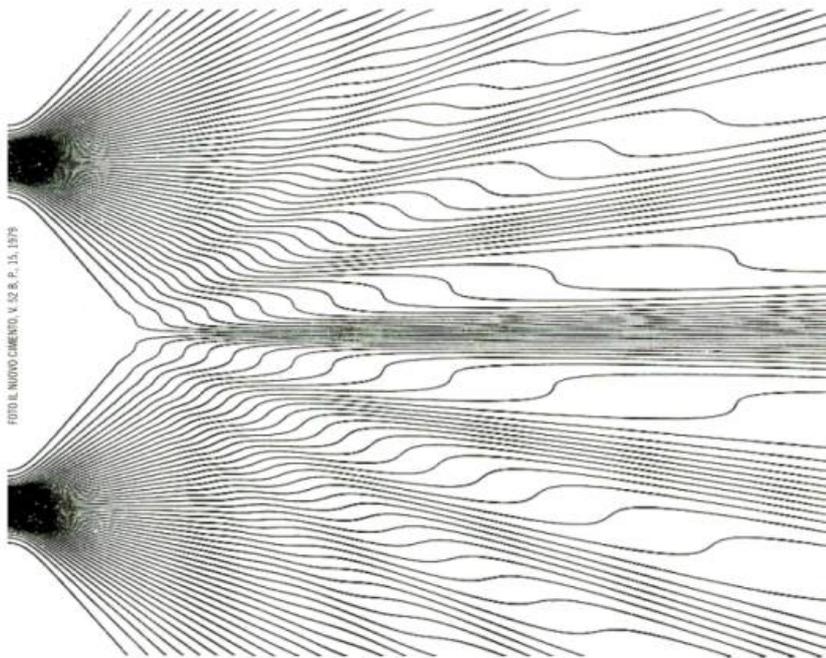


FOTO DE NUNO CHENNO, V. 52, P. 15, 1979

Trajetórias de partículas calculadas com base na teoria De Broglie-Bohm para o experimento da dupla fenda. No anteparo, as partículas formarão uma figura de interferência

Bell mostrou que uma teoria realista e local deveria satisfazer certas condições – hoje, conhecidas como desigualdades de Bell – que a mecânica quântica, por sua vez, não obedece. Em 1982, porém, o físico francês Alain Aspect e colaboradores mostraram que as condições impostas pelas desigualdades de Bell não eram satisfeitas: a natureza não admite as noções de realidade objetiva e localidade simultaneamente – embora haja teorias que tentem compatibilizar esses dois conceitos.

Esse é um dos resultados mais profundos da história da ciência.

Mundos paralelos Em sua versão mais aceita, a teoria de vários mundos (ou de universos paralelos), que também não necessita de um mundo clássico para dar sentido à teoria quântica, proposta, em 1957, pelo físico norte-americano Hugh Everett III (1930-1982), afirma que, ao se realizar uma medida de uma quantidade física com N possíveis resultados – digamos, a energia de um átomo –, cada um desses resultados, de fato, se realiza. Portanto, o mundo se bifurca em N cópias, cada uma contendo um dos N resultados possíveis e N observadores idênticos, percebendo o valor correspondente a seu mundo.

Não é possível, porém, a um observador perceber o seu 'clone', pois não há interferência entre mundos macroscópicos. Para qualquer um desses observadores, é como se só o mundo dele existisse.

Com base nessa teoria, o físico israelense David Deutsch defende que, no experimento da dupla fenda, o elétron interage com um vindo de outro mundo, para formar a figura de interferência. Esse outro mundo surge quando se abre para o elétron a possibilidade de dois caminhos (as duas fendas). Um único mundo anterior se divide em dois. Estes são praticamente iguais, excetuando-se os dois elétrons, que estão em posições diferentes. Só quando essas partículas se encontram no anteparo é que um mundo percebe o outro, tornando-se quase idênticos.

Se, antes da interferência, o elétron for observado – sem ser retido –, esse ato desencadeia uma cascata de eventos no mundo em que o elétron é registrado, o que diferencia esse mundo daquele onde o elétron passou pelo artefato sem ser observado. A possibilidade de interferência futura entre esses mundos é quase impossível. Razão: isso exigiria a manipulação de inúmeros fatores – que os físicos denominam graus de liberdade –, para que eles voltassem a ter valores quase idênticos.

Por mais bizarro que isso possa parecer, essa visão da teoria quântica permitiu a Deutsch provar resultados fundamentais que não se sabe como obter em outras teorias quânticas.

Cosmologia em cena E se aplicássemos as ideias da teoria quântica ao universo como um todo? Nesse caso, não haveria mundo clássico externo. Por definição, portanto, essa cosmologia quântica carece de sentido no escopo da interpretação de Copenhague.

Felizmente, teorias alternativas à de Copenhague não necessitam da existência de um mundo clássico independente. Resultados surpreendentes em cosmologia quântica foram obtidos com base na teoria De Broglie-Bohm – um deles deste autor e colaboradores (ver 'Sugestões para leitura'). Encontrou-se uma solução cosmológica representando um universo eterno sem um início singular. Esse modelo, que está em acordo com todas as observações cosmológicas até hoje realizadas, implica grandezas observáveis diferentes daquelas obtidas no modelo padrão cosmológico clássico e que poderão ser medidas em futuras observações ainda nesta década. O cálculo dessas grandezas só pôde ser obtido por meio da teoria De Broglie-Bohm. Não se sabe como obtê-las no escopo de outra teoria quântica.

A cosmologia, portanto, pode contribuir, de modo decisivo, para a teoria quântica. Note-se que qualquer medida que confirme uma previsão da cosmologia quântica descartaria a interpretação de Copenhague.

Além da metafísica e da filosofia A interpretação de Copenhague é só uma das muitas formas de entendermos os fenômenos quânticos, sem superioridade sobre as demais. Cada uma tem virtudes e lacunas, mas não é suficientemente convincente para se tornar um consenso. Essas abordagens alternativas permitem obter resultados e avanços que dificilmente seriam obtidos no escopo da interpretação de Copenhague. Exemplos são as aplicações da teoria De Broglie-Bohm à cosmologia e da teoria de vários mundos à computação quântica.

Discussões e críticas levantadas por diversos cientistas, como Einstein e Bell, não são apenas questões metafísicas ou filosóficas inconsequentes. Elas devem, sim, ser consideradas com seriedade, pois levam a uma compreensão mais profunda da teoria quântica, com resultados experimentais concretos, como os das investigações de Bell e os subsequentes experimentos de Aspect. Nesse sentido, as teorias alternativas descritas neste artigo e outras que não pude descrever aqui podem produzir consequências experimentais conflitantes que, talvez, possam ser testadas em um futuro próximo. E a cosmologia pode ter um papel importante nessa empreitada. ■

Sugestões para leitura

PINTO-NETO, N. *Teorias e interpretações da mecânica quântica* (São Paulo: Editora Livraria da Física, 2010).

FREITAS, F.; FREIRE JR., O. 'Para que serve uma função de onda?: Everett, Wheeler, Bohr e uma nova interpretação da teoria quântica'. *Revista Brasileira de História da Ciência* v. 1, p. 12-25, 2008.

GHIRARDI, G. *Sneaking a look at God's cards: unraveling the mysteries of quantum mechanics* (Princeton: Princeton University Press, 2005).

DEUTSCH, D. 'Quantum theory, the Church-Turing principle and the universal quantum computer'. *Proceedings of the Royal Society of London A*, v. 400, p. 97-117, 1985.

FALCIANO, F. T.; PINTO-NETO, N. 'Scalar perturbations in scalar field quantum cosmology'. *Physical Review D*, v. 79, p. 023507, 2009.

FERRUGENS

Segurança alimentar ameaçada

A segurança alimentar mundial dependerá do aumento na produção das três principais culturas de cereais – trigo, arroz e milho, hoje as plantas mais abundantes no planeta. Das três, o trigo pode ser considerado a base da alimentação humana, por ser a principal fonte de calorias em mais de 80 países. Assim, é essencial conhecer a fundo os fatores que limitam a produção desse cereal, e o principal deles são as doenças conhecidas como ferrugens do trigo, causadas por fungos. Tais doenças podem reduzir de modo significativo, ou até totalmente, a produtividade do cereal. Sua ocorrência afeta as quatro dimensões envolvidas na segurança alimentar: disponibilidade, estabilidade, acesso e utilização.

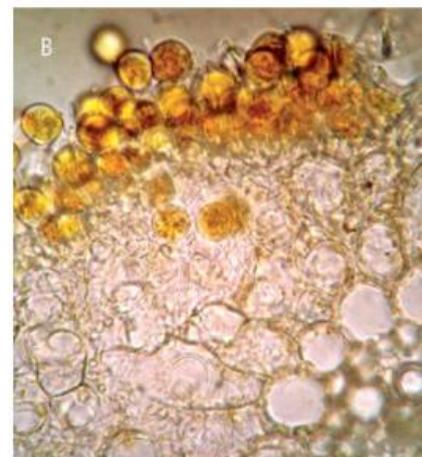
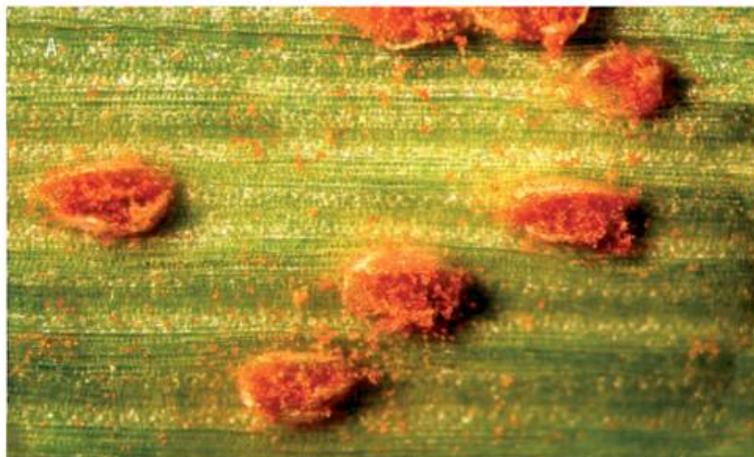
Márcia Soares Chaves

*Centro Nacional de Pesquisa de Trigo,
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)*

Nageli Pereira de Almeida

*Curso de Ciências Biológicas, Universidade de Passo Fundo,
e Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (iniciação científica),
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)*

Figura 1. As lesões denominadas 'pústulas' (A) são os sintomas mais evidentes da ferrugem do trigo. O fungo coloniza o interior dos tecidos da planta (B, em fotomicrografia com aumento de 200 vezes), onde produz inicialmente esporos unicelulares alaranjados, os uredosporos (C, em fotomicrografia com aumento de 400 vezes). As pústulas se formam com o rompimento da epiderme da planta (de uma folha, na imagem) e a exposição dos uredosporos (D, em fotomicrografia com aumento de 100 vezes)



DO TRIGO

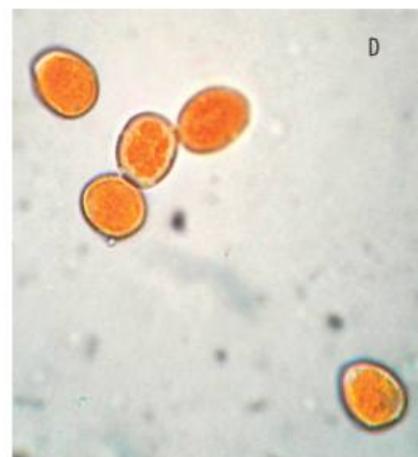
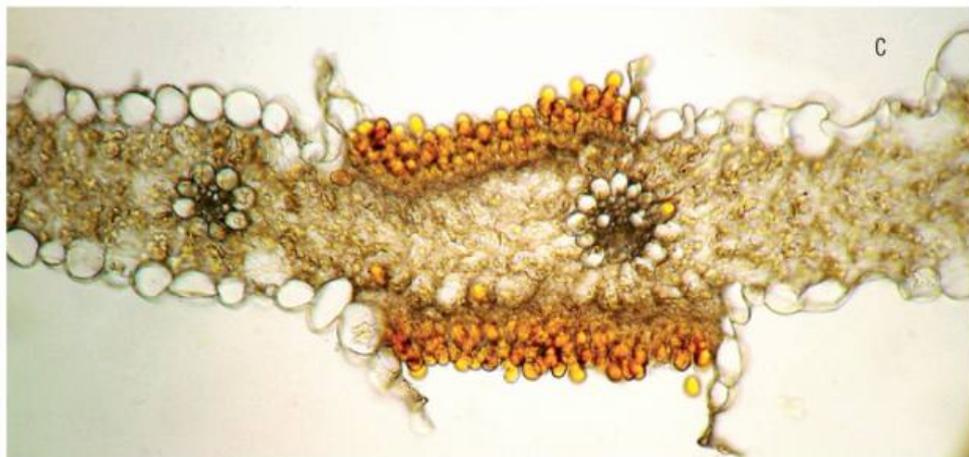
No século 18, o economista e estatístico britânico Thomas Malthus (1766-1834) já alertava o mundo para as consequências do rápido crescimento populacional e para a questão da segurança alimentar. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), a segurança alimentar existe “quando todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico, social e econômico a uma alimentação suficiente, segura e nutritiva, que atenda às suas necessidades dietéticas e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável”. Dados da FAO revelam que a população mundial mais que duplicou entre 1961 e 2007 e deverá crescer dos quase 7 bilhões de pessoas atuais para 9,1 bilhões em 2050. Diante desse cenário, certo alarmismo malthusiano voltou a ecoar fortemente em todo o mundo: como todas essas bocas serão alimentadas?

A segurança alimentar mundial dependerá do aumento na produção das três principais culturas de cereais: trigo, arroz e milho. O trigo, no entanto, pode ser consi-

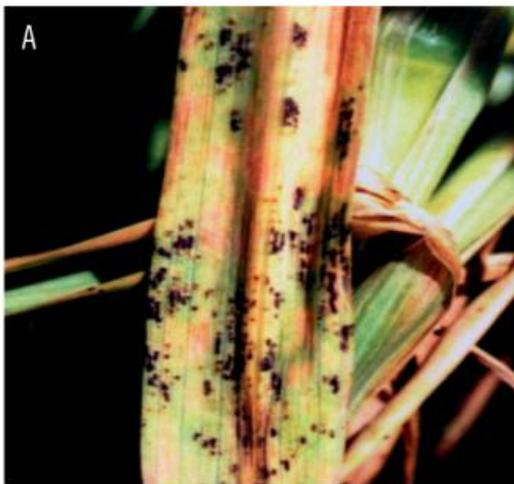
derado a mais importante para a alimentação da população mundial. Cultivado por comunidades humanas desde tempos pré-históricos, é atualmente a principal fonte de calorias em mais de 80 países (inclusive o Brasil), o que corresponde a cerca de 30% da população mundial.

Embora dados da FAO indiquem que a safra global de trigo em 2010 foi a terceira maior já registrada, repentinas interrupções na oferta agitam os mercados, o que torna o cenário econômico e social instável. Exemplo disso foi a longa estiagem de 2010 na região em torno do mar Negro – na Rússia, na Ucrânia e no Cazaquistão. Essa região produz atualmente cerca de 30% do trigo comercializado no mundo, suprimindo a maior parte da demanda mundial. Na época, a Rússia anunciou que perderia cerca de um quinto da sua safra devido à seca e ao calor e impôs restrições às exportações, que se estenderam até julho de 2011. Em consequência, surgiram sinais de inquietação em regiões que importam o trigo russo, como em Moçambique, onde, em setembro de 2010, confrontos provocados em parte por um aumento brusco de 30% no preço do pão resultaram em 13 mortos e centenas de feridos.

>>>



FOTOS DE M. S. CHRISTENSEN/CPA



Assim como as alterações nos padrões climáticos, como a estiagem na região do mar Negro, a ocorrência de doenças em níveis epidêmicos nas culturas do trigo, arroz e milho representa igualmente um fator de risco para a estabilidade da produção mundial de alimentos.

Fungos patogênicos As ferrugens dos cereais são causadas por fungos basidiomicetos da família Pucciniaceae (ordem Uredinales), que inclui 17 gêneros e cerca de 4.100 espécies – a maioria pertence ao gênero *Puccinia*. Esses organismos são parasitas obrigatórios, ou seja, se desenvolvem apenas em plantas vivas. Os sintomas da doença são lesões elípticas, denominadas ‘pústulas’, resultantes do desenvolvimento dos fungos dentro dos tecidos da planta. O ‘invasor’, após infectar a planta, passa a produzir esporos unicelulares de cor alaranjada (chamados uredosporos) que, ao romper a epiderme do vegetal, formam as lesões típicas da doença (figura 1). Esses esporos são muito leves e facilmente dispersos a longas distâncias pelo vento, disseminando a doença.

No final do ciclo da cultura, quando a planta atinge a maturidade, o fungo passa a produzir outro tipo de esporo no lugar dos uredosporos. Esses novos esporos (denominados teliosporos) são bicelulares e têm coloração marrom-escuro, em função de suas espessas paredes celulares. Essa característica confere cor negra às lesões, que nesse caso recebem o nome de ‘télias’ (figura 2).

As espécies de fungos responsáveis pelas ferrugens apresentam diferentes formas fisiológicas, chamadas de ‘raças’. O que define uma raça é sua capacidade de infectar de modo diferenciado as variedades de cada espécie de cereal – isso significa que uma raça do fungo pode causar doença na variedade A de um cereal, mas não nas variedades B ou C, enquanto outra raça poderá infectar a variedade B (e nenhuma das outras). As variedades (do trigo, por exemplo) utilizadas nas plantações são, em geral, resistentes às várias raças do fungo no momento em que são lançadas pelos programas de melhoramento ge-

nético, mas, como esses organismos têm alta capacidade de mutação, uma raça pode sofrer uma alteração genética que a torne capaz de infectar uma variedade anteriormente imune.

Há três tipos de ferrugens do trigo, causadas por espécies diferentes de fungos do gênero *Puccinia*: i) ferrugem da folha, causada por *P. triticina*; ii) ferrugem do colmo (o caule das gramíneas), causada por *P. graminis* f. sp. *tritici*; e iii) ferrugem linear, causada por *P. striiformis* f. sp. *tritici* (figura 3) – a abreviatura f. sp. significa *formae specialis* (forma específica), e indica qual espécie (no caso, trigo) é infectada pelo organismo citado.

Embora a ferrugem da folha e a linear infectem preferencialmente as folhas, enquanto a ferrugem do colmo ocorra em geral nessa área da planta, os três tipos da doença podem afetar qualquer parte verde do trigo (figura 4), se as condições ambientais forem propícias ao desenvolvimento da doença e se a variedade cultivada do cereal for muito suscetível. No Brasil, atualmente, apenas a ferrugem da folha tem ocorrido em níveis epidêmicos nas lavouras de trigo.

Ameaça ainda presente Desde a Antiguidade, as ferrugens dos cereais tiveram grande influência nas civilizações humanas. Durante séculos, elas vêm ameaçando a humanidade, impondo sérios prejuízos no rendimento de culturas, bem como impactos econômicos e sociais e, por vezes, fome. Mesmo séculos antes do início da era cristã, os danos causados pelas ferrugens dos cereais foram registrados pelas civilizações grega e egípcia. Devido à sua facilidade de dispersão e de adaptação às variedades dos hospedeiros, as ferrugens continuam sendo uma das maiores preocupações para os programas de melhoramento genético de cereais de importância econômica, como o trigo.

As ferrugens do trigo são o principal fator limitante da produção desse cereal, porque podem reduzir de maneira significativa a produtividade da cultura, ou destruir

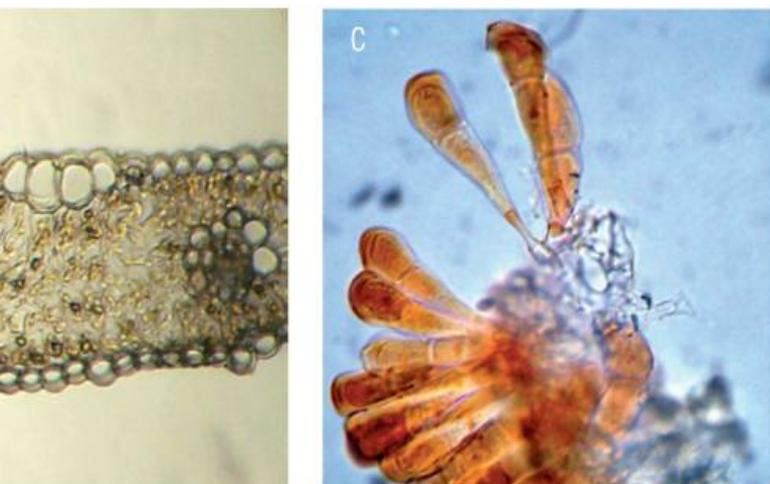


Figura 2. O fungo da ferrugem causa lesões negras denominadas 'télias' (A) em plantas hospedeiras maduras. No interior dos tecidos (B, em fotomicrografia com aumento de 100 vezes), o fungo produz os teliosporos (C, em fotomicrografia com aumento de 400 vezes), esporos bicelulares, amarronzados e de paredes espessas

totalmente uma plantação. Embora essas doenças sejam conhecidas desde a Antiguidade, a estimativa das perdas que provocam só recebeu atenção no século 20, em razão do melhor entendimento da biologia do fungo e da necessidade crescente de avaliar a viabilidade econômica dos investimentos em programas de controle. Desde então, os danos à produção e o impacto econômico das ferrugens do trigo têm sido avaliados em milhões, tanto em toneladas quanto em dólares. Epidemias de ferrugens do trigo, portanto, podem afetar as quatro dimensões envolvidas na segurança alimentar: disponibilidade, estabilidade, acesso e utilização.

