

CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

NÚMERO 315 | VOLUME 53 | JUNHO 2014 | R\$ 10,95

ESPERANÇA NO FUTEBOL

Atletas de menor fama também mudam sua vida por meio do esporte

NÃO É PIADA!

Saiba por que rimos e como o humor é processado no cérebro

ÁGUA NO BRASIL

Excesso e escassez são problemas crescentes



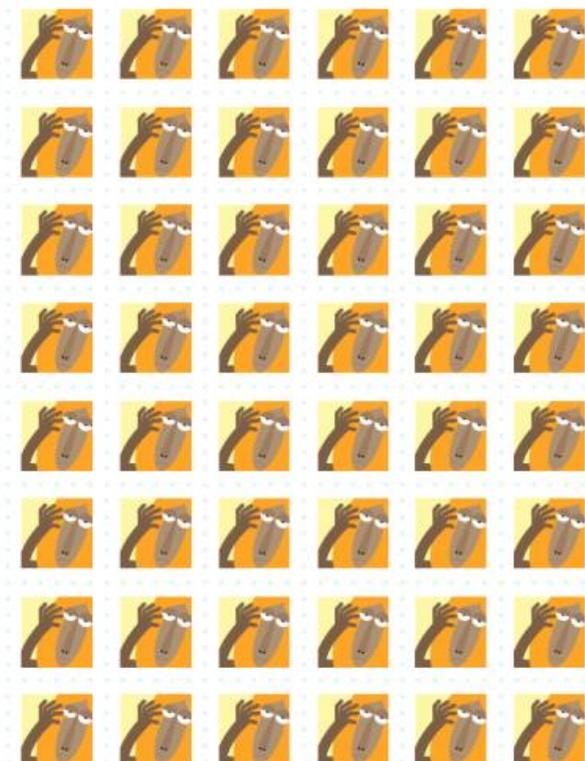
A VIDA REPROGRAMADA

Biologia sintética redesenha organismos para múltiplas funções





UM POUQUINHO DO QUE
VOCÊ GASTA COM O SEU
BICHINHO DE ESTIMAÇÃO



PODE SALVAR NOSSOS
BICHINHOS DE EXTINÇÃO.

ACESSE
SOSMA.ORG.BR.



A PARTIR
DE R\$50/ANO
VOCÊ JÁ
PODE AJUDAR.

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

DIRETORIA

Diretor Presidente | Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF)
Diretores Adjuntos | Caio Lewenkopf (Instituto de Física/UFRJ) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ) • Otávio Velho (Museu Nacional/UFRJ)
Superintendente Executiva | Elisabete Pinto Guedes
Superintendente Financeira | Lindalva Gurfield

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 Araujo (Departamento de História/PUC-Rio) | Ciências Ambientais – Jean Remy Guimarães (Instituto de Biofísica/UFRJ) | Ciências Exatas – Ivan S. Oliveira (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) | Ciências Biológicas – Andrea T. Da Poian (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ)

REDAÇÃO

Editora Executiva | Alicia Ivanissevich; **Editora Assistente** | Thais Fernandes; **Editor de Forma e Linguagem** | Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** | Ricardo Menandro; **Sector Internacional** | Cássio Leite Vieira; **Repórteres** | Henrique Kugler, Marcelo Garcia e Sofia Moutinho. **Estagiários** | Gabriel Toscano, Isabelle Carvalho, Isadora Vilarde e Lucas Lucariny; **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)

SUCURSAIS

NORTE | Manaus | Coordenador científico | Ennio Candotti | End.: Museu da Amazônia – MUSA – Av. Constelação, 16, Conjunto Morada do Sol, Aleixo. CEP 69060-081 Manaus, AM. Tel.: (92) 3236-5326

SUL | Curitiba | Correspondente | Roberto Barros de Carvalho (chsul@ufpr.br). End.: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Comunicação Social, Rua Bom Jesus, 650, Juvevê. CEP 80035-010, Curitiba, PR. Tel.: (41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do Paraná

SÃO PAULO | Correspondente | Vera Rita da Costa (verarita@cienciahoje.org.br). Tel.: (13) 99756-0848 e (13) 3329-4803.

PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL | **Superintendente** | Ricardo Madeira; **Publicidade** | Sandra Soares (gerente). End.: Rua Dr. Fabricio Vampre, 59, Vila Mariana, CEP 04014-020, São Paulo, SP. Telefax: (11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura** | **Gerente** | Fernanda L. Fabres.