Figura 3. Os agentes causadores dos três tipos de ferrugem são diferentes espécies de fungos: *Puccinia triticina* (A) causa a ferrugem da folha do trigo; *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* (B) é responsável pela ferrugem do colmo do trigo; e *Puccinia striiformis* sp. *tritici* (C) causa a ferrugem linear ou estriada

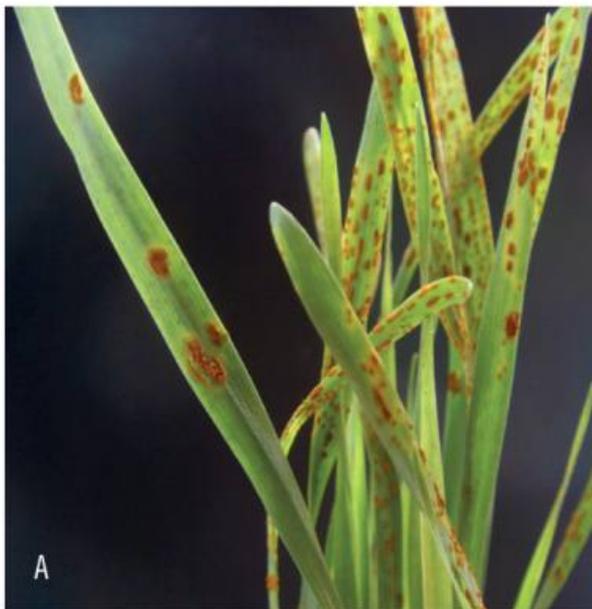


Nova face de antigo inimigo O centeio, outro cereal usado na alimentação, foi uma espécie muito usada no melhoramento genético de trigo. Por meio de cruzamentos entre essas duas espécies, vários genes de resistência às três ferrugens do trigo foram transferidos do centeio para o trigo. Um dos genes mais explorados com essa finalidade, denominado *Sr31*, foi obtido da variedade de centeio Petkus, e conferia resistência a todas as raças de *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, o fungo causador da ferrugem do colmo do trigo.

Por mais de 30 anos, o uso do gene *Sr31* não resultou em maiores problemas, e seu emprego foi tão disseminado que hoje ele está presente, provavelmente, em cerca de 80% da área semeada com trigos de primavera (plantados nessa estação do ano) nos países em desenvolvimento. No entanto, a ferrugem mostrou novamente sua capacidade de adaptação, lembrando-nos que sua coexistência milenar com o hospedeiro não poderia ser subjugada.

Em 1999, foi detectada em Uganda uma nova raça de fungo *Puccinia* que adquiriu a capacidade de infectar variedades de trigo com o gene *Sr31* e outros genes de resistência importantes. Essa raça ficou conhecida como Ug99 (em referência ao país africano e ao ano da identificação), e a repercussão mundial desse evento não demorou. A história mostra que, em surtos de ferrugem dessa natureza, a magnitude do problema está relacionada à frequência de uso do gene 'derrotado' nas plantações locais e a condições climáticas favoráveis ao aumento da doença.

>>>



FOTOGRAFIA DE ALBERTO PEREIRA E S. GERMANINA SIMONINI B.F.C.

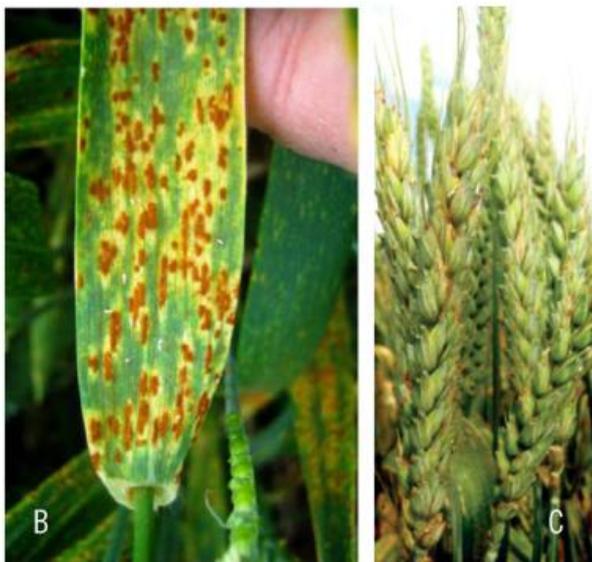


Figura 4. A ferrugem do colmo do trigo pode afetar outras partes da planta, como folhas jovens (A), folhas adultas (B) e espigas (C). Os outros tipos de ferrugem também podem atingir diferentes partes da planta

Desde sua primeira detecção em Uganda, a raça Ug99 já foi confirmada em mais sete países: África do Sul, Etiópia, Iêmen, Quênia, República Islâmica do Irã, Sudão e Zimbábue. No entanto, outros 26 países estão em áreas de risco, entre eles alguns dos 10 maiores produtores mundiais, como Paquistão, Austrália e Índia. Além de originalmente já afetar variedades de trigo com diversos genes de resistência (presentes em plantações de todo o mundo), a nova raça, em seu caminho migratório, tornou-se mais destrutiva, superando as defesas trazidas por outros importantes genes de resistência (também amplamente usados), o que aumenta a vulnerabilidade

global da cultura do trigo. As diversas variantes detectadas até agora são chamadas 'raças da linhagem Ug99'.

A detecção do Ug99 na África do Sul, em 2007, marcou a primeira constatação da presença dessa nova raça no hemisfério Sul, aumentando ainda mais o estado de alerta sobre o risco de disseminação mundial. Até agora, porém, o Quênia foi o único país que sofreu perdas significativas: também em 2007, quatro quintos de todas as lavouras desse país africano foram afetados, resultando na perda de um quarto da safra (figura 5).

Devido às circunstâncias do surgimento e aos efeitos danosos da raça Ug99, alguns a consideram a 'pólio' da agricultura – uma referência à poliomielite, doença humana devastadora e quase esquecida. Também é inevitável a comparação com outros episódios históricos de grande impacto, como a 'grande fome da batata', na década de 1840, na Irlanda, e a 'grande fome do arroz', em Bengala, na Índia, em 1942 e 1943. Assim, a migração dessa raça do fungo da ferrugem para outras regiões do planeta é reconhecida como uma real ameaça à segurança alimentar mundial.

A ciência contra a fome A genética continua sendo considerada a principal ferramenta para a obtenção de aumentos na produtividade das culturas agrícolas. Isso é conseguido por meio de novas variedades, desenvolvidas com o uso de técnicas de melhoramento clássico (seleção de plantas e cruzamentos controlados) ou de técnicas mais recentes, como a engenharia genética (manipulação artificial de genes).

O surgimento da raça Ug99 no leste africano vem mobilizando a comunidade científica mundial desde 2005. Naquele ano, o agrônomo norte-americano Norman Borlaug (1914-2009), considerado o 'pai' da chamada Revolução Verde e ganhador do prêmio Nobel da Paz (em 1970) por sua atuação no combate à fome no mundo, liderou o lançamento de uma ação global para deter o avanço dessa raça e das ferrugens em geral: a Global Rust Initiative (www.globalrust.org), mais tarde nomeada Borlaug Global Rust Initiative (BGRI).

Entre as principais estratégias da BGRI estão o monitoramento da disseminação da raça Ug99, testes massivos de variedades já plantadas de trigo e de linhagens ainda não lançadas comercialmente (para avaliar a suscetibilidade e a resistência) no Quênia e na Etiópia e programas de cruzamentos de variedades para alcançar níveis satisfatórios de resistência. Essa iniciativa também implantou um sistema global de monitoramento dessa raça do fungo, e todas as informações disponíveis podem ser acessadas nos três idiomas oficiais das Nações Unidas (inglês, árabe e russo), no portal Rust Spore (www.fao.org/agriculture/crops/rust/stem/en/). Variedades de trigo que combinam resistência e alto potencial produtivo também já foram identificadas.



Figura 5. Variedade de trigo altamente suscetível à ferrugem do colmo em parcela experimental no Quênia. Em alguns países da África, as safras do cereal vêm sendo afetadas por uma nova 'raça' – chamada de Ug99 e que já apresenta variantes – do fungo causador da doença

No Brasil, pesquisas sobre a resistência genética e epidemiologia das ferrugens do trigo vêm sendo realizadas no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa Trigo), unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária localizada em Passo Fundo (RS). Vários projetos nacionais e internacionais sobre esses temas já foram desenvolvidos, em cooperação com importantes centros de pesquisa em todo o mundo. Desde 2005, a Embrapa Trigo participa das ações da BGRI, com atividades que incluem o monitoramento da ocorrência da ferrugem do colmo no Brasil e o envio de variedades de trigo para testes na África.

A raça Ug99 ainda não foi detectada nas Américas (o que inclui o Brasil), mas testes feitos em 2006 e 2007 no Quênia, onde ela ocorre em alta frequência, mostraram que grande parte das cultivares brasileiras de trigo é suscetível a essa mutação do fungo. Isso representa um sério risco à triticultura brasileira: se a nova raça chegar ao país, os efeitos na produção poderão ser catastróficos.

Embora as ferrugens do trigo continuem a desafiar pesquisadores e produtores de todo o mundo, o atual cenário revela que é incessante a pesquisa para obter variedades resistentes e para disponibilizar estratégias que permitam um manejo adequado da doença. O desenvolvimento e a aplicação dessas estratégias requerem um trabalho multidisciplinar e colaborativo, para converter as informações específicas de várias áreas do conhecimento em respostas valiosas, para sustentar a produção de grãos para os 9 bilhões de pessoas que habitam o planeta nos próximos 50 anos. 

CEREAIS E SUAS DOENÇAS

As autoras desenvolvem pesquisas sobre as interações envolvendo cereais de inverno e fungos causadores de ferrugens, com ênfase em resistência genética e epidemiologia das ferrugens do trigo.

Sugestões para leitura

- CHAVES, M. S. e BARCELLOS, A. L. 'Especialização fisiológica de *Puccinia triticina* no Brasil em 2002', em *Fitopatologia Brasileira*, v. 31, p. 57, 2006.
 CHAVES, M. S., MARTINELLI, J. A., WESP, C. L. e GRAICHEN, F. A. S. 'The cereal rusts: an overview', em *Pest Technology*, v. 2, p. 38, 2008.
 CUNHA, G. R. *Oficina sobre trigo no Brasil: bases para a construção de uma nova triticultura brasileira*. Passo Fundo, Embrapa Trigo, 2009.

VEJA MAIS NA INTERNET

- >> Borlaug Global Rust Initiative (www.globalrust.org)
- >> Metas de Desenvolvimento do Milênio das Nações Unidas (www.pnud.org.br/odm/).
- >> Rust Spore (www.fao.org/agriculture/crops/rust/stem/en/)

A close-up photograph of a chimpanzee's hand and mouth. The hand is positioned near the mouth, with fingers slightly curled. The skin is dark and wrinkled, and the mouth is open, showing the tongue and inner lining. The background is dark and out of focus.

Chimpanzés

Existem culturas de chimpanzés? Alguns cientistas que se dedicam ao estudo do comportamento de primatas defendem a existência dessas culturas, mas a questão ainda é polêmica. Os debates em torno do tema são instigantes porque podem alterar não apenas as concepções sobre os humanos, mas também os atuais conhecimentos sobre certos aspectos da evolução e sobre as fronteiras entre humanos e outros animais. Afinal, qualquer comportamento pode ser visto como 'cultura', ou esta é um fenômeno essencialmente simbólico? A controvérsia em torno da ideia de 'culturas de chimpanzés' é o assunto deste artigo.

Eliane Sebeika Rapchan

*Departamento de Ciências,
Universidade Estadual de Maringá (PR),
e Programa de Pós-doutorado do Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos,
Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo*

têm cultura?

A capacidade de produzir e reproduzir cultura foi considerada exclusivamente humana desde que a ideia de cultura e os esforços para compreender esse fenômeno foram incorporados pela antropologia. Nas últimas décadas, porém, pesquisas sistemáticas e minuciosas sobre o comportamento de certas espécies de animais (em particular os chimpanzés, tanto em cativeiro quanto em seus habitats originais) têm gerado debates sobre o tema. Os resultados de algumas dessas pesquisas levaram um grupo de eminentes primatólogos a afirmar, no final do século passado, que os chimpanzés têm culturas – no plural.

Do ponto de vista dos primatólogos, ter cultura significa aprender e reproduzir um conjunto de comportamentos que não são herdados nem são induzidos por humanos. Além disso, esses comportamentos são estáveis, ou seja, são verificados ao longo de gerações, e únicos para cada população de chimpanzés. Daí a ênfase no plural: 'culturas' de chimpanzés.

FOTO: CIMA / MUSEO / PERMANENT PICTURES/ANTISTOCK

>>>

Os comportamentos observados nas pesquisas com chimpanzés cobrem uma extensa gama de atividades, desde a produção e o uso de objetos que podem ser conceituados como ferramentas até condutas sociais. Um exemplo seria a prática do *grooming*, traduzível pela brasileira expressão ‘cafuné’, nas mais diversas situações sociais, como no apaziguamento de conflitos ou na demonstração de submissão.

Toda essa movimentação em torno da ideia de ‘culturas de chimpanzés’ inspirou o desenvolvimento de uma pesquisa que pretende reavaliar tanto os princípios sociais do comportamento já registrado de chimpanzés quanto os fundamentos centrais das concepções de cultura defendidas pelos primatólogos. Minha pesquisa tem mostrado que falta algo essencial aos fenômenos classificados como cultura pelos primatólogos – a dimensão simbólica, plenamente presente e verificável quando esse fenômeno é tratado no contexto humano.

Semelhanças e diferenças Quais as diferenças entre você e um chimpanzé? Pelos, locomoção, tamanho do cérebro e uso de ferramentas, ou fala, arte, ciência e mitologia?

Por muito tempo pensou-se, em relação ao comportamento, que os instintos (‘irracionais’, determinísticos, irrefutáveis) dirigiriam os outros animais, e a experiência (individual e coletiva, tradicional e inovadora, plástica e histórica) guiaria os humanos. No Ocidente, acreditou-se, por séculos, que só humanos teriam vencido a natureza, substituindo sua animalidade pela fé, pela moral, pela razão – segundo pensadores das diferentes épocas – e, como a antropologia tem defendido a partir do final do século 19, pela cultura e pela complexidade social. A liberdade, para os filósofos medievais, também seria essencialmente humana.

Via-se o recém-nascido como *tabula rasa* – como uma folha de papel em branco onde tudo poderia ser escrito. Nele se depositariam as experiências pessoais e o patrimônio de seu grupo, elaborados simbolicamente na forma de cultura. A cultura (humana) foi, então, concebida como uma segunda natureza.

Contudo, há cerca de 50 anos, pesquisas sobre o comportamento dos chamados mamíferos sociais (em particular, mas não exclusivamente, os monos, o que inclui bonobos, chimpanzés, orangotangos e gorilas) alteraram de modo significativo esse quadro. Segundo Robin Dunbar, diretor do Instituto de Antropologia Cognitiva e Evolutiva da Universidade de Oxford (Inglaterra), mamíferos sociais têm um “cérebro social”, ou seja, nascem preparados para aprender a viver em grupo, o que lhes oferece amplas vantagens adaptativas.

Sabe-se hoje que os chimpanzés, nossos ‘parentes’ mais próximos, quando jovens, aprendem a produzir e





FOTO: TIM ARNOLD/REUTERS

usar várias ferramentas, que podemos chamar de varas de pescar, ninhos, pantufas, canecas, guardanapos e almofadas, e que esse arsenal é único para cada grupo. Ao mesmo tempo, aspectos como *status* social, hierarquia do grupo e vínculos por sangue ou por afinidade moldam a dinâmica coletiva desses grandes primatas. A realização de atividades complexas conjuntas (como a caça), a elaborada comunicação gestual e vocal, o reconhecimento visual de faces e as capacidades cognitivas extremamente desenvolvidas dos monos têm sido amplamente documentados.

Comportamento complexo A partir da década de 1960, a crença de que os humanos eram os únicos a usar ferramentas foi a primeira a cair por terra. Cada grupo de chimpanzés tem padrões próprios de fabricação e uso de ferramentas e há intensos debates sobre o peso de fatores ecológicos ou intencionais nessa habilidade.

O estudo da vida coletiva desses primatas trouxe novas surpresas. Na África, as populações de chimpanzés organizam-se em unidades de 19 a 106 membros, nas quais machos e fêmeas adotam estratégias reprodutivas diversas em função do sexo, da idade e do *status* do indivíduo no grupo. Essas unidades foram identificadas pelo primatólogo japonês Toshisada Nishida (1941-2011), ex-diretor do Laboratório de Estudos em Evolução Humana da Universidade de Kyoto (Japão), que as batizou como *unit groups* ou *communities*.

Os dados acumulados pelas pesquisas de Nishida e de outros primatólogos têm indicado que os chimpanzés mostram uma organização social complexa, na qual é grande a importância das interações sociais. Nas populações de chimpanzés, o pequeno grupo formado por fêmeas e seus filhotes dependentes é o mais estável, e os vínculos entre eles alcançam a vida adulta. Outros grupamentos, constituídos com base em afinidade, aliança e atração sexual, são mais fluidos. Contudo, as parcerias entre machos adultos são extremamente fortes e estão relacionadas à liderança, aos conflitos e à estabilidade do grupo.

‘Culturas’ de chimpanzés? Quando ‘bandos’ de chimpanzés passaram a ser vistos como grupos sociais complexos, tornou-se possível analisar a importância do *status*, das vantagens em dissimular diante dos mais fortes, do potencial para reagir diante do inesperado e do aprendizado por meio da imitação, que leva à reprodução do que os pesquisadores têm chamado de ‘tradição’. Segundo Nishida, a ‘tradição’ proporciona o aprendizado e a reprodução de comportamentos únicos para cada grupo. Essa é a definição geral para as ‘culturas de chimpanzés’.



Bipedalismo, capacidade de manipulação e tamanho relativo do cérebro são indicadores anatômicos da proximidade entre os grandes monos, os hominínios fósseis (como australopitecos, neandertais e outros) e os humanos modernos. Além disso, os genomas de humanos e de chimpanzés têm mais de 98% de informação em comum.

No entanto, pode-se facilmente aceitar a existência de ‘culturas de chimpanzés’?

Para o antropólogo e arqueólogo Walter Neves, do Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos (LEEH) da Universidade de São Paulo, produção cultural implica a associação entre organização social complexa e uma “ilimitada capacidade de expressão simbólica e artística (incluída aí a fala articulada)”. São esses os parâmetros utilizados por especialistas para avaliar material etnográfico, arqueológico e paleoantropológico.

Nos chimpanzés, os domínios da mente associados a engenhosidade técnica, organização e interação social, capacidade comunicativa e exploração do ambiente são extremamente desenvolvidos, mas estão isolados uns dos outros. Isso impede o deslocamento de informação entre módulos cerebrais. Aliás, é provável que a não identificação, em muitos estudos realizados, de uma ‘pedagogia’ dos chimpanzés esteja relacionada a isso. Como já afirmou o antropólogo social Timothy Ingold, da Universidade de Aberdeen (Escócia), no livro *What is an animal? (O que é um animal?)*, que publicou em 1988, cultura – para a antropologia contemporânea – não é mais a transmissão de comportamentos, e sim a organização conceitual da experiência, que depende de capacidade simbólica.

A falta de algo essencial Como antropóloga, eu poderia afirmar que os primatólogos têm uma concepção própria de cultura, aplicável aos chimpanzés, e que ela é válida no interior do sistema de saberes e conhecimento produzido pela primatologia. Isso ocorre, aliás, com qualquer sistema cultural. Tal proposição seria plenamente válida.

Procurei, nessa pesquisa, um consenso parcial nos sentidos antropológicos mais contemporâneos de cultura, segundo os quais a cultura é um fenômeno essencialmente simbólico, e o comparei ao material levantado na literatura especializada e analisado. Essa escolha visa não à ‘convivência pacífica’ entre distintas áreas do conhecimento, mas, essencialmente, ao diálogo e, ocasionalmente, ao debate, dado que há pontos comuns e divergentes entre as disciplinas.

A conclusão apontada por minha pesquisa, a partir da revisão do material publicado pelos primatólogos sobre o assunto, é que falta algo essencial ao fenômeno denominado ‘culturas de chimpanzés’: a dimensão simbólica. Em projeto de pós-doutorado desenvolvido no Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos, pretendo analisar os conteúdos, fundamentos e usos das concepções de ‘cultura de chimpanzés’ adotadas pelos primatólogos. A pesquisa envolve também a realização de um inventário dos comportamentos que os pesquisadores têm registrado e classificado como fenômenos relacionados a capacidades cognitivas e/ou simbólicas dos chimpanzés, para subsidiar o debate em relação às concepções antropológicas de cultura.

Mas em que consiste a dimensão simbólica da cultura? De modo bastante simplificado, os símbolos, em qualquer cultura, são gestos, objetos, palavras, ideias ou representações que, intencionalmente produzidos e reproduzidos, estão relacionados aos mecanismos que dão sentido às práticas sociais e, ao mesmo tempo, são difíceis de precisar e definir.

Em contrapartida, o pleno exercício da capacidade simbólica pelas mentes humanas produz sentidos complexos, abstração e deslocamento de informações entre os diferentes domínios. São os símbolos que permitem isso. Arte, ciência, instituições sociais, sistemas linguísticos complexos, mitos e rituais são expressões dessa capacidade e é aí que reside a cultura. No entanto, mesmo que não possamos afirmar que chimpanzés tenham cultura, isso não nos afasta deles. Também não anula sua importância em si nem em relação ao conhecimento que se pode adquirir, por meio deles, sobre o humano. 

Sugestões para leitura

- LALAND, K. N. e GALEF, B. G. (eds.). *The question of animal culture*. Cambridge, Harvard University Press, 2009.
- NEVES, W. A. ‘E no princípio... era o macaco!’, em *Estudos Avançados*, v. 20(58), p. 249, 2006.
- RAPCHAN, E. S. ‘Sobre o comportamento de chimpanzés: O que antropólogos e primatólogos podem ensinar sobre o assunto?’, em *Horizontes Antropológicos*, v. 33, nº 1, p. 227, 2010.
- RAPCHAN, E. S. e NEVES, W. A. ‘Chimpanzés não amam! Em defesa do significado’, em *Revista de Antropologia*, v. 48(2), p. 649, 2006.
- WRANGHAM, R. W. e outros. *Chimpanzee cultures*. Cambridge, Harvard University Press, 1994.

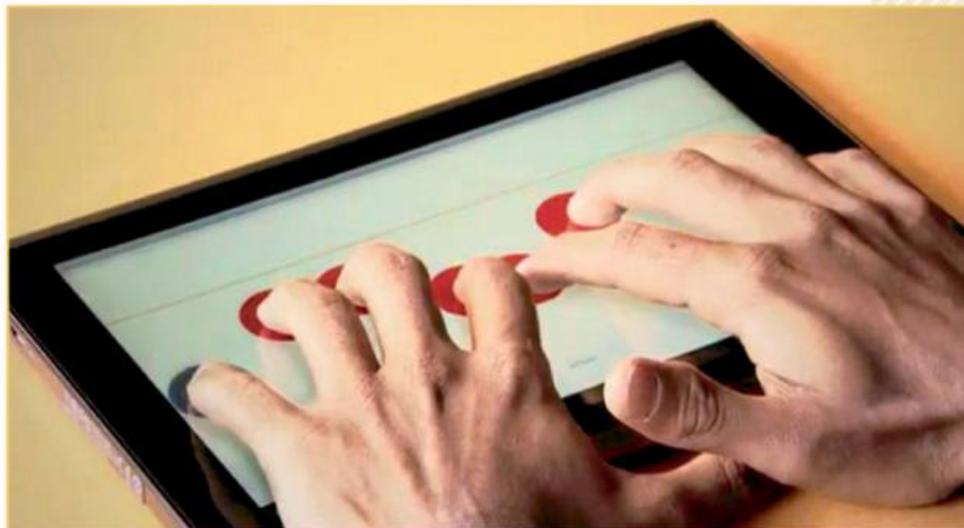


// NA PONTA DOS DEDOS

O sucesso dos *tablets* consolidou de vez a tecnologia *touch*. Mas os deficientes visuais, que já estavam acostumados com uma leitura feita pela ponta dos dedos, não podem desfrutar do equipamento porque, ao contrário das máquinas de escrever em braile, a tela não tem relevos que indiquem a posição das teclas. Pensando nessa situação, estudantes da Universidade Stanford, nos Estados Unidos, desenvolveram um aplicativo que torna possível a escrita em braile em telas *touch* de *tablets* e celulares pelos cegos.

O aplicativo faz com que o teclado não tenha lugar fixo, mas varie com a posição dos dedos de quem escreve. Quando o usuário encosta no LCD os oito dedos que se usam para digitar em braile, o equipamento reconhece a posição de cada dedo como a localização das teclas.

As teclas são organizadas do mesmo modo que em uma máquina de escrever em braile: seis de caracteres, uma para apagar e outra para pular linha. Para que o usuário não se perca, o programa dita o que está sendo escrito.



“Nós usamos a tecnologia *touchscreen* ao contrário”, diz o estudante de engenharia Sohan Dharmarajha, idealizador do aplicativo. “Em vez de usarmos dedos que encontram os botões, nós construímos botões que encontram os dedos.”

O aplicativo, que ainda está em fase de ajustes, também terá versões com teclas numéricas e de símbolos químicos e matemáticos e deve ser lançado para o público ainda este ano.

Com o novo aplicativo, basta o usuário encostar na tela os oito dedos usados para digitar em braile que a posição de cada dedo é reconhecida como a localização das teclas de braile

// Laços de família

A árvore genealógica de uma pessoa pode contar muito mais que a sua história. Quando informações sobre o histórico médico dos parentes são adicionadas, ela passa a ser uma poderosa ferramenta para os profissionais de saúde. Mas desenhar esquemas assim à mão pode ser complicado no dia a dia de uma clínica. Para facilitar a vida dos médicos, uma equipe do Núcleo de Educação em Saúde Coletiva (Nescon) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) desenvolveu um programa de computador que automatiza a criação de genogramas em formato eletrônico. Qualquer pessoa pode criar o seu próprio esquema familiar depois de baixar o programa em www.albumdefamilia.nescon.medicina.ufmg.br.



// Aventura e ciência abaixo de zero

Em 2005, pela primeira vez, um brasileiro, o glaciólogo Jefferson Simões, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), atravessou a Antártida e chegou ao polo Sul geográfico. Sob ventos de mais de 160 km/h e temperaturas abaixo de -40°C , o pesquisador coletou amostras de gelo de até 50 m de profundidade, como parte de uma iniciativa de 20 países para estudar a evolução do clima e impactos humanos sobre o meio ambiente. Em comemoração a esse feito, o Núcleo de Pesquisas Antárticas e Climáticas (NUPAC) da UFRGS mantém uma página virtual interativa intitulada 'Última fronteira'. Vale a pena uma visita. Na página, é possível caminhar pelo acampamento brasileiro com o personagem do pesquisador e conhecer, por meio de fotos, vídeos e textos, um pouco sobre a ciência feita no continente gelado: www.ultimafronteira.com.br.

FUTURO INCERTO

Brasil ainda não ratificou acordo que o torna integrante do maior complexo astronômico em atividade

Em meio às areias avermelhadas da estranha e inóspita paisagem do deserto de Atacama, no Chile, o lugar mais seco do planeta, reluzem três grandes centros de observação astronômica: El Paranal, La Silla e Chajnantor. Todos integrantes do maior complexo astronômico em atividade operado pelo Observatório Europeu do Sul (ESO, na sigla em inglês), organização formada por 14 países europeus. Equipados com os mais avançados telescópios do mundo, os observatórios estão de portas abertas para cientistas brasileiros desde o ano passado. Mas não se sabe até quando.

Em 2010, o governo brasileiro, por meio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), assinou um acordo de intenção com o ESO que previa a incorporação formal do Brasil à organização em 2011. Se ratificado pelo Congresso, o acordo nos tornaria o primeiro país não europeu do ESO e garantiria livre acesso às dependências do observatório, participação nas chamadas de pedido de tempo de observação nos telescópios existentes e futuros, além da possibilidade de desenvolver instrumentação e concorrer em licitações para construção civil. O Brasil ainda não ratificou o acordo, mas vem sendo tratado como país-membro e astrônomos brasileiros já tiveram projetos de observação aprovados na instituição.

O encaminhamento do acordo para ratificação no Congresso deveria ter sido feito pelo Ministério das Relações Exteriores, mas precisava do endosso do então ministro de Ciência e Tecnologia, Aloizio Mercadante. O ministro, no entanto, deixou o cargo para assumir a pasta de Educação, em janeiro, sem dar continuidade ao processo de ratificação do acordo. Agora, a decisão sobre o assunto está nas mãos do novo ministro, Marco Antonio Raupp, que já sinalizou a intenção de cumprir a promessa.

Em sua posse, Raupp disse que a carta de endosso ao projeto já está pronta para ser enviada ao Congresso e espera apenas condições orçamentárias favoráveis. Para se tornar um país-membro, o Brasil se comprometeu a desembolsar cerca de 250 milhões de euros em parcelas progressivas ao longo de 10 anos. Desse valor, 130 milhões de euros correspondem à entrada do país no consórcio e o restante às anuidades para manutenção da vaga no ESO.

Apesar do novo posicionamento do MCTI, a demora na conclusão do acordo tem tirado o sono dos países-membros do ESO, principalmente pela falta desses recursos, com os quais a organização conta para executar o seu mais ambicioso projeto: a construção do maior telescópio do

mundo, o Extremely Large Telescope (ELT), orçado em 1 bilhão de dólares e inicialmente previsto para entrar em operação em 2020.

Se construído, o ELT será o telescópio óptico mais potente do planeta, com um espelho de 40 m de diâmetro que possibilitará coletar 15 vezes mais luz que qualquer telescópio em atividade atualmente, o que significa uma imagem mais nítida das zonas mais distantes do universo.

De acordo com o diretor do ESO, o astrônomo holandês Tim Zeeuw, o atraso do Brasil já prejudica a construção do supertelescópio. Segundo ele, se a ratificação não sair até o meio deste ano poderia inviabilizar o projeto, o que levaria a organização a procurar por outros países para integrar seu quadro. “No momento, a entrada do Brasil é necessária para tornar o ELT possível”, afirma. “Quero acreditar que o governo brasileiro vai cumprir com o prometido, mas alguns países-membros do ESO estão preocupados, pois vivemos um momento de crise financeira mundial em que é arriscado reservar o dinheiro destinado para o ELT por tanto tempo.”

FOTO: JOSE FRANCISCO SALGADO/ESP

Vista geral do centro de observação El Paranal, do ESO, no inóspito deserto de Atacama, Chile

Zeeuw explica que o comitê de países-membros do ESO aprovou um orçamento de 10 milhões de euros para dar início ao desenvolvimento de peças mais complexas e urgentes do telescópio. Mas contratos que envolvem empresas, como construtoras civis, não podem ser feitos até que o Brasil se junte oficialmente à organização. “Não podemos fazer nenhum grande contrato porque não temos o dinheiro garantido”, afirma. “Assim que o Brasil se juntar ao ESO integralmente, como prometido, podemos iniciar esses contratos, que vão beneficiar também o Brasil, que tem grandes indústrias de construção civil e também experiência em alta tecnologia.”

Durante o ano passado, duas chamadas de pedido de tempo de observação foram abertas para participação brasileira. Para usufruir dos telescópios, astrônomos dos países-membros do ESO precisam submeter seus projetos de pesquisa a uma avaliação de mérito científico. Como a demanda pelos equipamentos é grande, nem todos os pedidos são aprovados. Do tempo pedido pelos brasileiros, cerca de 30% foram concedidos, média compatível com a dos demais países participantes do consórcio.

Além disso, o Brasil já conta com um representante no comitê científico do ESO, o astrônomo Marcos Diaz, da Universidade de São Paulo (USP) embora ele não tenha direito a voto nas reuniões por causa da não formalização da participação do país. Diaz acredita que a entrada no Brasil no ESO é uma oportunidade única para a astronomia brasileira. “O Brasil está tendo uma chance incrível de participar dos maiores projetos astronômicos do

mundo”, diz. “A entrada no ESO vai estimular a formação de astrônomos e promover uma grande mudança de patamar na importância científica de nossas pesquisas na área.”

VOZES CONTRÁRIAS Apesar de serem maioria, os cientistas que apoiam a adesão do Brasil ao ESO não são unanimidade. Um dos principais argumentos de quem é contra o acordo é o alto custo envolvido. Segundo alguns astrônomos, como João Steiner, da USP, o ESO não oferece um custo-benefício favorável ao país. “A astronomia brasileira não tem esse dinheiro”, diz. “Se tivéssemos, deveríamos buscar investimentos mais estratégicos. Com esse acordo, estamos subsidiando a ciência e tecnologia europeias, pois a comunidade científica brasileira não tem chance na competição por tempo de observação.”

Para Steiner, seria mais interessante e barato para o país ampliar as atuais parcerias com observatórios internacionais, como o Gemini, em que o Brasil tem garantidos 5% do tempo de observação anual, o equivalente a cerca de 18 noites por ano, nos dois telescópios de 8 m de diâmetro da instituição.

Também crítico do acordo com o ESO, o astrônomo Laerte Sodré, da USP, teme que a adesão ao projeto traga cortes às demais pesquisas desenvolvidas no país. “Hoje o orçamento dedicado à astronomia é de R\$ 5 milhões por ano, com o ESO seria de R\$ 50 milhões. Desse modo, corremos o risco de ter canceladas parcerias e projetos atuais, sem contar o prejuízo que outros setores da comunidade científica podem sofrer por falta de recursos. É exagero a astronomia receber tanto dinheiro, sendo que apenas 5% dos físicos brasileiros são astrônomos.”

Já Marcos Diaz acredita que nenhum outro acordo seria tão vantajoso quanto o do ESO. “Atualmente o Brasil tem parcerias com dois observatórios internacionais, o Gemini e o Soar, mas nenhum deles, nem os observatórios que temos aqui, podem nos oferecer a tecnologia de ponta do ESO, como espectrômetros de alta resolução”, diz. O astrônomo ainda ressalta que, se aderir à organização europeia, o Brasil ainda terá acesso à rede de radiotelescópios Grande Arranjo Milimétrico e Submilimétrico do Atacama (Alma, na sigla em inglês), em construção pelo ESO em parceria com Japão, Taiwan e Estados Unidos.

Beatriz Barbuy, também da USP, concorda com Diaz e ressalta que a entrada do Brasil no ESO é a melhor oportunidade de inserir o Brasil na astronomia de supertelescópios. Além do ELT, também estão sendo planejados para a década de 2020 o Giant Magellan Telescope (GMT), com 25 m de diâmetro, e o Thirty Meter Telescope (TNT), com 30 m de diâmetro. Ambos chegaram a fazer propostas ao Brasil, mas somente o acordo com o ESO oferece acesso a mais equipamentos e desde agora. “No ESO, a gente entra agora e já começa a trabalhar com alta tecnologia. Os outros são para daqui a 10 anos e, até lá, estaríamos tão mal em nível científico e tecnológico que não conseguiríamos ser competitivos”, pondera Barbuy.

De acordo com Andreas Kaufer, diretor do principal centro de observação do ESO, o El Paranal, o Brasil pode recuperar pelo menos 75% do valor investido na entrada na organização por meio de licitações de empresas terceirizadas e do desenvolvimento de instrumentos de alta tec- >>>

CONHEÇA OS PRINCIPAIS TELESCÓPIOS DO ESO

VLT ^(A) Maior telescópio óptico em atividade atualmente, o Very Large Telescope (VLT) é formado por quatro telescópios principais de 8,2 m de diâmetro mais quatro telescópios auxiliares de 1,8 m localizados no El Paranal. O equipamento esteve envolvido nos principais estudos astronômicos da atualidade, como a demonstração de que o universo está em expansão acelerada, pesquisa que recebeu o Nobel de Física de 2011.

ELT ^(B) Planejado para iniciar suas atividades em 2020, o Extremely Large Telescope (ELT), será o maior telescópio óptico do mundo. Com um espelho de 40 m de diâmetro, promete revolucionar a astronomia ao alcançar as regiões mais distantes do espaço e contribuir para o estudo da formação do universo.

LA SILLA ^(C) Um dos primeiros telescópios do ESO, La Silla é o mais produtivo telescópio do seu tipo no mundo. Cerca de 300 trabalhos feitos com base em seus dados são publicados por ano. Com um diâmetro de 3,6 m, o telescópio possui um poderoso espectrômetro, o HARPS, especializado na busca por exoplanetas.

ALMA ^(D) No alto do altiplano de Chajnantor, a 5 mil m de altitude, o ESO, em parceria com Japão, Taiwan e Estados Unidos, constrói a rede de radiotelescópios Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (Alma). Com 66 antenas, a rede vai captar a radiação submilimétrica do espaço e observar regiões invisíveis aos telescópios ópticos.



nologia para os telescópios. “O dinheiro volta em forma de competição entre empresas dos países-membros”, garante. “Não se recebe exatamente o que se investiu – às vezes o retorno é maior, às vezes menor –, mas a competição é sempre boa e a possibilidade de desenvolver novos equipamentos científicos beneficia a indústria e o conhecimento.”

Beatriz Barbay é prova de que o Brasil terá espaço para desenvolver instrumentação de alta tecnologia no ESO. A astrônoma e sua equipe já elaboram, com pesquisadores internacionais, planos de construção de dois equipamentos para os telescópios da organização. Um deles, o espectrógrafo de ultravioleta Cubes, está planejado para o Very Large Telescope (VLT), o maior telescópio do ESO hoje, e deve atuar na detecção de elementos pesados no espaço para ajudar na compreensão do processo de formação das estrelas mais antigas do

universo. “O desenvolvimento desses instrumentos vai inaugurar uma nova era na astronomia brasileira e lançar a nossa tecnologia para o mundo”, diz a pesquisadora.

PESQUISAS EM PERIGO Caso o acordo entre o Brasil e o ESO não seja ratificado a tempo, as pesquisas brasileiras em andamento na infraestrutura da organização serão suspensas. Um dos trabalhos que seriam prejudicados é coordenado pelo astrônomo Jorge Melendez, da USP, que busca por exoplanetas em torno de estrelas parecidas com o nosso Sol, chamadas gêmeas solares. O grupo de Melendez iniciou as observações no espectrômetro Harps do telescópio La Silla no ano passado. Até o momento, a equipe usou sete noites de observação e estão previstas mais 88 nos próximos quatro anos. “Para pesquisa astronômica, isso é muito tempo, antes de o Brasil entrar no ESO os pesqui-

sadores brasileiros só conseguiam algumas horas, no máximo dois dias de observação, por parcerias como o Gemini”, conta Melendez.

Segundo o pesquisador, seria impossível desenvolver esse tipo de pesquisa nos observatórios que o Brasil pode usar hoje, pois nenhum tem um espectrômetro de alta resolução nem disponibiliza um tempo de observação tão longo para uma só equipe. “Um dos grandes problemas da astronomia brasileira é que não conseguimos períodos longos de observação nos telescópios a que temos acesso”, pontua. “No ESO, além da excelente instrumentação, o que importa é a qualidade científica do projeto, não faz diferença se você pede uma hora ou um mês de observação; eles levam em conta a importância do estudo. Seria muito triste para a ciência se o Brasil perdesse essa chance.”

SOFIA MOUTINHO | CIÊNCIA HOJE | RJ

CIÊNCIA HOJE EM FOCO

Análise de artigos de divulgação científica pode ampliar possibilidades didáticas

Em uma aula de química, o aluno, em vez de usar unicamente o livro didático, é convidado a ler textos de divulgação científica. Por meio deles, é incentivado a elaborar perguntas e compreender os diferentes aspectos que envolvem a prática científica. Essa abordagem didática tem ganhado muitos adeptos no meio escolar e é o foco da análise desenvolvida pelas químicas Salette Linhares Queiroz e Luciana Nobre Ferreira, do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo.

As autoras analisaram diversos artigos de capa da revista *Ciência Hoje* com assuntos relacionados à química e agora vão disponibilizar os resultados na página da internet de seu grupo de pesquisa (www.gpeqsc.com.br), como um banco de dados para auxiliar no ensino da disciplina. Interessada em literatura e escrita, Ferreira optou por trabalhar com os artigos por apresentarem a ciência de forma mais

acessível aos alunos. “É um tipo de texto que pode ajudar a suprir certas lacunas em sala de aula; por ter elementos textuais que chamam a atenção dos alunos, como as chamadas de títulos, o uso de imagens, e pela aproximação com o cotidiano”, afirma.

A análise foi divulgada na versão eletrônica da revista *Química Nova* em outubro do ano passado. No estudo, 39 artigos e reportagens publicados na revista entre 2004 e 2009 foram catalogados e divididos em três categorias (química, fronteiras e temas transversais) segundo os conteúdos abordados. Destes, 32 se enquadraram nas categorias fronteiras e temas transversais, e, segundo as autoras, podem ajudar a tornar o ensino de química mais interdisciplinar e contextualizado. Um segundo estudo será publicado na *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, publicação espanhola quadrimestral, examinando o material conforme seu teor didático, científico ou cotidiano.

O levantamento permitirá que docentes do ensino médio e fundamental escolham os textos para trabalhar com os estudantes segundo o tema e a perspectiva adotada na exposição do conteúdo. Além disso, as autoras incluirão relatos de experiências realizadas nas escolas com o uso dos artigos categorizados.

Foi na turma de nono ano da Escola Estadual Professor Marivaldo Carlos Degan, na periferia de São Carlos, que uma dessas experiências aconteceu. Em 2009, o professor Osmair Benedito da Silva, com a ajuda de Ferreira, propôs aos alunos a leitura do artigo intitulado ‘Energia verde’, publicado em novembro de 2006. Como o tema da aula era poluição e combustíveis fósseis, o artigo – cujo tema é biocombustíveis – trouxe um contraponto. Os alunos formaram grupos cooperativos, divididos conforme suas habilidades, e fizeram uma leitura compartilhada. Depois, discutiram o tema e realizaram um trabalho final. “Saímos do lugar-comum, da aula tradicional expositiva, e eles gostaram muito”, conta Silva.

Ferreira ressalta que os artigos podem amenizar a densidade do conteúdo científico e mediar o entendimento dos alunos usando temas que não estão diretamente relacionados ao currículo escolar. “Muitas vezes temos dificuldade em fazer o aluno entender a ligação entre o mundo macro e micro da química, e os artigos de divulgação científica ajudam nessa mediação”, diz.

GABRIELA REZNIK | CIÊNCIA HOJE | RJ



NOVAS FRONTEIRAS NA ANTÁRTIDA

Brasil inaugura segunda estação de pesquisas no continente gelado

Ventos de até 100 km/h. Sensação térmica de -42°C . Nevascas e adversidades de todos os tipos no deserto de gelo que predomina nas proximidades do extremo sul do planeta. A inclemência das intempéries não foi o bastante para tirar o entusiasmo dos 10 pesquisadores brasileiros que, neste verão, inauguraram nossa primeira estação de pesquisas no interior da Antártida.

“As condições de trabalho aqui são extremamente severas, mas, apesar das dificuldades, conseguimos finalizar com sucesso a instalação do novo módulo de pesquisas, que já está funcionando”, disse o glaciologista e líder da expedição Jefferson Simões, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Batizado de Criosfera 1, esse é o segundo grande empreendimento do

Brasil na Antártida. O primeiro foi a estação Comandante Ferraz, instalada em 1984 na região da península antártica. “Inauguramos um novo momento para a ciência brasileira”, afirma Simões. “Pois é nossa primeira base no interior do continente gelado, local estratégico para pesquisas.” O engenheiro Marcelo Sampaio, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), concorda: “A instalação do módulo de pesquisas em um dos lugares mais inóspitos do planeta é um marco para nossa comunidade científica”.

O módulo traz o que há de mais avançado em termos de tecnologia e equipamento. Tudo alimentado por sistemas de energia solar e eólica. Com dimensões de 6 m x 2,6 m x 2,5 m, pesa 3,5 toneladas e fica a 1,5 m do solo, para minimizar o acúmulo de neve no entorno. A estação, totalmente auto-

matizada, deverá ser visitada uma vez ao ano para manutenção e coleta de material de pesquisa.

Para que a empreitada fosse possível, houve grandes esforços de cooperação nacional e internacional. Capitaneado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), o projeto tem apoio de diversas outras instituições, como Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Instituto Antártico Chileno (Chile), Universidade Nacional de Córdoba (Argentina), Universidade de Antuérpia (Bélgica), Universidade de Maine (EUA), Agência Espacial Norte-americana (Nasa), entre tantas outras. “Essa sinergia tem se mostrado muito rica, representando grande avanço para a pesquisa brasileira”,

FOTO: JEFFERSON SIMÕES

Testemunhos de gelo coletados nas imediações do Criosfera 1, visto ao fundo à esquerda. Com informações sobre a química atmosférica do passado, esses cilindros são essenciais para estudos de paleoclimatologia



Estação Antártica
Comandante Ferraz

Criosfera 1

Polo Sul



FOTO MARCELO ARÉVALO

No dia 12 de janeiro de 2012, pesquisadores inauguravam o Criosfera 1, primeiro módulo de pesquisas brasileiro instalado no interior da Antártida, na latitude 84°S, a 670 km do polo. Da esquerda para a direita, Marcelo Arévalo González (Centro de Estudios Científicos/Chile), Francisco Eliseu Aquino (UFRGS), Marcelo Sampaio (Inpe), Alexandre Santos de Alencar (Uerj), Jefferson Simões (UFRGS), Jandyr Travassos (Observatório Nacional), Luís Fernando Magalhães Reis (UFRGS), Saulo Siqueira Martins (Observatório Nacional), Heitor Evangelista (Uerj), Heber Reis Passos (Inpe)

comenta o químico da UFPR Ricardo Godoi, envolvido no estudo de poluentes coletados no continente antártico.