Telefax: (21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br)

REPRESENTANTES COMERCIAIS

BRÁSILIA | Joaquim Barroncas – Tels.: (61) 3328-8046/9972-0741.

PRODUÇÃO | Maria Elisa C. Santos; Irani Fuentes de Araujo

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.: (21) 2109-8999 – Fax.: (21) 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.: (11) 3355-2130.



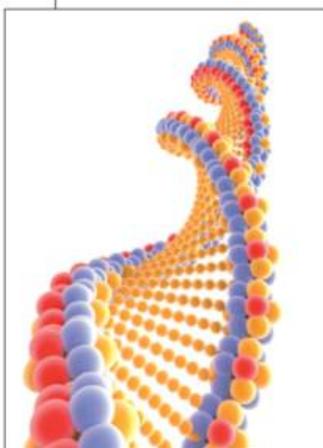
REPROGRAMAR PARA MELHORAR

Uma nova área de estudos começa a despontar nos laboratórios brasileiros. É a chamada biologia sintética. Mas o que exatamente seria isso? Trata-se de um campo de pesquisa que busca reprogramar organismos para obter aplicações biotecnológicas e biomédicas. Em outras palavras, seres vivos como bactérias ou plantas podem ter seu material genético modificado com o objetivo de melhorar a qualidade da vida humana e do ambiente.

Alguns exemplos: vazamentos de petróleo no mar controlados por micro-organismos; enfermidades tratadas por 'máquinas' microscópicas que atacam as células doentes, preservando as sadias; lâmpadas bioluminescentes; 'aparelhos' diminutos que atuam como fontes energéticas renováveis, não poluentes e autossustentáveis. A lista dos benefícios da biologia sintética é extensa e ainda está em construção – depende de nossa imaginação e do aperfeiçoamento das ferramentas empregadas.

Cientistas do mundo todo e com diferentes formações – biólogos, físicos, químicos, engenheiros, entre outros – vêm trabalhando nesse sentido, para tornar reais as promessas dessa nova área do conhecimento. E, apesar de a participação do Brasil ter crescido, é necessário incentivar as novas gerações de pesquisadores a conhecer as técnicas existentes e usá-las com criatividade e de modo responsável, pensando no impacto que terão na sociedade e nas suas implicações éticas.

A redação



CAPA: PASIEKA/SCIENCE PHOTO LIBRARY/ SPL RF/ LATINSTOCK.

APOIO:



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

O LEITOR PERGUNTA	4	O que é um telhado vivo? Em acústica, o que é ruído branco? A usina hidrelétrica de Balbina foi um grande desastre. Desativá-la não seria a melhor opção? Por que os peixes de água salgada são mais coloridos do que os de água doce?
CH ON-LINE	3	
ENTREVISTA	6	SCOTT WEEMS HUMOR LEVADO A SÉRIO Neurocientista relata resultados de pesquisas sobre o humor
EXATAMENTE	11	O MELHOR DOS MUNDOS Princípio da ação mínima, importante na física, surgiu em outro contexto
MUNDO DE CIÊNCIA	12	

FUTEBOL: ESPERANÇA DE MUDAR DE VIDA **18**

Mesmo para os atletas que não conseguem fama e altos salários, o futebol pode ser rota alternativa para maior qualidade de vida
 Por José Antonio Vianna



POR QUE É TÃO DIFÍCIL ACEITAR A EVOLUÇÃO? **24**

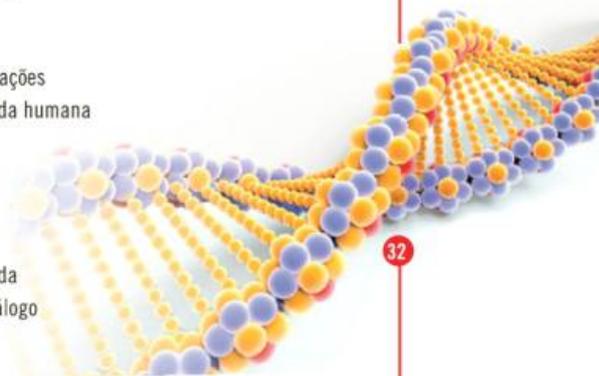
Rejeição à teoria evolutiva está associada a falta de conhecimento sobre natureza da ciência e sobre evolução e à religião
 Por Rodrigo Hirata Willemart e Antonio Carlos Marques

VÍTIMAS DAS PROBABILIDADES **28**

Erros estatísticos que levaram a condenações injustas permitem reflexão sobre o método científico e seu emprego nos tribunais
 Por Athayde Tonhasca Jr.