Os custos totais ficaram na faixa dos R\$ 2 milhões, sendo R\$ 600 mil para o módulo em si e R\$ 1,4 milhão para despesas logísticas.

MISSÃO POLAR Em atividade desde 12 de janeiro, o Criosfera 1 já é importante aliado na coleta de dados referentes àquela região tão inóspita. Localizado no paralelo 84°S, a 670 km do polo, seu arsenal de equipamentos monitora informações de temperatura, umidade, ventos e radiação solar – transmitidas diaria-

mente aos laboratórios da UFRGS, da Uerj e do Inpe.

Além de dados meteorológicos, o módulo está aparelhado também para recolher amostras de ar. “Mesmo aqui na Antártida já é possível observar sinais de poluição atmosférica”, afirma Simões. Há anos os pesquisadores tentam entender a dinâmica dos poluentes que, oriundos de áreas continentais urbanizadas ou desflorestadas, viajam em direção aos polos. “Estudando o interior do continente, menos influenciado por seu litoral, saberemos com mais precisão o impacto das atividades humanas sobre essa região tão sensível.”

“A Antártida é tão importante para o clima na Terra quanto a Amazônia. Mas nem todos se dão conta disso”, afirma o glaciologista da UFRGS, lembrando que praticamente todos os brasileiros são diretamente afetados pela circulação atmosférica e oceânica das altas latitudes.

O físico Heitor Evangelista, da Uerj, afirma que o setor Oeste do continente gelado, onde foi instalado o Criosfera 1, é de grande representatividade para o registro da climatologia

da América do Sul. “Partes significativas das alterações ambientais que ocorreram ao longo da história estão arquivadas no gelo dessa região”, diz.

Em janeiro, a equipe obteve um cilindro de gelo em uma escavação vertical de 100 m a partir do nível da superfície. “O material recolhido revela a história da composição atmosférica do planeta. São testemunhos de 250 a 300 anos atrás”, diz Flávia Moraes, integrante do Centro Polar e Climático da UFRGS. Partes dessa coluna de gelo serão estudadas na Universidade de Maine; espera-se que os primeiros resultados sejam obtidos dentro de dois ou três anos.

O nome Criosfera 1 é referência à criosfera – camada de gelo e neve que cobre cerca de 10% da superfície terrestre, vital para a manutenção dos processos hídricos e atmosféricos do planeta. O projeto é parte do Programa Antártico Brasileiro, que há três décadas promove missões científicas na região.

HENRIQUE KUGLER | CIÊNCIA HOJE | RJ

A CAMINHO DA FLORESTA

Descoberta de perereca no Mato Grosso levanta debate sobre rotas migratórias na Amazônia

Uma perereca de barriga transparente com ocorrência descrita apenas para Venezuela e Guiana foi recentemente encontrada na cidade de Cotriguaçu, noroeste do Mato Grosso. A descoberta chama a atenção pela estranheza do animal, mas a questão que intriga os cientistas é: como ele foi parar ali?

Batizadas popularmente em função do abdome transparente, que às vezes chega a permitir a perfeita visualização de órgãos e veias, as pererecas-de-vidro formam, na verdade, um grupo que reúne 12 gêneros, dos quais apenas quatro ocorrem no Brasil. O animal encontrado em Cotriguaçu é *Hyalinobatrachium crurifasciatum*, cujo gênero tinha apenas duas espécies descritas no país.

A descoberta dessa terceira espécie é considerada pelos pesquisadores uma grande surpresa. “Quando contei para o especialista nesse tipo de pererecas que tinha encontrado um animal aqui, ele duvidou, ficou muito surpreso”, conta Domingos Rodrigues, autor da descoberta.

Pesquisador da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Rodrigues explica que indivíduos de *H. crurifasciatum* têm em média 2 cm de comprimento quando adultos e vivem associados a pequenos igarapés – daí o espanto ao encontrar a espécie em uma região abaixo do rio Amazonas, a mais de 1.500 km em linha reta do local onde o animal foi registrado pela primeira vez. “Esse animal não poderia cruzar o rio, precisaria ter chegado aqui pelos Andes.”

A hipótese de uma rota migratória que contorna a bacia do Amazonas e passa pelos Andes é levantada por ou-



Ventre de *H. crurifasciatum* mostra por que espécie é conhecida como perereca-de-vidro

tros especialistas em anfíbios e também por estudiosos de plantas como os cipós. “É algo que só agora começamos a entender. Tudo indica que, em uma escala geológica de tempo, essa rota de migração tenha existido. Mas nada impede que com mais estudos a hipótese vá por água abaixo. A Amazônia ainda é muito pouco estudada”, diz Rodrigues.

O espécime coletado em Cotriguaçu está depositado na coleção da UFMT à espera de mais estudos, junto com outras surpresas encontradas durante a pesquisa de campo na cidade, como um sapo antes registrado apenas para o Amazonas. “Pegamos também uma cobra que talvez fosse

uma espécie nova, mas ela foi enviada para o Butantã e se perdeu quando a instituição pegou fogo”, lamenta Ricardo Alexandre, integrante do grupo que realizou as coletas.

Alexandre lembra que a região estudada é uma reserva rodeada por áreas de cultivo de soja e pastos. “Não avaliamos o grau de ameaça à espécie, pois não era o objetivo da pesquisa. Mas *H. crurifasciatum* é uma espécie muito sensível à degradação. É possível que ela ocorresse em outros locais próximos, mas não temos como saber. Infelizmente, o desmatamento avança mais rápido que a ciência.”

MARIANA FERRAZ | CIÊNCIA HOJE | AM

GARGALOS DA ALFABETIZAÇÃO NO BRASIL

Livro analisa estudos internacionais e aponta dificuldades e soluções para o ensino da escrita e da leitura

Todo cidadão brasileiro tem direito à educação infantil. Segundo o Plano Nacional de Educação 2011-2020 (PNE), que está em fase final de elaboração e entra em vigor este ano, até 2016 o atendimento escolar a crianças de 4 a 5 anos deve ser universalizado e até 2020 o analfabetismo deve ser erradicado. A valorização do ensino nessa faixa etária chama a atenção para um momento-chave no processo de aprendizagem da criança: a alfabetização.

O ensino da escrita e da leitura é um dos temas centrais do estudo desenvolvido por pesquisadores da Academia Brasileira de Ciências, que deu origem ao livro *Aprendizagem infantil: uma abordagem de neurociência, economia e psicologia cognitiva*, lançado, em versão digital (<http://epge.fgv.br/conferencias/ece2011/files/Aprendizagem-Infantil.pdf>), no final do ano passado. No estudo, são avaliados os aspectos cognitivos e neurológicos no desenvolvimento de habilidades ligadas à aprendizagem da linguagem. Os autores apontam que há um tempo certo para o estímulo dessas habilidades e a utilização de métodos específicos pode ser crucial para o sucesso futuro da criança.

Segundo o psicólogo João Batista Oliveira, do Instituto Alfa e Beto e autor de um dos capítulos do livro, existem evidências internacionais de que o uso de métodos fônicos seja

vantajoso no momento de alfabetização. Esses métodos privilegiam o som da letra (fonema) – neles, o aluno não decora palavras e não parte do nome das letras, mas do entendimento da relação entre os sons e o código linguístico. “O cérebro não lê frases ou palavras globalmente, mas o faz por meio de fonemas”, afirma Oliveira. “A principal característica dos métodos fônicos é que eles correspondem à forma como a arquitetura do cérebro se desenvolve para aprender a ler. Daí sua maior eficácia.”

Um dos estudos analisados no livro é o Relatório do Panorama Nacional de Leitura (NRP, na sigla em inglês), realizado em 2000, nos Estados Unidos, que traz uma revisão bibliográfica da literatura científica sobre a área, com foco nos temas consciência fonêmica, métodos fônicos, fluência, vocabulário e compreensão de leitura. A pergunta principal desse estudo era se os métodos fônicos contribuem para melhorar o desempenho dos alunos – e a resposta foi positiva. O estudo mostra ainda que o método é particularmente eficaz para as crianças que apresentam dificuldades para aprender a ler.

REALIDADE BRASILEIRA Oliveira argumenta que, no Brasil, a abordagem do assunto está defasada há pelo menos três décadas. Ele atribui o fato à forma ideológica com que é tratada a alfabetização no país –

vista como um processo contínuo e permanente, em vez de um objetivo pontual. “Existe a ideia de que alfabetização é um processo complexo que dura anos, quando, na verdade, deve durar meses, não mais que um ano letivo”, afirma o psicólogo.

A duração e a série escolar em que os alunos devem ser apresentados à escrita e à leitura também são assuntos controversos. “O Brasil não define em que série escolar as crianças devem ser alfabetizadas”, afirma. Atualmente, cada secretaria de educação assume um tempo de duração específico, uma vez que o Ministério da Educação define os três primeiros anos do ensino fundamental como o ciclo de alfabetização e letramento. O estudo, no entanto, propõe que o aluno seja alfabetizado no primeiro ano da escola fundamental, ou seja, aos seis anos de idade, já que este é o ano de entrada na escolarização formal e a maioria das crianças já tem as competências sociais e cognitivas necessárias para se alfabetizar.

GABRIELA REZNIK | CIÊNCIA HOJE | RJ

CORAÇÃO AUMENTADO

Distúrbio cardíaco, e não sistema nervoso, pode ser primeiro sinal da doença de Huntington

Disfunções cardíacas são a segunda maior causa de morte de indivíduos afetados pela doença de Huntington. Hereditário e degenerativo, o distúrbio – ainda sem cura – incide em oito de cada 100 mil habitantes. Ainda são pouco conhecidos os mecanismos pelos quais a doença afeta o coração. Desvendá-los é a proposta de uma iniciativa multidisciplinar da Universidade de São Paulo (USP) em parceria com a Universidade Federal de São Paulo (Unifesp).

Os pesquisadores observaram que camundongos afetados pela doença podem ter o volume do coração aumentado (hipertrofia) e maior tendência à taquicardia. Além disso, o estudo sugere que o desenvolvimento de pro-

blemas cardíacos pode ser anterior às disfunções neurológicas marcadamente associadas à enfermidade. O sintoma mais característico dos pacientes afetados pela doença é a falta de coordenação dos movimentos. Ela é decorrente da perda de neurônios gabaérgicos, principais inibidores do sistema nervoso central, localizados na região do cérebro denominada gânglios da base. No entanto, segundo a pesquisa, as alterações cardíacas podem se manifestar antes da efetiva perda neuronal.

“A doença de Huntington não pode mais ser considerada uma doença puramente neurológica, relacionada única e exclusivamente aos componentes do sistema nervoso”, afirma o neurobiólogo Fernando Ladd, do Laboratório de Estereologia Estocástica e Anatomia Química (LSSCA) do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP. Ele ressalta que outros tipos celulares, que não neurônios, podem ser alterados pelo distúrbio, como células ósseas e musculares. “Pacientes com Huntington têm maior propensão a desenvolver osteoporose”, exemplifica.

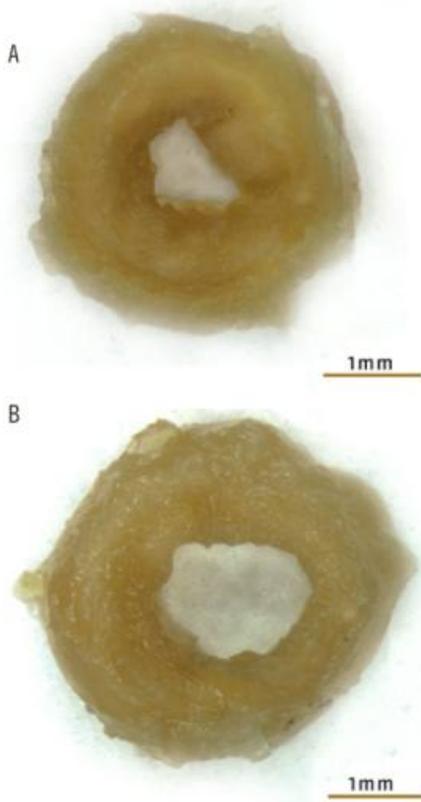
BIOMARCADORES Para alcançar esses resultados, a equipe, coordenada pelo estereologista Antonio Augusto Coppi, que é responsável pelo LSSCA, realizou uma série de experimentos com camundongos, induzidos a desencadear a doença por meio da injeção do ácido 3-nitropro-

piônico. Para testar as alterações comportamentais, os animais foram colocados em uma arena, onde foram medidos o tempo e a distância percorridos – camundongos com a doença são mais lentos e percorrem distâncias menores.

Por meio da ecocardiografia, que avalia as funções cardíacas, observou-se que a inervação do nervo vago, responsável por controlar a frequência cardíaca, estava prejudicada em animais afetados, o que fez com que os batimentos cardíacos se acelerassem. A análise do volume do coração foi feita por estereologia e bioimagem – conjunto de técnicas para contar e medir o tamanho das células e órgãos em três dimensões.

Segundo Ladd, o conhecimento detalhado dos sintomas cardíacos associados à doença de Huntington permite um diagnóstico antecipado, anterior à degeneração neuronal. A doença tem origem na alteração de uma proteína cujo gene está localizado no cromossomo 4 e que, em pessoas com anomalia, apresenta maior quantidade de aminoácidos específicos. Por isso, o distúrbio é diagnosticado por meio de teste genético. Com os dados do estudo, será possível identificar marcadores biológicos que servirão como um alerta para a possível evolução da doença, como, por exemplo, o aumento no tamanho do coração em determinada idade. “Estamos abrindo um caminho ao explicar os mecanismos da doença para que outras pesquisas desenvolvam terapias e biomarcadores para o tratamento dos pacientes”, diz o neurobiólogo.

GABRIELA REZNIK | CIÊNCIA HOJE | RJ



Corte do coração de camundongo no qual a doença não foi induzida (A) e de animal que desenvolveram a doença (B)

Secretaria Municipal de Educação

NAPA - Núcleo de Apoio ao Professor e ao Aluno

Práticas na Formação e na Escola

EDUCAÇÃO INFANTIL

"Brincadeiras e Interações como eixos norteadores de todo o trabalho pedagógico da Educação Infantil"



Instituto Aprender a Ser Formação Continuada em Serviço para Gestores



Prefeitura da Estância Climática de

Bragança Paulista

Segurança e trabalho a serviço de todos

EDUCAÇÃO NO CAMPO PROGRAMA ESCOLA ATIVA/MEC

Formação em serviço para os professores do campo e Enriquecimento através da partilha de experiências

SAEL – Cora Coralina Sala de Estudos e Leituras Projeto Pequeno Príncipe



ENSINO FUNDAMENTAL

Programa Ler e Escrever

Ação que visa discutir as práticas pedagógicas para o desenvolvimento das habilidades de leitura, escrita, produção textual e matemática instrumentalizando os estudantes para a atuação na cultura escrita.



Formação Ciência Hoje CHC



ARTES VISUAIS e MOVIMENTO

Formação dos professores e profissionais da educação



EJA

Promoção e valorização dos saberes dos alunos da EJA no contexto escolar rompendo com uma aula baseada apenas em conhecimentos escolarizados sem relação com o cotidiano do aluno da EJA



Multimídia

Formação continuada em serviço dos professores que atuam nas salas de multimídia e trabalho interdisciplinar desenvolvido nas salas multimídia em parceria com os professores das salas regulares



Sala Verde

Oficinas para construção do ProMEA – Programa Municipal de Educação Ambiental e Formação Continuada de Professores



JOÃO JOSÉ BIGARELLA

O Humboldt dos trópicos

EVERTON PASSOS

Departamento de Geografia da Universidade Federal do Paraná

LUAN GALANI

Especial para *Ciência Hoje/PR*

João José Bigarella – ou apenas ‘professor’, como ele prefere ser chamado – é um desses homens que o poeta norte-americano Ezra Pound (1885-1972) classificaria como ‘antena da raça’, por dar sentido a coisas da vida com razoável antecedência em relação aos demais. Como cientista, é daqueles que preferem a honestidade da crítica franca ao silêncio complacente. Em seu campo de pesquisa – a geologia – soube, apesar do sucesso profissional, manter uma simplicidade típica das pessoas que têm qualidade. Aos 88 anos, esse paranaense de Curitiba, nascido em 23 de setembro de 1923, fala sobre seu trabalho pausadamente, mas com nítida paixão latina.

Embora resista a admitir, é um aventureiro inveterado. Instigado na infância por histórias dos

exploradores britânicos David Livingstone (1813-1873) e Henry Morton Stanley (1841-1904) na África, sonhava um dia andar ele mesmo por aquelas terras. O desejo manteve-se vivo durante três décadas até que um dia se viu visitando vilarejos no interior de Angola e vivendo por um mês na residência da família de um príncipe da Nigéria, o professor de geologia M.O. Oyawoye.

Não é à toa que Bigarella é considerado uma das ‘feras’ mais insignes de sua área de pesquisa. Afinal, muitos dados que obteve em seu trabalho de campo ajudariam a comprovar a chamada teoria da deriva continental, proposta em 1912 pelo geofísico e meteorologista alemão Alfred Wegener (1880-1930). De acordo com essa teoria, os continentes encontravam-se inicialmente agrupados em uma única grande massa – a Pangeia – cujas partes se fragmentaram há mais de 200 milhões de anos, como peças de um enorme quebra-cabeça.



Para provar que os continentes um dia estiveram unidos, Bigarella buscou pistas que revelassem a origem comum da América do Sul e África. E encontrou. Desde então costuma dizer sua máxima predileta: “Para o geólogo, a crosta terrestre é um livro aberto, onde se pode ler a história da Terra através dos tempos”.

Engenheiro químico por formação, geólogo por paixão e quiromante — “de araque”, como ele próprio se autodefine — por curiosidade, Bigarella graduou-se pela Universidade Federal do Paraná, onde foi professor por quase 25 anos. Ao longo de sua carreira, teve passagem pela Universidade de São Paulo (USP) e pelas federais do Rio de Janeiro (UFRJ), do Rio Grande do Sul (UFRGS) e de Pernambuco (UFPE), entre outras instituições de ensino. Ministrou palestras em várias partes do mundo, da Malásia à Inglaterra. Hoje é professor visitante da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Elencar os trabalhos científicos que realizou e as honrarias que recebeu não é tarefa simples. In-

tegrou o quadro de cientistas da Unesco no Programa Internacional de Correlação Geológica, entre 1973 e 1976; é membro da Academia Latino-americana de Ciências; editou periódicos especializados da Holanda, Alemanha e Estados Unidos. Entre outras distinções, recebeu a grã-cruz da Ordem Nacional do Mérito Científico, a Medalha de Ouro José Bonifácio de Andrada e Silva, da Sociedade Brasileira de Geologia, o Prêmio Heleno Fragoso de Direitos Humanos e o Prêmio Almirante Álvaro Alberto, do CNPq.

Mas as contribuições do pesquisador paranaense não se restringem ao campo da ciência. “Reverencio a fase de sedimentólogo, de pesquisador do período quaternário, de João José Bigarella, mas dou especial valor às lutas ecológicas que ele empreendeu”, diz o geógrafo Aziz Nacib Ab’Saber. Bigarella é tido na mais alta conta por ter fundado na década de 1970 a segunda organização não governamental ecológica do país, a Associação de Defesa e Educação Ambiental (Adea).

>>>

perfil

Bigarella por volta dos quatro anos de idade, em Curitiba



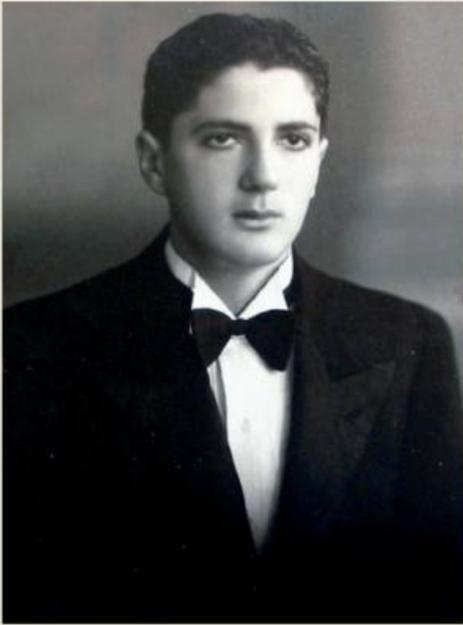
Durante excursão, com colegas do ginásio, nos arredores de Curitiba, na década de 1930

No governo do general Ernesto Geisel (1974-1979), Bigarella alertou para as imprudências geológicas que caracterizaram certas intervenções do Departamento de Estradas e Rodagem do Paraná quando da abertura de vias no meio da mata atlântica. Com seu prestígio, salvou grandes áreas de sambaquis no Paraná e convenceu autoridades a tombarem a serra do Mar no estado. Sempre teve especial interesse pelo sítio geológico de Vila Velha, em Ponta Grossa (PR), transformado em parque estadual em 1950 devido ao caráter singular de suas formações rochosas. O sítio foi palco de muitas de suas aulas de campo.

Filho de José João Bigarella e Ottilia Schaffer, foi alfabetizado em alemão e desde sempre se sentiu em casa no país natal de Ludwig van Beethoven. Mas confessa que até hoje tem dificuldade para lidar com os artigos e com o grande número de flexões do idioma. Seu gosto por aventuras levou-o a viajar por diferentes regiões do planeta. “Mas sempre a trabalho”, como ele gosta de ressaltar. Essas andanças permitem considerá-lo uma espécie de Humboldt dos trópicos, em alusão ao naturalista alemão Alexander von Humboldt (1769-1859), que

explorou principalmente a América do Sul e ajudou a lançar as bases de ciências como a geografia e a geologia. Nas incursões mundo afora, com seu inseparável chapéu de explorador, Bigarella nunca deixava de levar uma câmera Leica para alimentar seu *hobby* preferido: a fotografia. “Sempre gostei de observar – e registrar – as paisagens esculpidas pelo tempo. Elas me fazem sentir em uma espécie de túnel”, diz.

Para a realização deste perfil, a equipe de *Ciência Hoje* esteve duas vezes com Bigarella em Curitiba: uma no apartamento em que vive com a esposa Íris, onde reina uma organização germânica; outra no apartamento onde trabalha, imerso, como ele próprio diz, “numa bagunça memorável”, entre livros, caixas de documentos e pilhas de anotações. Nesse ambiente curioso, chamam a atenção uma estante com prateleiras sustentadas por latas de cerveja (Bigarella tem verdadeira adoração por cervejas alemãs), uma coleção de mais de 60 mil *slides* e uma tela de computador de LCD. “Eu consigo me achar por aqui”, retruca, quando lhe perguntam, em tom de brincadeira, se ele não costuma se perder em meio a tantas coisas.



No dia de sua formatura no curso ginasial em 1939

Onde o senhor fez seus primeiros estudos? Em Curitiba. Fiz os dois primeiros anos do curso primário no Colégio da Divina Providência, dirigido por freiras. Mas como a escola não aceitava meninos maiores, que não podiam ter aulas junto com meninas, fui para o colégio Santa Maria. Foi um período fabuloso da minha vida, quando aprendi muita coisa de ciências naturais. As professoras eram boas e dedicadas.

Alguma delas em especial o influenciou a seguir a carreira de cientista? Eram todas muito boas, mas uma delas era especial, sim, a irmã Otília. Lembro mais dela porque, além de ter o mesmo nome da minha mãe, ela tinha um costume engraçado: quando queria castigar uma menina por qualquer atitude fora do padrão, mandava que ela se sentasse ao lado do Joãozinho, lá no fundo da sala. Eu ficava vermelho e a menina também [risos]. Outra coisa: eu gostava de ler, principalmente li-

vros de aventuras e biografias de grandes cientistas, e ela teve grande influência na escolha de minhas leituras. Quando criança, li todos os livros do alemão Karl May [1842-1912], que descrevia aventuras em lugares distantes e exóticos. Gostava também de descrições de paisagens do Brasil, de qualquer de suas regiões. Acredito que minha tendência natural era mesmo abraçar desde o início uma vida de naturalista.

Como o senhor chegou à geologia? Primeiro me graduei em ciências químicas, em 1943, depois em química industrial, em 1945, pela Universidade Federal do Paraná. Oito anos mais tarde, completei as cadeiras que faltavam e me formei em engenharia química, também pela UFPR. A disciplina de mineralogia, ministrada pelo professor Ludwig Hans Weber, foi a que despertou em mim a vontade de ser pesquisador. Weber inoculou em mim o vírus das geociências. Fui trabalhar então como geólogo e não como engenheiro químico. Mas é preciso ressaltar que a química me deu o embasamento necessário para compreender melhor os fenômenos geológicos. Foi a partir de minhas atividades no Museu Paranaense e no Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas do Paraná, o IBPT, que acabei me envolvendo totalmente na área. Embora não tivesse o curso de geologia, mais tarde o Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia me concedeu o título de geólogo.

Por que só a disciplina de mineralogia despertou no senhor o desejo de se tornar cientista? A base de minha formação está enraizada no curso ginasial, que fiz no colégio Santa Maria, de 1935 a 1939. Meu interesse por ciência de fato surgiu graças aos bons professores que tive nessa época. Quando criança, não sabia o que queria ser. Falava-se muito de grandes cientistas, de Galileu, de Pasteur... E nós,

muito jovens, víamos esses grandes vultos com admiração. Desejávamos nos tornar algo parecido com eles. Mas a entrada na universidade foi um verdadeiro desastre. Ali nunca fui preparado para realizar qualquer trabalho sério na área de geografia ou geologia. Mas não ponho a culpa nos professores, que, na época, não estavam preparados para essa função. Não havia mentalidade de pesquisa, calcada em um padrão acadêmico forte. Nas aulas, muitos professores se limitavam a projetar páginas de livros na parede e liam, simplesmente. O professor Ludwig Weber, de mineralogia, era uma exceção.

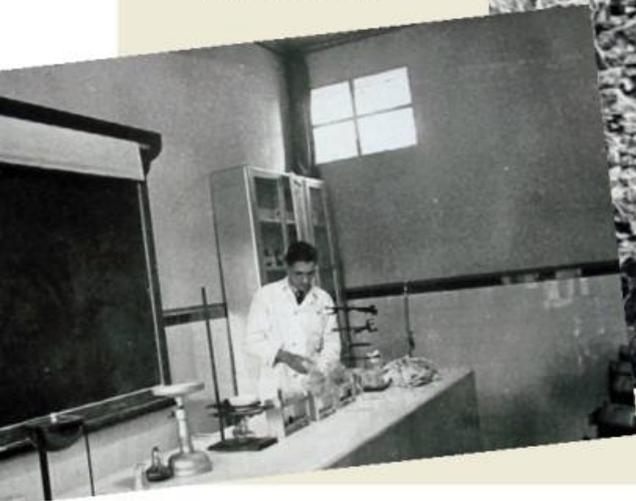
Então, em um primeiro momento a universidade não teve papel importante no sentido de torná-lo um pesquisador? Na realidade, minha escola fundamental no que diz respeito à formação de pesquisador foi o Museu Paranaense, para o qual fui nomeado assistente voluntário, em 1944, pelo interventor Manuel Ribas [1873-1946], que esteve à frente do governo paranaense durante 13 anos, ora como interventor [de 1932 a 1934], ora como governador [de 1935 a 1937]. Naquela época, o museu era muito diferente do que é hoje. Ali se fazia pesquisa e eram publicados anais de qualidade. Bons pesquisadores faziam trabalhos muito bem feitos. Lembro bem do padre Jesus Santiago Moure [1912-2010], da zoologia, e do Frederico Waldemar Lange [1911-1988]. Este morava em Ponta Grossa [PR], onde tinha uma loja de material de construção. Mas saía nos finais de semana para mexer em rochas e coletar fósseis. Foi um autodidata da paleontologia. Eu sempre acompanhava os pesquisadores do museu em suas excursões, para ver como eles trabalhavam. Recordo especialmente a minha primeira expedição, quando passamos 40 dias percorrendo o alto rio Paraná, na época em que o oeste paranaense ainda era coberto por florestas. Viajei na companhia do fotógrafo e pesqui-

>>>

perfil

No antigo forte da ilha da Santa Catarina em 1948

No laboratório do curso de ciências químicas da UFPR, no início dos anos 1940



No Alasca, durante visita ao Instituto Ártico Norte-americano, em meados dos anos 1960. Ao fundo, as montanhas centrais

sador tcheco Vladimir Kozák [1897-1979], de sua irmã Karla e do médico catarinense Carlos Nicolau Gofferjé [1922-2005]. Em uma área hoje no Mato Grosso do Sul, encontramos furtivos da Justiça de Minas Gerais que se escondiam por aquelas paragens. Pedimos para acampar e passamos certo tempo entre eles e algumas tribos guaranis da região. Pouco depois que entrei para o museu, iniciei um estágio na Divisão de Geologia e Mineralogia do IBPT, sob orientação do geólogo alemão, radicado no Paraná, Reinhard Maack [1892-1969]. Fui admitido no instituto como funcionário em 1945, e logo depois o diretor Marcos Augusto Enrietti [1913-1981] mandou todos os técnicos fazerem estágio fora. Escolhi a Universidade de São Paulo, onde estava trabalhando o norte-americano Kenneth E. Caster [1908-1992], um grande paleontólogo da Universidade de Cincinnati. Ele teve um papel importante no desenvolvimento da minha carreira de pesquisador. Em resumo, o Museu Paranaense e o IBPT me orientaram no sentido de aprender a observar rochas, de adquirir uma visão do espaço geo-

lógico etc. Essas foram as escolas que me transformaram em pesquisador. Se não fossem eles, eu não teria feito nada. No Paraná, o conhecimento era produzido em órgãos estaduais. Mas quando deixei o museu e o instituto, começava uma nova fase na universidade, com abertura para uma vida acadêmica mais consistente. Havia o espírito de que a universidade seria como um grande Buda, com um coração de diamante, que produziria conhecimento, e vários braços para transmiti-lo.

Quando professor, como era sua relação com os estudantes? Boa, mas não perfeita. Como professor, me preocupava mais com a prática, embora sem deixar de considerar a teoria. Meu interesse era estar com os alunos no campo, no contexto das paisagens e em frente aos afloramentos. Acredito que isso se deve ao fato de eu sempre ter sido mais pesquisador que professor. Nunca fiz questão de provas para avaliação e sempre prezei a formação prática, objetiva. Acho que a avaliação se dá por meio de um somatório de atividades durante o curso.

Em 1952, o senhor foi estudar nos Estados Unidos com a bolsa do John Simon Guggenheim Memorial Foundation. Como foi essa experiência? Embora tenha ficado mais tempo no estado do Arizona, com essa bolsa de pesquisa pude percorrer os Estados Unidos de ponta a ponta. Mas foi difícil no começo. Eu não sabia ler nem escrever em inglês. Levei três meses para me comunicar com sucesso. Mas, nos meses em que fiquei lá, o professor Kenneth Caster me orientou e sugeriu que eu passasse um tempo com o professor Edwin D. McKee [1906-1984], um geólogo fantástico, apaixonado pelo Grand Canyon. Ele contribuiu muito para a minha formação, principalmente por me conduzir na interpretação de paleoambientes, no estudo de dunas e em métodos de análise. Um dia fui jantar na casa dele e conheci o pai da geologia marinha, Francis Shepard [1897-1985], pessoa extraordinária. Ele propôs que eu fizesse um estágio no Instituto Oceanográfico da Califórnia, em La Jolla. Aceitei o convite, naturalmente. Fiquei dois meses percorrendo vários departamentos, conhecendo

Durante a excursão
(à praia de Caiobá, no litoral paranaense)
em que conheceu sua esposa,
Íris (centro da foto), em 1944



diversos professores e me colocando a par do que pesquisavam. Nesse período, pude conhecer o programa do Instituto Norte-americano de Petróleo. A experiência me deu uma visão global das técnicas sedimentológicas, que, mais tarde, serviram de base para a organização do Laboratório de Sedimentologia do Instituto de Geologia da UFPR. Aí voltei para o Grand Canyon.

Foi nesse retorno que o senhor aprendeu as técnicas de prospecção do exército norte-americano, não? Sim. Acompanhei o projeto de prospecção de urânio do exército. Mas eu não tinha interesse em urânio. Estava mais interessado na técnica de prospecção utilizada. O método deles foi chave para os meus trabalhos posteriores, na África, sobre paleocorrentes. Como o urânio estava depositado no fundo do canal fluvial antigo, os pesquisadores precisavam saber onde o rio corria no passado para fazer a prospecção, para fazer o furo. Eles calculavam então as direções dos rios. Apliquei a mesma técnica depois, só que para calcular a direção dos ventos.

Como era a geologia no Brasil nessa época? Havia geólogos muito capazes no Brasil, como o Fernando Flávio Marques de Almeida, para dar apenas um exemplo. Estou me lembrando agora de um acontecimento curioso relacionado com ele. Certa vez acompanhávamos uma excursão do Reinhard Maack, e o Marques fez uma pequena crítica a um comentário dele. Imediatamente o Maack questionou a presença do Marques no grupo: “Você vem se meter aqui?” Esse era o espírito do Maack. Ele não deixava a gente publicar nada. Ainda mantinha aquela mentalidade alemã do *Herr Professor*. Apesar disso, era um homem idealista, de fibra. Mas, enfim, a maioria do pessoal que passou pelos institutos e órgãos governamentais acabou se tornando professor universitário. Nessa época, a metáfora do Buda se concretizou. Buscávamos conhecimento, o coração brilhante da universidade. Hoje, lamentavelmente, a universidade não é acadêmica. É pragmática. Muita gente faz blá-blá-blá o tempo todo, desgastando a imagem do professor. Não é o trabalho de doutorado que vai resgatar o padrão.

E há outra mania na universidade que precisa ser revista: essa história do publique-se; qualquer coisa, mas publique-se. Em outras palavras: publique qualquer bobagem! Espero que haja um abalo sísmico capaz de recuperar o padrão da minha época e que o pragmatismo fique para as escolas técnicas.

Poderia nos falar das pesquisas que o senhor fez que levaram à revisão global dos estudos sobre os chamados depósitos eólicos, as dunas? Em 1961 publiquei, juntamente com meu colega e amigo Riad Salamuni [1927-2002], ex-professor do Departamento de Geologia da UFPR, um artigo nos Estados Unidos sobre o padrão de levantamento de dunas. A partir daí, o professor Stanley Runcorn [1922-1995], do King's College de Newcastle-Upon-Tyne, no Reino Unido, achou que esse trabalho comprovava o que ele estava fazendo e me convidou para fazer uma palestra sobre o tema na universidade dele. Após a conferência, um professor norte-americano contestou o estudo, dizendo que o nosso trabalho de medição de dunas para obter a direção de paleoventos não estava correto. Disse que já tinha feito aquilo e que nunca havia dado certo. Informei então que tínhamos feito medições em uma frente de 2.500 km, desde Minas Gerais até o Uruguai, e que havíamos encontrado um padrão bastante confiável de circulação de ventos fósseis do período Cretáceo. E acrescentei que, a partir dos comentários dele, tinha decidido, ao voltar ao Brasil, confirmar o trabalho medindo dunas recentes da costa brasileira, da foz do rio Amazonas à foz do rio da Prata. Foi o que fiz. Só mais tarde pude entender por que ele havia me contestado. O trabalho dele tinha sido feito no deserto da Califórnia, numa situação em que registrou apenas ventos de tempestades, e não os ventos predominantes. O mesmo fenômeno ocorre também na conhecida praia da Joaquina, na ilha de Santa Catarina. Ali, devido à presen-

>>>



Com professores e estudantes do curso de história natural da UFPR nos anos 1950. Bigarella (no centro, em pé); à sua direita o colega e amigo Riad Salamuni, com quem publicou vários trabalhos científicos



Membros do Programa Internacional de Correlação Geológica da Unesco reunidos em Genebra, 1974. Bigarella é o primeiro à esquerda na terceira fila de baixo para cima

ça do morro da Joaquina, que impede o acesso do vento nordeste, não se registra a ação do vento principal. Nossa pesquisa sobre dunas costeiras saiu nos Estados Unidos em uma publicação da Sociedade de Paleontólogos e Mineralogistas Econômicos [conhecida hoje como Sociedade de Geologia Sedimentar], com o apoio do Instituto Norte-americano de Petróleo. No fim das contas, o estudo da estrutura interna de dunas facilitava a identificação do ambiente eólico onde podiam ser encontrados reservatórios de petróleo. Nosso trabalho, juntamente com os realizados por Edwin McKee, encontrou aplicação pragmática na prospecção de petróleo.

Pode nos falar sobre sua participação no estabelecimento da teoria da migração dos continentes, proposta por Alfred Wegener? Durante anos Reinhard Maack trabalhou e viajou para comprovar a teoria de Wegener. Na Segunda Guerra Mundial, ele foi encarcerado no presídio da Ilha Grande, no Rio de Janeiro, mas Manuel Ribas conseguiu sua liberação e o trouxe para o Museu Paranaense e para a Universidade Federal do Paraná. Como não podia viajar pelo litoral, já que as autoridades temiam que ele fugisse, Maack me

dava instruções e eu realizava o trabalho. No início dos estudos, quando a teoria da deriva continental ainda era uma hipótese relativamente recente e sem comprovação, o Wegener pediu para o Maack verificar se a geologia da África era igual à do Brasil. Há um porém aí que vale a pena destacar. Se a geologia dos dois continentes fosse igual e o clima também, as rochas seriam semelhantes e isso não comprovaria nada. Semelhança não é garantia de origem comum. Procurei então estudar as paleocorrentes marinhas, fluviais e eólicas (estas ligadas à formação de dunas) aqui no Brasil e em alguns países vizinhos. Eu e o Salamuni fizemos medições nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil, bem como no Paraguai, no Uruguai e na Argentina. Preenchemos as lacunas e chegamos a um padrão de circulação das correntes marítimas e eólicas do passado (mais de 240 milhões de anos atrás) na América do Sul. Em seguida, tratei de fazer a mesma coisa no continente africano. Durante um congresso internacional de geologia realizado na UFPR, levei o diretor do Serviço Geológico da África do Sul, professor Van Eeden, a São Luiz do Purunã, no interior do Paraná. Ele ficou impressionado com o lugar, de

grande interesse geológico e paisagístico, e me convidou para conhecer seu país. Por isso comecei minhas medições na África por Joanesburgo, na África do Sul, em 1969.

Como foi o levantamento geológico no continente africano? Passei 45 dias fazendo medições sobre a direção de rios, sobre o degelo e sobre a velocidade dos ventos. Criei um aparelho especial para essa finalidade, chamado estereohelioplanímetro. Mas muitos o chamam carinhosamente de 'bigarelômetro'. Um aluno meu que era torneiro mecânico me ajudou a construir. O instrumento serve para medir a direção e o ângulo de mergulho das correntes de milhões de anos atrás, de acordo com a estratificação das rochas. Ele não é mais usado hoje, mas na época uma empresa sueca quase concordou em produzi-lo. No fim, acharam que o consumo seria pequeno e preferiram não investir. Mas sei que o serviço meteorológico norte-americano tem um. Depois fui à Namíbia. Tudo indicava que os sedimentos de todos esses locais provinham da mesma região: Angola-Congo. Os fósseis de água doce também apresentavam proximidade, principalmente os de Gana e do Brasil. E as direções das correntes



Bigarella com alunos do curso de história natural da UFPR durante trabalho de campo nos arredores de Curitiba

de lá eram paralelas às daqui. Em resumo, é possível dizer que esses dados, resultantes de um estudo muito preciso, confirmavam a teoria de Wegener de união dos continentes no passado. Em 1972, publicamos o estudo no *Periódico Internacional de Ciências da Terra*, à época denominado *Geologische Rundschau*. Hoje, os cientistas norte-americanos não negam mais a teoria da migração dos continentes. Mas se houvesse Inquisição nas décadas de 1950 e 1960, eu seria queimado em uma fogueira. Após a publicação desse trabalho, me senti mais entrosado no mundo científico.

Em seus trabalhos no deserto do Saara? Retornei à África em janeiro de 1970, na companhia de outros 12 pesquisadores, a convite dos institutos de petróleo da Argélia e da França, para participar de uma expedição à região central do deserto do Saara. Essa foi uma das mais fantásticas viagens que já fiz. Percorremos um mundo árido e hostil, porém fascinante. Foram dias inesquecíveis. Foi a partir desse encontro que cheguei à Unesco.

Qual foi sua função na Unesco? A partir de 1973, durante quatro anos, fui membro não governamental do Pro-

grama Internacional de Correlação Geológica da Unesco e da União Geológica Internacional. Eu cuidava da concessão de bolsas para a realização de pesquisa em universidades e para participação em congressos científicos. Fui reconduzido uma vez ao cargo e queria um terceiro mandato, mas não consegui. Lá fiz bons amigos, como o professor Oyawoye, considerado o pai da geologia na África, por ter sido o primeiro geólogo do continente. Ele era príncipe e passei um mês vivendo com sua família na Nigéria, em 1976. Tinha 47 irmãos. Foi uma aventura e tanto [risos].

Parece que o senhor ajudou a criar o modelo de geomorfologia climática...

Certa vez, quando eu e alguns colegas geólogos e geógrafos, como Riad Salamuni, Maria Regina Mousinho, Jorge Xavier da Silva e Aziz Ab'Saber, começamos a trabalhar com sedimentos mais recentes, do Pleistoceno, fomos a Santa Catarina e demos início à descrição das seções. Logo observamos e reconhecemos, na região de Garuva e depois um pouco mais ao sul do estado, a presença dos chamados pedimentos, depósitos sedimentares localizados em bases de planaltos, típicos de regiões áridas ou semiáridas. Logo me dei conta da presença em Santa Catarina de pedimentos que havia observado em Minas Gerais. Isso nos levou a estabelecer uma relação entre estrutura geológica e formação de pedimentos. Calculamos então como esses depósitos se formaram ao longo do tempo e passamos a correlacionar a estratigrafia desses depósitos com o nível de erosão, como se fosse uma camada-guia. Elegemos a superfície como elemento guia para relacionar o depósito de uma bacia com o de outra. Ao adotar essa nova metodologia para contar a história dos níveis estratigráficos, estávamos de fato modificando o estudo geomorfológico. Nossa constatação nos permitia contar como foi a variação climática do

passado. Adotamos o que mais tarde se chamou geomorfologia climática. Mas há várias correntes que falam de geomorfologia climática sem levar em conta a geologia. O francês Jean Tricart [1920-2003], por exemplo, tratou de coisas importantes sobre clima em seus trabalhos, mas não introduziu geologia no quadro teórico. A escola francesa costumava observar a paisagem e falar de suas características sem olhar o que estava sob ela.

Como foi sua luta para convencer autoridades militares a tombar a serra do Mar no Paraná?

Em 1963, quando estava estudando a baía de Paranaguá, no litoral paranaense, os militares queriam saber se o canal da Galheta, o canal Norte, poderia ser aberto para navegação. Sugeri um levantamento dos sedimentos do fundo da baía e verificou-se que ela não tinha energia suficiente para eliminar os sedimentos que fossem trazidos com as embarcações. Ficaria tudo depositado. Nessa ocasião, muitas madeireiras estavam se instalando na serra do Mar, bem perto do litoral paranaense. O desmatamento acabaria com o porto. Ia desabar tudo. Em um curso que ministrei na Escola Superior de Guerra fui taxativo: "Derrubem a mata e podem esquecer o porto de Paranaguá." O corte foi proibido imediatamente. O tombamento, claro, foi posterior e contou com a participação ativa da Associação de Defesa e Educação Ambiental, a Adea, uma das primeiras ONGs verdes do país.

Quando surgiu o seu interesse pela natureza?

Penso que nasceu naqueles domingos em que meus pais me levavam a bordo de um Ford T para passear nos arredores de Curitiba. Nesses passeios, aprendi a apreciar a paisagem e o modo de vida da área rural. Passei a infância em uma casa ampla com quintal grande, onde eu ajudava na horta, no pomar e no trato das aves. Todos os anos, desde 1931, também

>>>



Com os filhos Mônica, Laertes e Nicolau, em Caiobá, litoral paranaense, no final dos anos 1950



Em casa, com a mulher, Íris, e os filhos Mônica, Laertes (de óculos) e Nicolau, nos anos 1960

íamos à praia de Matinhos, no litoral paranaense, para desfrutarmos a natureza, fosse à beira-mar ou nos passeios perto da serra. Quando menino, adorava essas excursões, penetrando na floresta e escalando os morros. Sei que gostava daquilo que hoje se chama ecologia. No entanto, lamentavelmente, hoje o termo tem sido descaracterizado, prestando-se a zombaria ou a modismos políticos. Para muitos, ecologista significa um sujeito exagerado, sonhador, radical ou poeta, não digno de atenção. É necessário rever essa abordagem.