BIOLOGIA SINTÉTICA: O DESAFIO DA REPROGRAMAÇÃO DE ORGANISMOS VIVOS **32**

Técnicas que alteram seres vivos geneticamente, para aplicações em áreas variadas, trarão melhorias para a qualidade da vida humana
 Por Rafael Silva Rocha e Tie Koide



NOVO HORIZONTE DA FÍSICA: A NATUREZA COMO ARTE **38**

Nova visão da ciência propõe relação com a natureza baseada não em controle e determinismo, mas em compreensão e diálogo
 Por Rodrigo França Carvalho

A PROPÓSITO	17	A IDADE DA METILAÇÃO Novo método genético para avaliar envelhecimento poderá ter uso na medicina
EM DIA	43	LUZ AOS METAIS Presença de metais tóxicos em objetos comuns é detectada por teste de raios X
	44	PRAIA TÓXICA Componentes de filtros solares usados no Brasil podem causar distúrbios hormonais
	48	JUVENTUDE LÍMITROFE Estudo analisa vida de jovens que transportam drogas na fronteira Brasil-Paraguai
LINHA DO TEMPO	51	O PESO DA ESCRAVIDÃO Período escravagista, tema de muitos estudos, marcou consciência brasileira
OPINIÃO	52	ÁGUA NO BRASIL: EXCESSO, ESCASSEZ E PROBLEMAS CRESCENTES Falta de definição legal e proteção para áreas úmidas gera prejuízos econômicos e sociais
POLÊMICA	54	VACINA CONTRA HPV
	54	ALGUNS ESCLARECIMENTOS Vacinação é segura e quebra propagação do vírus
	55	IMUNIZAÇÃO CONTROVERSA Estudos lançam dúvidas sobre eficácia da vacina
CIDADE INTEIRA	57	NADA DE RESPOSTA ÚNICA Problema da habitação no país exige soluções variadas
MEMÓRIA	58	O MEIO É A MENSAGEM Obra lançada há 50 anos se tornou um clássico da comunicação
RESENHA	60	UMA GRANDE HISTÓRIA Resenha do livro <i>O cerne da matéria</i> , de Rogério Rosenfeld
CARTAS	62	
QUAL O PROBLEMA	63	DOIS GENERAIS Conexões não confiáveis afetam desenho de redes de computação
SOBREHUMANOS	64	O ABISMO DO GUARUJÁ As redes sociais e os linchamentos teriam algo em comum

NOTÍCIAS

GALERIA

INSTITUTO CH

VIDEO



FOTO FRAN LINDEN - SIC.HU

MEDICINA > Músculo regenerado

Material extraído de bexiga de porco induz regeneração da musculatura humana em pessoas que sofreram lesão do tecido. Implantado cirurgicamente, o material mobiliza células-tronco do próprio paciente que promovem a recuperação.

> <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias>



IMAGEM BOB NICHOLS - BRISTOL UNIVERSITY

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

PALEONTOLOGIA > Primeiros animais filtradores

Descoberta de novos exemplares do artrópode *Tamisiocaris borealis* revela que a espécie foi precursora na obtenção de alimento a partir da filtração da coluna d'água, como mostra Alexander Kellner em sua coluna de maio.

BÚSSOLA > <http://cienciahoje.uol.com.br/blogues/bussola>

REALIDADE VIRTUAL > Quem tem internet vai a Roma

Projeto pioneiro de ciberarqueologia desenvolvido no Brasil cria versão 3D interativa da capital do império romano e simulação de uma mansão da Antiguidade.



ROMA - FOTO MARCELO PAVONI

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

FÍSICA > Chafariz de contas

Surpreendente experimento que 'viralizou' na internet é explicado pela primeira vez por professores universitários e serve de inspiração para o ensino da física a jovens.



REPRODUÇÃO

NOTÍCIAS > <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias>

ARQUEOLOGIA > Pedras falantes

Pesquisadores analisam a acústica do milenar círculo de pedras Stonehenge, na Inglaterra, e concluem que o monumento gerava interessantes efeitos sonoros: as rochas pareciam falar e o som se propagava do mesmo modo que no interior de uma sala.



FOTO SIMON WARE/GETTY IMAGES/COMING - CC BY 2.0

e muito mais >>>

Acompanhe a CH On-line também no



FELIPE CASTRO, POR CORREIO ELETRÔNICO

O que é um telhado vivo?