O senhor se considera um pioneiro nessa área? Participei de inúmeras campanhas de educação ambiental e de defesa do meio ambiente, realizando palestras, publicando artigos em jornais e organizando dois pequenos museus de ciências naturais, um em Curitiba e outro em Matinhos. Apesar disso, não me considero pioneiro. Quando eu voltava de qualquer trabalho de campo, falava com a Íris, minha esposa, sobre as constantes ameaças ao meio ambiente, sobre os riscos de sua destruição. E ela foi ficando cada vez mais interessada no assunto. A ponto de, no início dos anos 1970, criar o Movimento de Educação Ambiental.

Não havia estatuto, era uma ação informal. Foi assim que surgiu a Adea.

Como foi que o senhor conheceu sua esposa? Em uma excursão da universidade, vi uma moça com dificuldade para desenhar uma cerâmica. Me aproximei dela e me ofereci para ajudar. Desde então estamos juntos, um ajudando o outro. Era a Íris [risos]. Tivemos três filhos: Mônica, Laertes e Nicolau.

O senhor se envolveu também em uma ação popular movida contra a destruição do parque estadual de Vila Velha, não é?

Em 1978, eu e outros colegas movemos uma ação popular contra a empresa de turismo Paranatur pela destruição de Vila Velha. No meio do parque foram instalados restaurantes, lanchonetes, piscinas... O parque foi descaracterizado por completo. Quando vimos aquilo, fomos imediatamente contra. Ganhamos a causa só 25 anos depois.

Em que pé está o museu de geologia em Vila Velha? O prédio, já construído, tem cerca de 3 mil metros quadrados. Mas infelizmente acabamos perdendo muitos recursos, cerca de R\$ 3,5 milhões, por falta de vontade política. O museu não tem que ser de um gover-

nador; é das pessoas e para as pessoas. Esse museu é o meu sonho e será o meu canto do cisne. Para concebê-lo, inspirei-me nos mais de 400 museus que visitei ao redor do mundo durante minha vida e propus um museu de geociências com espaços virtuais, onde se possa assistir, em cenários, do *Big Bang* à evolução da Terra. Fiz isso para que crianças e jovens descubram a geologia. E para que turistas saiam do parque com uma impressão diferente.

Dos trabalhos que realizou, de qual o senhor mais se orgulha? O que trata do estudo das paleocorrentes.

Mais até do que seus trabalhos sobre quiromancia [risos]? Como é que vocês sabem disso? Era tudo uma grande brincadeira. Quando eu e outros colegas fazíamos pesquisa de campo, longe de casa às vezes durante semanas, a gente se reunia no fim do dia para espairecer um pouco. Nessas rodas, nos divertíamos muito um lendo a mão do outro, fazendo previsões. Algum tempo depois me surpreendi ao saber de alguns participantes daquelas sessões que minhas previsões tinham se concretizado. Pura coincidência, claro. Eu não passava de um quiromante de araque [risos]. 



FOTO: CECIV RODRIGUES

16 DE SETEMBRO DE 2010

Ondas gravitacionais são uma consequência direta da relatividade geral. Isso não é só o que a teoria nos diz, mas também o que as observações indicam

Madrugada de 16 de setembro de 2010. O relógio marca 3h42min (hora de Brasília). Computadores em Washington e Louisiana (Estados Unidos), em Hanhoyer (Alemanha) e em Cascina (Itália) acusam independentemente um sinal que pode ser a primeira detecção direta de uma onda gravitacional – uma ondulação suave no tecido espaço-temporal, causada por matéria em movimento e que se propaga à velocidade da luz (300 mil km/s).

A história das ondas gravitacionais remonta aos idos da década de 1930. Em 1936, o físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955), trabalhando com um jovem físico norte-americano, Nathan Rosen (1909-1995), concluiu que ondas gravitacionais não existiam.

Esse resultado foi submetido à prestigiosa revista *Physical Review*, que, contudo, recusou o trabalho, devido ao parecer negativo de um árbitro anônimo – esse consultor foi o físico norte-americano Howard Robertson (1903-1961), como divulgado muito depois.

Apesar de Einstein ter recebido muito mal a crítica – nunca mais submetendo artigos completos ao periódico –, ele estava errado, e Robertson certo: ondas gravitacionais são uma consequência direta da relatividade geral.

Isso não é só o que a teoria nos diz, mas também o que as observações indicam. Em 1974, os físicos norte-americanos Russell Hulse e Joseph Taylor descobriram um sistema de duas estrelas supercompactas (com massas 40% maior que a do Sol), cujas órbitas, muito próximas, fazem com que elas, em menos de oito horas, deem uma volta completa uma ao redor da outra – a título de comparação, vale lembrar que a Terra precisa de 365 dias para orbitar o Sol.

A descoberta de Hulse e Taylor já é, por si só, muito interessante, mas o que a torna extraordinária é o fato de as estrelas estarem lentamente se aproximando uma da outra. Medidas precisas indicam que isso acontece porque o sistema está perdendo energia pela emissão de ondas gravitacionais.

Faltava, então, detectar essas ondas diretamente. Mas isso não é nada simples, porque as ondas gravitacionais são, em geral, muito tênues. Por exemplo, quando as ondas gravitacionais emitidas pelo sistema de Hulse e Taylor chegam à Terra, elas distorcem o espaço (assim como o tempo), fazendo nosso planeta oscilar e alterando o raio da Terra em uns meros milésimos de bilionésimos de milímetro. Mesmo assim, os cientistas assumiram o desafio, construíram detectores supersensíveis e ficaram à espreita.

O sinal acusado pelos computadores em 16 de setembro de 2010 era perfeitamente compatível com ondas provenientes de um sistema binário com algumas massas solares, situado a uns 200 milhões de anos-luz da Terra – cada ano-luz equivale a cerca de 9,5 trilhões de km. Havia, contudo, um último ‘porém’. Por medida de precaução, falsos sinais são injetados deliberadamente, de tempos em tempos, para testar a eficiência dos programas.

Aquilo que os computadores viram seria um desses falsos sinais?

A resposta foi dada semanas depois, quando o envelope contendo a resposta foi aberto diante dos olhos atentos dos cientistas envolvidos na colaboração e que já tinham inclusive escrito o artigo que seria publicado...

Oh, não! O sinal de 16 de setembro era, de fato, um desses falsos sinais. Com minhas escusas ao vernáculo, haja ‘pa...ciência’.

GEORGE MATSAS
Instituto de Física Teórica,
Universidade Estadual Paulista

Supermercados: espaços de cultura científica?

Ciência é utilizada para estimular o consumo de diversos produtos

LUIS FELIPE DIAS TROTTA
MOEMA DE REZENDE VERGARA

Museu de Astronomia e Ciências Afins,
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação



A ideia de ciência como atividade que traz benefícios e progresso para a humanidade é bem disseminada. Por isso, quando um produto industrial utiliza termos científicos em sua embalagem ou em sua propaganda, os consumidores são levados a crer que aquele produto é inovador ou apresenta vantagens em relação aos concorrentes. O uso da ciência – ou do conceito de ciência existente na sociedade – para estimular o consumo, por ampla variedade de produtos, torna os supermercados e locais afins divulgadores coadjuvantes de ciência?

A ciência está tão difundida na sociedade que uma simples ida ao supermercado pode suscitar uma série de questões relacionadas a esse campo do conhecimento. Nas prateleiras vemos grande quantidade de produtos que apresentam, nos rótulos e nas propagandas, diversas referências a termos científicos. É o caso daqueles que dizem ter vitaminas e sais minerais, lactobacilos vivos e até elementos químicos como zinco, selênio, potássio e ferro, a exemplo de certos pudins, pães e achocolatados. O uso dessas palavras visa chamar a atenção do consumidor e convencê-lo de que um produto é melhor que os demais por ser enriquecido com determinados elementos, incluir novas tecnologias ou produzir efeitos mais precisos.

Um sabão em pó alega ter uma tecnologia que remove manchas mais que os outros, pois é multiação. Há iogurtes que dizem conter *Dan regularis*, bacilo que ajuda o intestino, pastilhas para vasos sanitários que afirmam ter bicarbonato de sódio em sua fórmula e muitos outros exemplos. De modo mais ou menos intenso, a ciência

presente em vários produtos é usada como forma de propaganda. Muitos desses conceitos são de entendimento relativamente fácil para boa parte do público, mas isso não acontece com outros, o que pode gerar uma mistificação da ciência.

Já que essas mercadorias são veículos de termos científicos, poderiam os supermercados ser considerados espaços de divulgação da ciência, ou lugares que contribuem para a formação de uma cultura científica?

Devemos ressaltar que o objetivo, aqui, não é verificar a validade dos efeitos alegados pelos produtos ou a veracidade dos processos tecnológicos supostamente usados em sua fabricação, e menos ainda checar se de fato contém os elementos e compostos anunciados. O que procuramos estabelecer é a relação entre público, ciência e *marketing*, entendendo como esse tripé está associado do ponto de vista da divulgação da ciência.

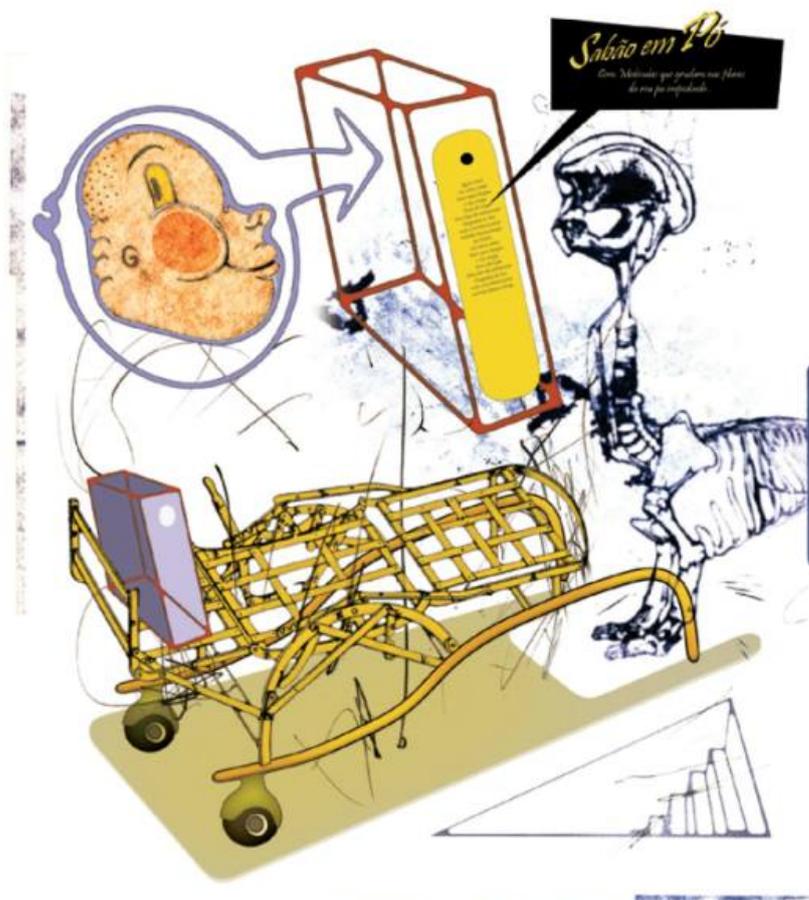
DIVULGAÇÃO NA PRATELEIRA Quando vê produtos com termos científicos, o consumidor – quer os entenda ou não – torna-se consciente da exis-

tência dessas palavras e de sua circulação na sociedade. Portanto, de alguma forma, os termos científicos nas embalagens divulgam algo no campo da ciência, ainda que de forma bem menos complexa e intencional do que as instituições voltadas especificamente para essa divulgação.

Alguns podem ver isso apenas como estratégia de propaganda: o 'marketing científico'. No entanto, o princípio básico dessa modalidade de marketing, segundo a cientista social Sarita Albagli, é o de que o conhecimento – e sobretudo o discurso que o contém – também é um produto. Nesse caso, o público deve ser seduzido pelo discurso e absorver a ideia de que consumir um conhecimento (ir a feiras científicas ou museus, adquirir publicações ligadas à ciência etc.) é bom para ele.

Nos supermercados, não se trata de transformar a ciência em produto, e sim de usá-la para auxiliar a promoção de um produto. No marketing científico, os recursos mercadológicos são aplicados para estimular o consumo do próprio conhecimento e de produtos relacionados às ciências. No caso do uso de termos científicos para atrair o consumidor, ocorre o inverso: o conhecimento científico é aproveitado no fazer mercadológico. Com base nisso, podemos entender o supermercado e outros locais afins como espaços coadjuvantes de divulgação da ciência.

Embora não seja um processo bem elaborado e voltado para esse fim, algumas empresas educam o público quanto aos efeitos de seus produtos. Uma marca de detergente diz que moléculas de seu produto ligam-se a moléculas de gordura, removendo-a dos utensílios domésticos. Já uma marca de iogurte explica como agem os lactobacilos e as fibras, facilitando a digestão. Algumas margarinas e pães também informam como os minerais que contêm fazem bem ao coração. E marcas de xampu declaram que componentes como a queratina reforçam os fios dos cabelos.



Apesar do contexto mercadológico, essa 'educação' parca e fragmentária nos dá material interessante para análise. Essa 'ciência nos produtos' objetiva de fato mostrar a qualidade dos mesmos, contando com o entendimento por parte do público, ou é apenas uma estratégia de propaganda, que emprega a ciência como um adicional qualitativo socialmente legitimado e consagrado?

Um dos problemas da mistificação da ciência e dos produtos está nos termos colocados apenas no rótulo, sem aprofundar as informações. Nesse caso, o uso de conceitos que o público não domina apenas transmite a imagem de produto 'inovador'. Tais atitudes refletem valores culturais de uma sociedade e mostram que a ideia de

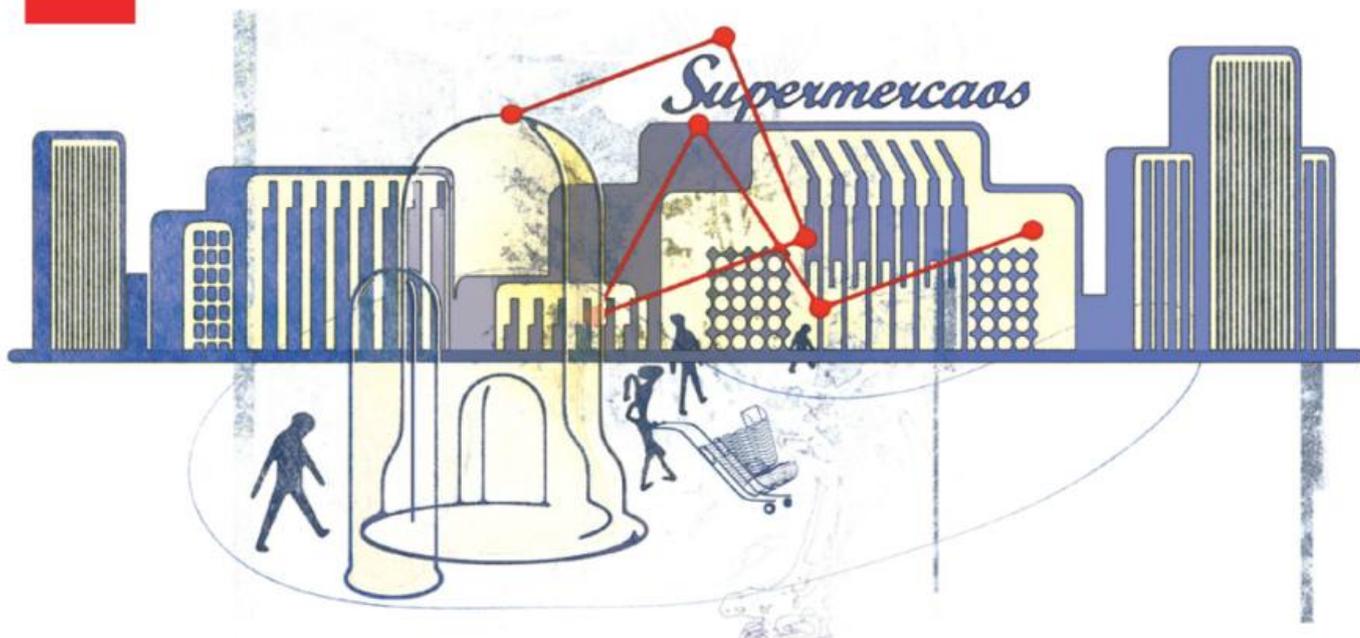
progresso, alinhada com uma visão evolucionista do conhecimento científico, ainda é muito presente. Essa cultura social que reconhece o valor da ciência pode ser observada no fato de que até empresas cujo público-alvo não tem um conhecimento científico mais elaborado usam palavras desse campo para estimular as vendas.

Portanto, mesmo admitindo que as empresas utilizam a ciência mais pelo que ela agrega como valor simbólico do que pela promoção do conhecimento em si, isso não significa dizer que não contribuem com a divulgação científica. Além disso, essas práticas permitem perceber como o conhecimento científico circula na sociedade e as múltiplas formas como se manifesta. Para uma empresa, talvez não importe se o consumidor sabe o que significam certos termos, e sim que os conceitos vinculados à ciência e à tecnologia carregam uma dimensão simbólica de qualidade, novidade e potência.

CIÊNCIA A SERVIÇO DO MERCADO O uso da ciência como forma de propaganda pode ter caminhos criticáveis ou até hilários. Um exemplo é o dos

O fato de o consumidor reconhecer minimamente os efeitos de alguns elementos demonstra a existência de uma cultura científica popular, ainda que informal e não especializada

>>>



óleos vegetais comestíveis que anunciaram não ter colesterol e com isso ampliaram as vendas. Na verdade, nenhum óleo vegetal tem colesterol. Também podem ser citados xampus que dizem não conter sal. A intenção é associar ao sal do mar o efeito nocivo da praia sobre os cabelos e induzir o consumidor a pensar que o xampu evita os danos da água do mar. Na realidade, os xampus contêm sal (cloreto de sódio), usado para dar consistência e fazer espuma. As quantidades, porém, são muito pequenas e não prejudicam os cabelos.

Todos esses processos contribuem para que as ciências e seus usos sejam entendidos como atividades sociais indissolúvelmente cognitivas e comunicacionais, como afirmou a historiadora da ciência Maria Margaret Lopes. Assim, não parece estranho ver os supermercados, de certa forma, como um espaço de apresentação de resultados de pesquisas científicas, mesmo admitindo que os 'marqueteiros' dão contornos diversos a isso.

Se a técnica do *marketing* consiste em 'o que dizer' e 'como dizer', a ausência de informações também faz parte dessa construção. É o caso dos estabilizantes, acidulantes e conservantes: existem em praticamente todos os produtos alimentícios industrializados, mas os fabricantes não fazem alarde sobre eles. Esses aditivos visam prolongar o prazo de validade

de dos alimentos, mas muitos são potencialmente cancerígenos. Sem eles, porém, alguns produtos que podem ser consumidos em até seis meses teriam validade de apenas dois dias.

Se existe uma cultura científica popular enraizada, é interessante analisar o público-alvo das empresas. Quem são esses consumidores? Podemos vê-los como um grupo hete-

Os supermercados atuam como espaços coadjuvantes de divulgação da ciência e contribuem para realçar a cultura científica imersa na sociedade

rogêneo, de diferentes classes sociais e níveis de escolaridade, e com necessidades e modos de receber as informações também variados.

Saber quantos consumidores conhecem os efeitos do que consomem exigiria uma pesquisa aprofundada. Escolas e meios de comunicação, porém, já disseminam alguns conhecimentos mais gerais, e essa informação difusa é usada pelas empresas para vender seus produtos. Embora não se possa equiparar essa transmissão de conhecimentos à divulgação da ciência feita em instituições especia-

lizadas, o fato de o consumidor reconhecer minimamente os efeitos de alguns elementos demonstra a existência de uma cultura científica popular, ainda que informal e não especializada.

Não é difícil encontrar pessoas que saibam que proteínas contribuem para a formação muscular, que raios ultravioleta podem causar câncer, que flúor protege os dentes, que muito açúcar tem ligação com diabetes e assim por diante. Pode-se concluir, portanto, que essa alfabetização científica mínima potencializa os efeitos da propaganda baseada em termos da ciência. No entanto, embora o objetivo do uso de termos científicos em embalagens e propagandas seja estimular o consumo, não podemos afirmar, no âmbito deste texto, que eles são diretamente responsáveis pelo aumento na venda de alguns produtos. Para isso, seriam necessários mais dados.

Os valores simbólicos da ciência e de sua utilidade 'inerente' permanecem ao longo das décadas. O discurso do bem da ciência foi apropriado por esse imenso mercado, que tudo abrange e torna vendável. Com isso, os supermercados atuam como espaços coadjuvantes de divulgação da ciência e contribuem para realçar a cultura científica imersa na sociedade. Essa presença poderosa da ciência é às vezes tão normalizada que sequer a percebemos. 



FOTO: CICERO RODRIGUES

Era essa mestiçagem predominante que conferia especificidade à sociedade hispano-americana, na qual brancos e quase brancos não superavam os 12%

A AMÉRICA DAS CASTAS

Em livro clássico, o historiador norte-americano Stanley Stein afirmou que, entre os aspectos trágicos da herança legada à América pela colonização, sobressai a de uma sociedade estratificada também pela cor e pela fisionomia, a elite de brancos, ou quase brancos, comandando a massa da gente de cor – fossem eles ‘puros’ (índios e negros), ‘mestiços simples’ (mulatos e mestiços), ou, misturados numa grande mescla, que na América Espanhola foi chamada de ‘castas’. Stein acreditava que “uma sociedade pode perpetuar as desigualdades sociais com eficácia muito maior quando a má distribuição de renda é sustentada pelo fenótipo”.

No início do contato entre europeus e nativos, os espanhóis tentaram considerar as estruturas locais de poder e *status* comparáveis às suas, sobretudo nas regiões densamente povoadas – México, Peru. Ali, incorporaram elementos da elite local, em especial os ‘colaboracionistas’, em cargos administrativos. Após algumas décadas, o problema dos mestiços, mulatos e *zambos* explodiu. Se a sociedade que se ia gestando era claramente definida nos extremos – de um lado, brancos europeus e *criollos* (nascidos na América, de pais espanhóis); de outro, negros e índios –, ela se complicava no meio, composto pelas mesclas raciais e repudiado pelos dois extremos.

Hoje, a mestiçagem é elemento importantíssimo para a análise e a compreensão das sociedades hispano-americanas. A mestiçagem conferia especificidade a essas sociedades, na qual brancos e quase brancos não superavam os 12%. O inglês John Elliott, um dos maiores historiadores vivos, ressaltou que, entre uma ‘república dos índios’ e uma ‘república dos espanhóis’, os mestiços não se integraram a nenhum dos polos e, ao longo do século 17, constituíram uma ‘casta’.

Existe, porém, um aspecto ainda pouco conhecido desse mundo: a ‘pintura de casta’, sem equivalente na América Portuguesa. Esse tipo de representação vicejou no México e no Peru, onde seu caráter específico foi dado pelas ‘castas de indivíduos’ nascidos do

cruzamento de brancos, índios, negros e orientais. Nas pinturas, as figuras humanas se destacam sobre quaisquer outros elementos, inclusive a paisagem, quase inexistente. O tom é bastante íntimo e o ambiente marcado pelos trabalhos domésticos ou profissionais (oficinas de sapateiros, padarias) a que marido e mulher se dedicam, registrando aspectos da vida material – cerâmica, tecidos, frutas com os nomes escritos.

Houve quem considerasse que as pinturas de castas floresceram como oposição às proibições formais da Coroa ante a proliferação de uniões pluriétnicas. Ou que se situavam a meio caminho entre as representações míticas das quatro partes do mundo e a dissecação científica, iluminista, dando forma ao desejo, então disseminado, de conhecer os grupos humanos no seu ambiente, atuando conforme seus costumes. Não por acaso, o século 18 foi o ponto culminante da sociedade de castas e o período ao qual pertence a quase totalidade das pinturas de castas, nas quais constavam, escritos junto aos indivíduos retratados, os vários termos empregados para designar misturas étnicas: *lobo*, *chino cambujo*, *passo-atrás*, *albino*...

Expressões de um mundo diverso do europeu, as pinturas de castas talvez tenham sido feitas para que os espanhóis que regressavam à pátria se lembrassem da América, que fora pródiga com eles. Daí fixarem os hábitos, os costumes, os frutos da terra... Pode ser ainda que expressassem o desejo, comum entre os *criollos* ricos e brancos, de se distinguir da maioria pobre e mestiça. Conforme observado pelo historiador mexicano Roberto Moreno de los Arcos (1943-1996) em bela publicação do Museu de Monterrey (*Las castas mexicanas – un género pictórico americano*, 1989), esses quadros parecem ser “um exercício de raciocínio taxionômico-antropológico”, por meio do qual os ilustrados hispano-americanos “que compartilham as ideias dos europeus adquirem, ao mesmo tempo, consciência clara daquilo que os distingue do Velho Mundo: o caráter multirracial de sua pátria, e se encarregam de classificá-lo”. **GN**

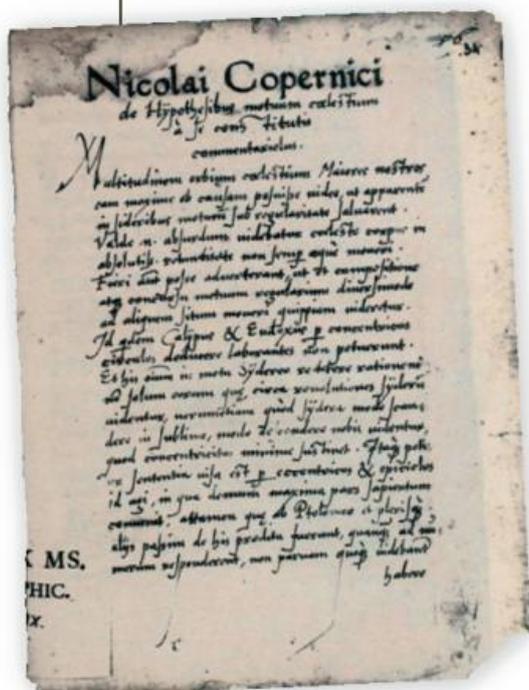
LAURA DE MELLO E SOUZA

Departamento de História,
Universidade de São Paulo

Preâmbulo da revolução copernicana

1512 HÁ 500 ANOS NICOLAU COPÉRNICO FAZIA CIRCULAR ENTRE AMIGOS O MANUSCRITO *COMMENTARIOLUS*.

O polonês Nicolau Copérnico (1473-1543) frequentou várias universidades europeias, tendo estudado medicina, direito canônico e economia. Mas sua paixão era a astronomia. Na história da evolução do conhecimento científico, Copérnico tem lugar de destaque, graças à sua obra *De revolutionibus orbium coelestium* (*As revoluções dos orbes celestes*). Em contraposição ao sistema geocêntrico, então em vigor, *De revolutionibus* apresentou o sistema heliocêntrico, desencadeando a chamada revolução copernicana. A obra foi publicada em 1543, mas as ideias de seu autor sobre o novo sistema estavam sendo gestadas havia muito tempo. Por volta de 1512, ele fez circular entre colegas um pequeno texto manuscrito, em latim, conhecido hoje como *Commentariolus*. Nessa obra de poucas páginas, Copérnico faz a primeira descrição de sua teoria heliocêntrica. Por conter dados que permitem analisar a formação e evolução do pensamento astronômico copernicano, o documento tem grande valor histórico (ver 'Trajetórias do manuscrito').



Uma das folhas do manuscrito *Commentariolus* depositada na biblioteca da Academia Sueca de Ciências, em Estocolmo

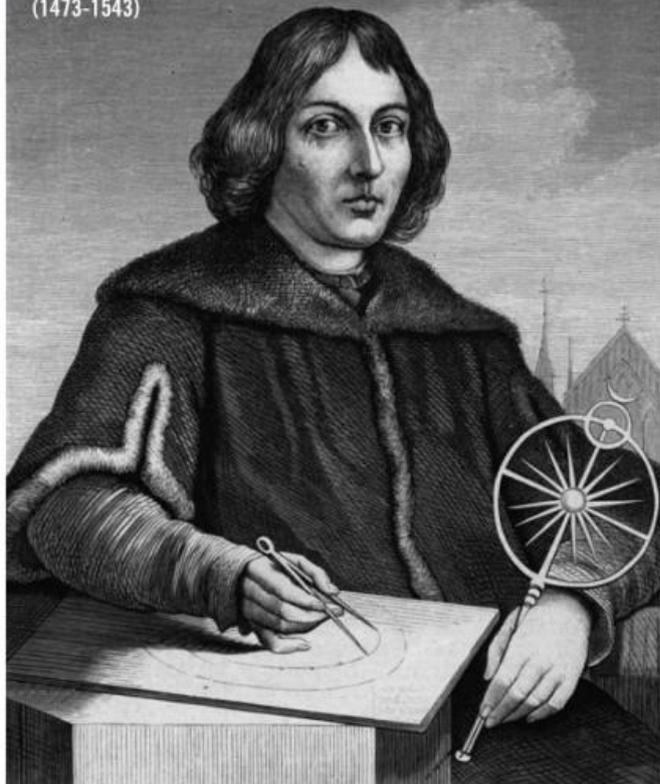
OTHON WINTER

Grupo de Dinâmica Orbital e Planetologia,
Universidade Estadual Paulista (campus Guaratinguetá)

PARA QUE SE COMPREENDA A IMPORTÂNCIA do *Commentariolus*, é preciso conhecer algumas características do modelo geocêntrico adotado à época. Os astrônomos da Antiguidade, ao notar certa regularidade e periodicidade no movimento dos corpos celestes, tentaram usar a composição de círculos uniformes para explicar esse movimento. A origem dessa proposta parece ter fundo filosófico, em que só o movimento circular uniforme é perfeito: sempre igual a si mesmo, fechado, sem início nem fim. Ao longo dos séculos, os astrônomos buscaram composições de círculos (ou esferas) em movimento uniforme para reproduzir os movimentos aparentes observados no céu, o que ficou conhecido como “procura de teorias para salvar fenômenos”. Na Idade Média, esses círculos ou esferas ganharam o nome ‘orbes’.

A procura de tais composições levou à criação de sistemas formados por círculos (ou esferas) que se movem sobre outros círculos (ou esferas). Chamou-se ‘deferente’ (ou seja, transportador) o círculo principal associado a cada corpo celeste, sobre o qual ocorre o movimento de círculos menores.

Nicolau Copérnico
(1473-1543)



Trajetórias do manuscrito

O registro mais antigo que se tem do *Commentariolus* foi feito pelo professor Matthew Miechów (1457-1523), da Universidade da Cracóvia, Polônia. Ao completar o inventário de sua biblioteca, em maio de 1514, incluiu o seguinte comentário: “Manuscrito de seis folhas expõe a teoria de um autor que postula que a Terra se move enquanto o Sol se mantém parado”. O registro se encaixa perfeitamente às características do *Commentariolus*.

Ao longo de sua carreira, Copérnico só teve um discípulo, George Joachim Rheticus (1514-1574), que recebeu uma cópia do manuscrito possivelmente redigida de próprio punho por Copérnico. Mais tarde, essa cópia chegou às mãos do astrônomo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601), um eficiente disseminador do documento. Brahe fez cópias do manuscrito e as distribuiu a astrônomos alemães. Como sabia que o autor do texto era Copérnico, intitulou-o *Pequeno comentário de Nicolau Copérnico sobre suas hipóteses acerca dos movimentos celestes*.

Hoje há três cópias conhecidas do manuscrito, que estão nas bibliotecas de Aberdeen (Escócia), Estocolmo e Viena. A primeira versão impressa do documento só seria feita na segunda metade do século 19.

Estes, apoiados sobre o deferente, foram chamados de ‘epiciclos’. A Terra – ou outro ponto, denominado ‘excêntrico’ – pode ser o centro do deferente. Quanto mais complexo o movimento aparente do astro, maior o número de epiciclos adotados para tentar reproduzi-lo.

O movimento de cada círculo (ou esfera) era geralmente uniforme, preservando o chamado Princípio da Regularidade. Mas, para “salvar fenômenos”, o astrônomo grego Ptolomeu (90-168) incluiu um ponto geométrico chamado ‘equante’ (que não coincidia com a Terra nem com o centro do círculo), em relação ao qual a velocidade angular do movimento principal é uniforme. A localização do equante é simétrica à da Terra em relação ao centro do círculo.

MODELO HELIOSTÁTICO Nos primeiros parágrafos do *Commentariolus*, Copérnico refere-se às abordagens adotadas pelos gregos para explicar o movimento dos planetas. Em particular, destaca que, além de excêntricos e epiciclos, Ptolomeu e outros astrônomos precisaram introduzir os equantes para tentar reproduzir as disparidades mostradas pelos dados numéricos das observações. Isso o incomodava, pois os equantes violavam o

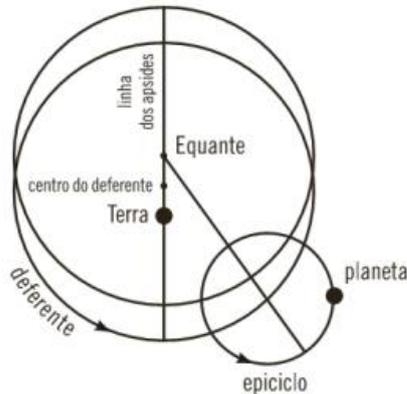
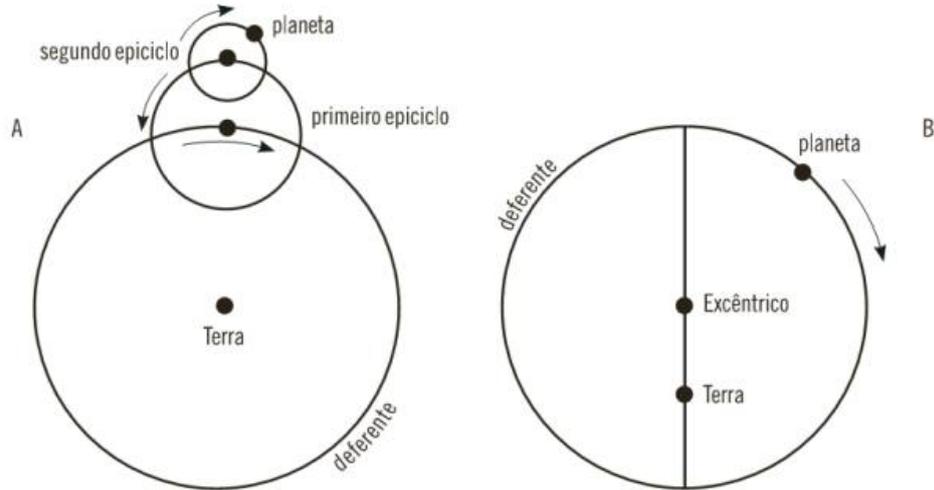
Princípio da Regularidade. Os planetas não se moveriam com velocidade uniforme em seus orbes deferentes nem em torno de seus centros.

Copérnico decidiu então apresentar um modelo que, além de resolver o problema, seria mais simples e conveniente, desde que atendidas as exigências destacadas a seguir: não há um centro único de todos os orbes, o centro da Terra não é o centro do mundo, mas apenas o da gravidade e do orbe lunar; todos os orbes giram em torno do Sol (portanto, o centro do mundo está perto do Sol); a distância entre a Terra e o Sol é insignificante se comparada com a distância às estrelas; o movimento aparente do firmamento se deve à rotação da Terra em torno de seu eixo; qualquer movimento aparente do Sol não é causado por ele, mas pela Terra e pelo nosso orbe, com o qual giramos em torno do Sol; os movimentos retrógrados aparentes dos planetas não pertencem a eles, mas à Terra (apenas o movimento desta explica muitas irregularidades aparentes no céu).

Após algumas argumentações relativas a tais exigências, Copérnico apresenta a ordem dos orbes e o período de revolução de cada um dos corpos. O mais alto é o das estrelas fixas, seguido de Saturno, Júpiter, Marte, Terra e Vênus; Mercúrio é o último.

>>>

Para reproduzir o movimento dos corpos celestes, os antigos astrônomos criaram modelos em que círculos se movem sobre outros círculos. Em A, temos o círculo principal, chamado deferente, sobre o qual se movimentam círculos menores, que receberam o nome de epiciclos. Em B, vemos que o centro do círculo deferente pode ser a Terra ou outro ponto, denominado excêntrico



O movimento em cada círculo era em geral uniforme. Mas, para “salvar fenômenos”, os astrônomos antigos incluíram um ponto geométrico chamado equante (que não coincidia com a Terra nem com o centro do círculo). A localização do equante é simétrica à da Terra em relação ao centro do círculo



A ordem dos planetas, segundo Copérnico

Em seguida apresenta os movimentos da Terra e suas conseqüentes implicações no movimento aparente do Sol. Copérnico dedica uma seção exclusiva à Lua, outra aos três planetas superiores (Saturno, Júpiter e Marte), uma a Vênus e finalmente outra a Mercúrio.

Apresentou assim um modelo que preservava o movimento uniforme (sem usar os equantes) e reduzia o número de orbes a 34 (o modelo de Ptolomeu tinha 40). O *Commentariolus* termina com a seguinte afirmação “(...) Portanto, bastam 34 círculos para explicar toda a estrutura do universo e a dança dos planetas”. Porém, em *De revolutionibus*, Copérnico refina o modelo e utiliza 48 orbes.

É importante lembrar que o modelo heliocêntrico não surgiu com Copérnico. Os gregos antigos já conheciam modelos desse tipo. O mais famoso foi apresentado por Aristarco de Samos, três séculos antes da era cristã. Nele, Aristarco afirmava que a Terra tinha dois movimentos: o de rotação em torno do eixo que une seus polos, com duração de um dia; e o de translação ao redor do Sol, que dura um ano.

Se formos mais rigorosos na nomenclatura, devemos admitir que o modelo proposto por Copérnico não é heliocêntrico, mas heliostático, uma vez que nele o Sol não ocupa o centro de todos os orbes celestes, embora permaneça imóvel. De modo análogo, o modelo de Ptolomeu não era geocêntrico, mas geostático.

Para muitos astrônomos os círculos eram fictícios, puros instrumentos matemáticos. Para outros, eram reais: eles achavam que no céu havia esferas transparentes que transportavam os planetas. Nessa época havia uma divisão prática importante: a realidade era em geral uma preocupação dos físicos (filósofos); os astrônomos (matemáticos) preocupavam-se em produzir modelos que “salvassem os fenômenos”. Seguindo essa linha, Copérnico não se preocupou em apresentar bons argumentos físicos para o seu modelo. Tal abordagem só seria explorada nos trabalhos de Galileu (1564-1642) e Newton (1643-1727).

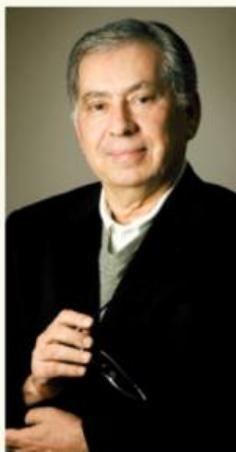


FOTO: OCCÉLIO RODRIGUES

Enquanto por um século e meio se concebe e se desenvolve a ideia da cidade como instância pública, uma parte maiúscula dessa mesma cidade é construída em esforço individual como instância privada

DESEJO E REJEIÇÃO

A cidade da modernidade se configurou a partir da Revolução Industrial e se tornou complexa pelo tamanho territorial e demográfico, antes jamais alcançado, e pelas exigências de infraestrutura e de serviços públicos. No início do século 20, se generalizou a ideia da cidade como instância pública. Até então, esta seria uma construção que resultava de interesses específicos, de setores ou estratos sociais.

A mudança do milênio vê, contraditoriamente, a expansão de modelos urbanísticos e de ocupação territorial que se opõem à 'condição urbana' – de certo modo fazendo retornar a cidade à instância privada. Tal ambiguidade estabelece um patamar para o debate sobre os rumos da cidade.

O sistema urbano brasileiro estava em processo de consolidação como instância pública, quando, a partir dos anos 1960, sofre inflexão importante. Razões externas ao urbanismo, no âmbito da economia e da política nacionais, influenciam no redesenho de nossas cidades.

Destacaria duas delas. Primeira, a opção preferencial do governo pelo transporte urbano no modo rodoviário, em detrimento do transporte sobre trilhos, então estruturador das principais cidades. Segunda, a inadequação da política habitacional ao crescimento urbano, o que obrigou famílias pobres a proverem suas moradias na irregularidade, em loteamentos ou em favelas.

Na prática, a cidade se construía em dupla vertente, ambas alheias à sua caracterização como instância pública: na informalidade dos loteamentos e favelas e na expansão aleatória e predatória de território, típica do modo rodoviário.

Mas há outros elementos que adentram o cenário brasileiro nas últimas décadas e que dispõem a cidade como instância privada: os condomínios fechados e os *shopping centers*. Ambos associados ao automóvel, exaltam a segmentação de funções urbanas. A multiplicidade e a variedade, valores do urbano, ali não são consideradas. O importante para

os promotores imobiliários e para os que aderem a tais propostas é a sensação de que o modelo é algo à parte do conjunto. Há uma explícita 'rejeição à cidade'.

Além disso, com o crescimento demográfico e a expansão do sistema urbano destituído de políticas públicas, as áreas informais adquirem relevo e, em alguns casos, passam a compor a maior parte das cidades. Isto é, enquanto por um século e meio se concebe e se desenvolve a ideia da cidade como instância pública, uma parte maiúscula dessa mesma cidade é construída em esforço individual como instância privada.

É nos anos 1990, com os programas de urbanização de favelas, como o Favela Bairro, realizado no Rio de Janeiro, e o Projeto Guarapiranga, em São Paulo, que se estabelece outro encaminhamento.

Nesses programas, urbanizar é uma intervenção abrangente e integral, implantando-se a infraestrutura e os serviços públicos, sob regulação do Estado. A integração urbanístico-social reforça a noção da cidade como instância pública. Ao reconhecer as preexistências urbanísticas e ambientais, potencializa os esforços que famílias pobres realizaram na concretização de seu 'desejo de cidade'.

Assim, sendo essa integração vitoriosa, fortaleceria o sentido público na construção da cidade. Assim, paradoxalmente, das áreas pobres – construídas à margem da regulação estatal, mas desejosas por cidade – emergiria um contraponto àqueles modelos privados, em geral ricos e perfeitamente regulados, que rejeitam o urbano.

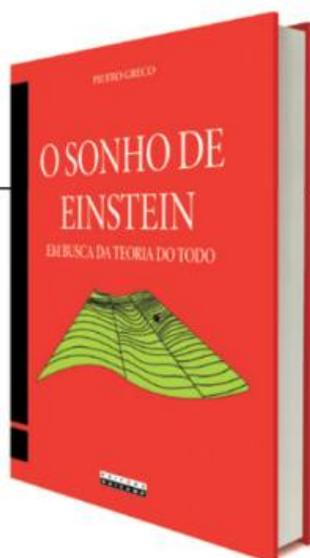
Permanece em aberto a identificação do rumo a tomar na mobilidade urbana, uma das estruturas da cidade. A questão de fundo é: prevalece a dispersão urbana, mantendo-se o privilégio ao rodoviário, ou busca-se a compacidade, fortalecendo-se uma rede que integre múltiplas modalidades no transporte público?

São fluxos em simetria que refletem a complexidade de nossas cidades. **CB**

SÉRGIO MAGALHÃES

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

RELATO DE UMA OBSESSÃO



O sonho de Einstein

Pietro Greco

Campinas,
editora Unicamp,
152 p., R\$ 36

AO RECEBER *O SONHO DE EINSTEIN* para preparar esta resenha, confesso que fiquei desconfiado. Com razão: não faz muito tempo, li o monumental *Einstein – sua vida, seu universo*, de Walter Isaacson (Companhia das Letras, 2007), com 656 páginas, comparado com o magrinho livro de Pietro Greco, com apenas 152. O que se poderia acrescentar à biografia do maior cientista do século 20, o único com a estatura de Isaac Newton? Mas Greco encontrou um nicho interessante: a obsessão de Einstein por uma teoria física unificada, sonho raramente detalhado em outras biografias.

Em geral, um físico passa toda a sua vida tentando produzir algum conhecimento que se destaque no seu tempo. Nos dias de hoje, em que a ciência é financiada e produzida em escala industrial, o reconhecimento pelos pares muitas vezes vem acompanhado de um grande esforço de autopromoção.

A ciência é uma atividade árdua, dura, extremamente competitiva, e é muito difícil obter destaque em qualquer área de pesquisa. Muito mais difícil ainda é inventar novas teorias que irão sobreviver décadas ou séculos (após o desaparecimento de seus criadores). Mudar os destinos da ciência (e consequentemente da humanidade) é um verdadeiro milagre na vida de um homem, de um mortal. Pouquíssimos conseguiram tal façanha. Albert Einstein (1879-1955) fez isso várias vezes ao longo de sua vida científica.

Além da fotografia da careta, Einstein é conhecido pelas duas teorias da relatividade (a especial, de 1905, e a geral, de 1916), pela famosa fórmula $E = mc^2$, e pelos seus históricos duelos intelectuais com o físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), em torno da mecânica quântica. Mas a grande obsessão de Einstein após 1916 foi a busca de uma teoria que unificasse em

Das loucuras da razão ao sexo dos anjos: biopolítica, hiperprevenção, produtividade científica

Luis David Castiel, Javier Sanz-Valero e Paulo Roberto Vasconcelos-Silva

Rio de Janeiro, editora Fiocruz, 188 p., R\$ 26

O modo como vem sendo produzido o conhecimento no campo da saúde é o objeto da reflexão dos três autores reunidos nesta obra. Eles discutem a multiplicação de estudos científicos que apontam para uma infinidade de riscos à saúde e à vida associados a comportamentos individuais. Para eles, a ciência estaria respaldando a 'sociedade do risco', onde as pessoas, de acordo com as mais recentes pesquisas, deveriam moldar suas condutas para afastar toda e qualquer ameaça. Porém, essa prevenção generalizada – ou hiperprevenção – seria atingível? O controle de riscos é o caminho para uma vida saudável, longa e feliz? A razão científica é suficiente para a solução dos problemas? Essas são algumas questões abordadas nessa discussão sobre o papel da ciência no contexto da saúde em nosso mundo globalizado.



um mesmo esquema descritivo, a gravitação e o eletromagnetismo, dois monumentos teóricos da física. Morreu aos 75 anos de idade sem conseguir (mas até hoje ninguém conseguiu!).

Pietro Greco descreve com precisão e interesse os caminhos que levaram Einstein a perseguir esse sonho, o ambiente da ciência alemã onde se educou e, mais tarde, o desenvolvimento da sua epistemologia, baseada em crenças muito íntimas do gênio.

O livro de Greco, no entanto, não é para leigos. Curiosamente, poderia ser recomendado como uma leitura complementar ao livro de Walter Isaacson, como um aprofundamento nas ideias de Einstein. Há alguns problemas na tradução, como 'teoria unitária dos campos' (o correto é 'unificada'; o termo 'unitária' tem um significado inteiramente diferente em física, relacionado a transformações temporalmente reversíveis). Outro exemplo é o uso sem tradução da palavra alemã 'weltbild', que poderia ter sido traduzida como 'visão de mundo', facilitando a vida do leitor. Existem outros pequenos problemas seme-

lhantes, mas que em nada comprometem a leitura.

Finalmente, o único fato que talvez não esteja inteiramente correto no livro é a afirmação de que o último grande trabalho de Einstein foi a teoria da relatividade geral, de 1916. É impossível obter dados quantitativos, mas é muito provável que o artigo que Einstein publicou em 1935 com Nathan Rose e Boris Podolsky, sobre a mecânica quântica, tenha sido citado muito mais vezes do que aquele da relatividade geral. Sob esse ponto de vista, seria portanto o seu trabalho mais importante. Uma curiosidade sobre esse trabalho é que seus argumentos foram refutados por Bohr apenas alguns meses depois (o artigo de Einstein, Rose e Podolsky apareceu em março de 1935 no *Physical Review*, e o de Bohr em julho no mesmo periódico). No final, Bohr provou estar certo e Einstein errado, mas o artigo de Einstein ficou muito mais famoso do que o de Bohr! Coisas da ciência.

Ivan S. Oliveira

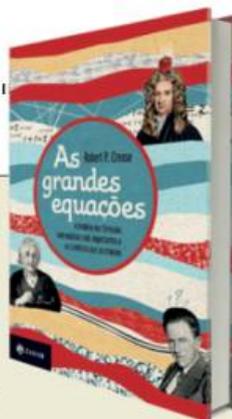
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

As grandes equações

Robert P. Crease

Rio de Janeiro, Zahar, 280 p., R\$ 39,90

Como calcular o lado de um triângulo retângulo? Por que a Terra não se perde no espaço? As respostas a essas perguntas e muitas outras podem ser dadas sob a forma de equações, cujo conceito é fruto do nosso esforço de compreender o mundo e atuar sobre ele. Esta obra conta de onde surgiram essas formulações matemáticas e como elas se desenvolveram e passaram a determinar a síntese do conhecimento sobre o mundo. Dividido em 10 capítulos – um para cada equação, como o teorema de Pitágoras e a lei da gravitação universal –, o livro não apenas conta a história dessas equações fundamentais como também dos personagens envolvidos em suas descobertas.



NO EXTERIOR

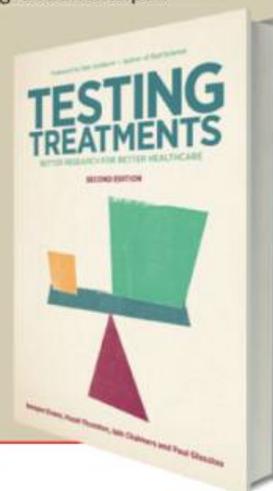
Testing treatments: better research for better healthcare

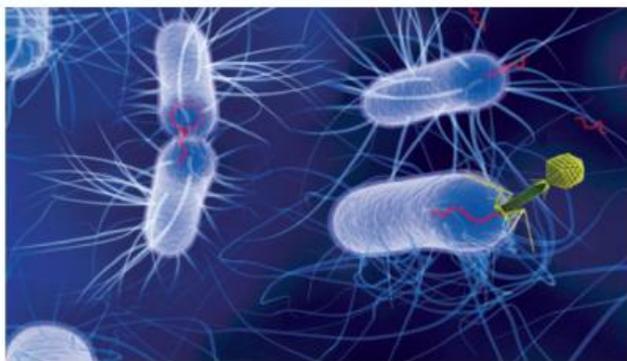
*(Testando tratamentos:
uma pesquisa melhor para um
melhor cuidado com a saúde)*

**Imogen Evans, Hazel Thornton,
Iain Chalmers e Paul Glasziou**

*Londres, Pinter & Martin, 199 p.,
versão on-line gratuita*

Como saber se um determinado tratamento realmente funciona? Quão confiável é a evidência? Como garantir que a pesquisa nessa área atenda as necessidades dos pacientes? Essas são algumas das questões abordadas nesta obra, publicada originalmente em 2006 e que agora ganha uma segunda edição revista e ampliada. Direcionado tanto a pacientes quanto a profissionais, o livro analisa os desafios associados à obtenção de evidências quanto aos resultados de intervenções clínicas e sua comunicação aos pacientes. Os autores também discutem como médicos e pacientes podem melhorar as pesquisas conduzidas atualmente e, assim, levar a uma consequente melhora dos tratamentos. A proposta do livro não é a orientação individual sobre as melhores terapias disponíveis, mas a promoção de um maior conhecimento sobre os testes de modo a reduzir as incertezas acerca de seus efeitos. A versão em PDF do livro está disponível em <http://www.testingtreatments.org/wp-content/uploads/2011/06/testing-treatments.pdf>.





SUPERBACTÉRIAS

Gostaria de parabenizar a revista e os autores do excelente artigo de capa 'Superbactérias: resistência a antibióticos desafia a medicina', na CH 287 (novembro de 2011). Com conteúdo esclarecedor e arte criativa, o trabalho certamente cumpre o objetivo último de "manter a população informada para ter condições de exercer sua cidadania e exigir seus direitos quanto à qualidade dos serviços públicos de saúde". Como leitor e assinante, apresento também uma crítica a respeito desse mesmo número da revista: o fato de todos os artigos serem assinados por pesquisadores do Rio de Janeiro, o que não é condizente com o papel plural que vem sendo adotado pelo Instituto Ciência Hoje e pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.

Moisés Elias Neto
Ribeirão Preto, SP

CH Agradecemos os elogios e lembramos que sempre buscamos equilibrar os artigos principais da revista com autores de diferentes regiões do país, mas, nessa edição, ocorreu de fato uma confluência de artigos do estado do Rio de Janeiro, embora um deles tenha sido assinado por um pesquisador da Universidade Federal do Ceará.

BUROCRACIA E CIÊNCIA

Michelle Klautau, na seção 'Opinião' da CH 287 (novembro de 2011), abordou uma questão importante, que atravança o estudo da biodiversidade no Brasil. As incertezas continuam, embora alguns entraves pareçam ter sido superados: o intercâmbio de material biológico consignado em coleções científicas, desde que não esteja listado na convenção internacional sobre proteção de espécies ameaçadas e não preveja acessar componente do patrimônio genético, depende apenas de documentação a ser firmada entre as instituições envolvidas (decisão oficial); e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento isentou da necessidade de autorização prévia de importação e de certificado sanitário de origem a entrada no país de material biológico fixado em formol, álcool ou glutaraldeído (a instituição que receberá o material deve estar cadastrada). Como citado pela autora, material científico do Museu Paraense Emílio Goeldi ficou retido por meses no aeroporto de Viracopos, em Campinas, porque as autoridades entenderam que se tratava de material comercial, mesmo após a diretora da instituição ter esclarecido que se tratava

de material científico do Museu (instituição pública, ligada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação) que estava sendo devolvido. Além de colocar em risco o material, isso acarretou enormes despesas (...). Em meados de outubro, foi cobrada taxa de importação de outro material que estava sendo devolvido ao Museu, porque o pacote foi classificado como contendo 'alimento', sabe-se lá por que razão, já que tinha toda a documentação exigida (...). Receber espécimes do exterior continua sendo um risco, sempre sujeito a surpresas desagradáveis. Se as instituições no Brasil não podem garantir que material solicitado em empréstimo será recebido e devolvido em boas condições, como podem solicitar material em empréstimo? Isso é um grande entrave à pesquisa em biodiversidade. (...)

Teresa C.S. Ávila-Pires
Museu Paraense Emílio Goeldi
Belém, PA

RESPONSABILIDADE

Como todo mês, o artigo de Franklin Rumjanek na CH 287 [sobre a responsabilidade social dos cientistas] é questionador, incisivo, muito bom. Parabéns. (...) O debate será acalorado sobre o tema, já que requer dos pesquisadores uma postura crítica que nem sempre lhes é permitida, seja pela mídia, seja pela

sociedade (de modo geral). 'Cobrar' dos pesquisadores um aviso sobre um terremoto, ou algo semelhante, é complicado, para dizer o mínimo, já que nem sempre é aberto a eles um canal efetivo – nossas publicações normalmente são por demais demoradas (artigos, resumos, palestras etc.). Não seria mais apropriado classificar o mau uso da ciência como prevaricação, o que é previsto pela legislação? Parabéns pela capacidade em se renovar, e ter a competência de, a cada mês, dar destaque a um tema meritório.

Gelson Genaro
Ribeirão Preto, SP

REAÇÃO CORRIGIDA

Sou leitor da CH, químico e bacharelado em letras. No número 288, de dezembro de 2011, no artigo sobre fogos de artifício, no quadro 'Oxidantes e redutores', a primeira reação ($2\text{KNO}_3 \rightarrow 2\text{K}_2\text{O} + \text{N}_2 + 2,5\text{O}_2$) está incorretamente balanceada. Para que haja a mesma quantidade de cada elemento antes e depois da seta, o correto seria: $2\text{KNO}_3 \rightarrow 2\text{K}_2\text{O} + \text{N}_2 + 2\text{O}_2$ (...).

Rodrigo A. Santos
Por correio eletrônico

CH O leitor está correto. A equação válida, segundo os autores do artigo, é de fato a indicada pelo leitor ($2\text{KNO}_3 \rightarrow 2\text{K}_2\text{O} + \text{N}_2 + 2\text{O}_2$).

CORREÇÃO

- O artigo 'Estatuto da Criança e do Adolescente: 20 anos de conflitos e conquistas' (CH 288, p. 71) citou a ex-deputada Maria do Rosário como atual Secretária de Direitos Humanos, mas na verdade ela é, hoje, ministra dos Direitos Humanos.



FOTO: CICERO RODRIGUES

COELHOS E NÚMEROS

O italiano Leonardo de Pisa (c.1170-c.1250), também conhecido por Fibonacci, é considerado o maior matemático da Idade Média. Filho de comerciante, viajou, na juventude, pelo norte da África, onde recebeu boa parte de sua educação.

Em seu retorno, Fibonacci publicou um livro influente, *Liber Abaci* (*O livro do Ábaco*), no qual relata algo – muito prático, por sinal – que aprendeu em suas viagens: o sistema numérico hindu-arábico – sim, o que usamos.

Esse sistema numérico, que facilita tanto os cálculos aritméticos, foi difundido na Europa graças aos esforços de Fibonacci. Exemplo (simples) de sua praticidade: tente calcular a gorjeta em um restaurante usando o sistema numérico romano...

O *Liber Abaci* ficou famoso também devido a um problema que Fibonacci apresenta e que levou à definição dos chamados números de Fibonacci, tema desta coluna.

Ao problema, então.

Em uma gaiola, há um casal de coelhos, animais com as seguintes propriedades – que, adiantamos, não fazem sentido do ponto de vista biológico: i) eles nunca morrem; ii) eles começam a cruzar com um mês de idade; iii) cada casal maduro gera um casal de coelhos por mês.

Perguntas: se começarmos com um casal, quantos deles teremos depois de, digamos, 10 meses? Como calcular quantos coelhos teremos em um dado mês?

Digamos que, em certo mês, tenhamos X casais. Alguns em fase de amadurecimento, e outros se reproduzindo. No mês seguinte, teremos mais casais de coelhos – vamos denominar esse acréscimo por Y. Portanto, depois de um mês, teremos X + Y coelhos.

Os Y casais que nasceram têm que esperar um mês para se reproduzir, enquanto os X casais estão maduros. Assim, no mês seguinte, teremos $X + Y + X = 2X + Y$ casais.

Repare: no primeiro mês, temos X casais; no segundo, temos X + Y; no terceiro, 2X + Y, que é a soma do número de casais nos dois meses anteriores.

Conclusão: o número de casais em certo mês é a soma do número de casais nos dois meses anteriores. Essa simples regra define os números de Fibonacci. Isso é um exemplo de uma relação de recorrência.

À prática. Começemos com um casal. No mês seguinte, teremos ainda o mesmo casal, pois o par estava amadurecendo. Segundo mês: $1 + 1 = 2$ casais. Terceiro mês: $1 + 2 = 3$. A sequência é, então, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89,... O método nos permite calcular rapidamente o número de coelhos em qualquer mês.

Essa sequência é recheada de propriedades interessantes, muitas descobertas por matemáticos amadores. Há até uma revista, *The Fibonacci Quarterly*, dedicada ao tema.

Os números de Fibonacci também estão relacionados com um número ‘belíssimo’, a razão áurea, assunto de nossa próxima coluna. **CM**

DESAFIO

Se calcularmos a razão de um número de Fibonacci com seu anterior, progressivamente, que número encontraremos?

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO Nossa dica era: 0,2422 é aproximadamente igual a $1/4 - 1/100 + 1/400$. Assim, a cada 400 anos, teremos $400 \times (1/4 - 1/100 + 1/400) = 100 - 4 + 1$ dias. Portanto, 100 dias foram introduzidos nos anos bissextos, mas isso passa um pouco da conta, porque nossa conta aí acima deu 97 dias. Para corrigir esse excesso, a cada 100 anos, não há ano bissexto. Mas, agora, tiramos quatro dias e ficamos um pouco aquém do correto (96 dias, um dia a menos, mais precisamente). Isso é corrigido, a cada 400 anos, com um ano bissexto. Esses acréscimos e subtrações garantem que o calendário fique sincronizado com o ano solar ao longo dos séculos.

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

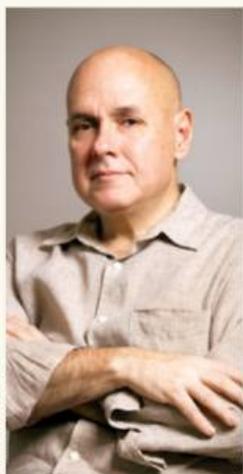


FOTO: CICERO RODRIGUES

Como as imbaúbas em relação às matas que as abrigam, tais sinais indicam que, em algum momento, algum desastre aconteceu, nas vidas e nas mentes dos perpetradores dessas ações

DAS PLANTAS E DA VIOLÊNCIA

A árvore conhecida como imbaúba-branca – *Cecropia hololeuca*, na notação botânica – pode ser avistada com facilidade, no que restou da mata atlântica, por suas folhas claras, que refletem a luz do Sol. Desde criança, na subida para as serras de Petrópolis ou Teresópolis, chamava-me a atenção a presença daquelas folhas, destoantes da variedade dos matizes de verde que se impunham à visão. No entanto, o efeito de embelezamento posto por esse contraste logo se desfazia com a lembrança paterna de que a incidência da imbaúba, além de indicar a presença de água no terreno, atesta que a floresta que a abriga é recente. Na melhor das hipóteses, mata secundária ou, se calhar, terciária...

Por vias tortas, a beleza das imbaúbas revela um cenário anterior de destruição implacável de florestas, de desmatamentos e queimadas sucessivas. As imbaúbas são um indício de que os humanos são, entre outros muitos atributos, animais que queimam florestas.

Ao pensar nas imbaúbas, sobrevém a mente o tema dos ‘marcadores da natureza’. A lembrança salienta o quanto a observação científica e sistemática da natureza orienta-se por ‘indícios’. Com efeito, espécies e eventos naturais não são unidades estáticas, mas sim elementos de passagem – e condições de inteligibilidade – para outras espécies e eventos e para o ambiente que os circunda.

A evocação de uma natureza tão configurada pelos hábitos sociais autoriza a indagação: é possível, na observação da sociedade e da história, encontrar indícios semelhantes ao, digamos, ‘efeito-imbaúba’? Inclino-me por uma resposta positiva, apesar de saber que as normas da natureza são distintas das que (des)organizam a vida social. Isso porque os humanos, ao contrário das imbaúbas, têm vida mental e simbólica. Não são condutores irreflexivos de causas e de necessidades férreas. As preguiças – *Bradypus variegatus* e *B. torquatus* – que sobrevivem das folhas das imbaúbas, por exemplo, não podem decidir mudar seu cardápio, em função de alguma alteração em suas crenças dietéti-

cas. Aos humanos é dada, ao contrário, a possibilidade de interpretar as condições de sua presença no mundo e de, para o bem ou para o mal, agir sobre as causas de suas ações e comportamentos.

Ainda assim, é possível pensar em indícios e marcadores, como referências para a observação das sociedades e de sua história. Da mesma forma que imbaúbas revelam a calcinação pretérita das florestas, comportamentos humanos podem permitir o vislumbre de fatores de ordem mais geral. O sociólogo alemão Norbert Elias (1897-1990), na monumental obra *O processo civilizador*, percebeu que, na altura dos séculos 17 e 18, quando os humanos passaram a, com maior frequência, comer com talheres e a ouvir música em silêncio, algo de mais geral atravessava os hábitos europeus. De modo progressivo, Estados e governos passaram a controlar os instrumentos de violência – armas e homens dedicados a usá-las –, enquanto, no plano da vida social, regras de direito regulavam as contendidas. Ainda que com incidência incerta, precária e não universal, os valores de uma sociabilidade pacífica passaram a sobrepujar a defesa tradicional da valentia e da violência interpessoal. A isso Elias designou como o ‘processo civilizador’.

Não estamos, no entanto, condenados à civilização, tal como Elias a definiu. Ao contrário, abundam indícios de processos ‘des-civilizatórios’. São exemplos acontecimentos recentes na cidade do Rio de Janeiro, como a desfiguração de um jovem, massacrado por cinco outros jovens, ao defender um mendigo por eles molestado, ou a surra dada por rapazes egressos de uma casa noturna em uma moradora de rua. Como as imbaúbas em relação às matas que as abrigam, tais sinais indicam que, em algum momento, desastres aconteceram, nas vidas e/ou nas mentes dos perpetradores dessas ações. Ao contrário das plantas, que sobrevivem ao desastre e são indícios de recuperação, a violência delincente é sinal de que, no âmbito da vida social, coisas ainda piores podem acontecer. ■

RENATO LESSA

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

Novidades marcam o Ano Letivo de 2012 para as escolas da Prefeitura do Rio

Mais escolas em turno único, uma unidade vocacionada para o esporte e novas tecnologias para a alfabetização

O Ano Letivo de 2012 para as 1.066 escolas da Prefeitura do Rio de Janeiro foi iniciado no mês passado com mais novidades para os mais de 600 mil alunos do Ensino Fundamental. Mais escolas em tempo integral de turno único de sete horas estão atendendo os estudantes, o Ginásio Experimental Olímpico, primeira unidade da Rede Municipal vocacionada para o esporte, já está funcionando e o início da utilização do **Pé de Vento**, a versão da Educopédia para a alfabetização.

Este ano, as escolas em tempo integral de turno único foram expandidas. São mais 114 unidades que têm aulas em turno integral de sete horas, sendo 58 CIEPs, 19 Ginásios Experimentais Cariocas e o Ginásio Experimental Olímpico. Dentro do conceito de turno único, os alunos têm ao longo do dia mais aulas de Português, Matemá-



ca, Ciências, Educação Física e Inglês. Além disso, ainda terão disciplinas optativas, como Matemática Financeira, Artes e Leitura.

Entre as novidades para o ano letivo de 2012 também está a expansão do Ginásio Experimental Carioca, com mais nove unidades, sendo um Ginásio Experimental na Rocinha, e o primeiro Ginásio Experimental Olímpico, o GEO Juan Samaranch, em Santa Teresa. O programa, que atenderá alunos do 6º ao 8º Ano, tem como objetivo dar oportunidade para os alunos com aptidões esportivas desenvolverem seu potencial, sem abrir mão de uma educação de excelência.

Como ocorre desde 2010, os alunos das escolas da Prefeitura vêm sendo alfabetizados ao fim do 1º Ano. Para isso, os professores alfabetizadores continuam sendo capacitados e, agora, contam com o **Pé de Vento**, a versão da Educopédia para a alfabetização. A Educopédia é uma plataforma de aulas digitais online, preparadas por professores da Rede Municipal.