O TELHADO VIVO – também conhecido como telhado verde – é uma tecnologia que consiste na aplicação de solo e vegetação sobre uma superfície impermeável da cobertura de determinada edificação. É um jardim no telhado. A ideia é bastante disseminada em países europeus. A Alemanha, notadamente, tem longa tradição no uso dessa tecnologia – que é, na verdade, uma prática milenar, da qual os Jardins Suspensos da Babilônia são um exemplo.

O telhado vivo é um elemento construtivo alternativo mais sustentável do ponto de vista ambiental. Ele contribui na minimização de problemas urbanos e arquitetônicos: auxilia na redução do fenômeno climático conhecido como ‘ilha de calor’,

que ocorre em cidades de alto grau de urbanização; melhora o desempenho térmico e energético de uma edificação; promove resgate de fauna e flora; e ainda é útil no armazenamento das águas pluviais, contribuindo assim para não saturar os sistemas de canalização das cidades.

Dadas as suas vantagens, a tecnologia do telhado vivo apresenta grande potencial. Há diversas investigações científicas em curso acerca do tema. Estudam-se os tipos de vegetação – exótica ou nativa – mais apropriados para cada local; os tipos de substrato; os sistemas de impermeabilização; e também a relação dessa tecnologia com a biodiversidade. O uso do telhado vivo deveria ser mais difundido no cenário nacional, como já é em muitos países no hemisfério Norte.

Márcio Rosa D’Avila

FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO,
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL

FOTO: ERIK CHRISTENSEN / WIKIMEDIA COMMONS

JÚLIA SANTOS, POR CORREIO ELETRÔNICO

Em acústica, o que é ruído branco?

RUÍDO BRANCO é um som que resulta da ‘mistura’ de todas as frequências do espectro sonoro – e a potência do som deve ser distribuída uniformemente entre todas as frequências. Esse nome – ruído branco – advém de uma analogia com a luz: a luz branca contém todas as frequências do espectro visível. Analogamente, o ruído branco é um sinal sonoro que contém todas as frequências do espectro audível.

Um exemplo de ruído branco é o ruído térmico. Ele é produzido em certos casos quando uma corrente elétrica percorre alguns tipos de resistores e outros dispositivos. Outro exemplo é o som (uma espécie de chiado) que ouvimos em um rádio quando as estações não estão sintonizadas.

Uma das aplicações do ruído branco é a síntese de sinais de fala – para simular digitalmente, por exemplo, a voz humana. O aparelho fonador humano é um complexo gerador de sons que pode ser modelado artificialmente. Podemos, usando um gerador de pulsos com frequência e amplitude controláveis, gerar sons de vogais, por exemplo. E podemos, com um gerador de ruído branco, gerar fonemas como o ‘f’ e o ‘s’.

Outra importante aplicação do ruído branco é seu uso na produção do chamado ruído rosa. Este, se convenientemente equalizado, pode ser usado para gerar sons de chuva, cachoeira, vento, rios caudalosos e numerosos outros sons naturais.

Sidnei Noceti Filho

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA,
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA





FOTO: OLDMANES

EMANUEL SANTIAGO DA SILVA,
POR CORREIO ELETRÔNICO

A usina hidrelétrica de Balbina foi um grande desastre. Desativá-la não seria a melhor opção?

BALBINA é, de fato, um triste desastre ambiental (ver *CH* 64, p. 34-40). Localizada 150 km ao norte de Manaus (AM), foi construída em 1987 em uma área com topografia relativamente plana, formando um enorme lago raso. De acordo com o licenciamento ambiental da usina – assinado nove dias após a troca do titular do órgão ambiental responsável – a superfície do reservatório deveria estar a 46 m acima do nível do mar e alagar uma área de 1.080 km². No entanto, o reservatório foi enchido até 50 m acima do nível do mar e alagou uma área oficialmente estimada em 2.360 km². Mas estudos recentes de nosso grupo, baseados em imagens de satélite, mostram que essa área já atingiu 2.996 km².

O rio onde foi construída essa usina – rio Uatumã – tem pouca vazão e por isso é ineficiente para o funcionamento das turbinas responsáveis pela geração da energia elétrica. A bacia hidrográfica em questão é considerada pequena, o que, juntamente com a baixa altitude da queda d'água na barragem, significa pouca geração de eletricidade.

O potencial energético da usina é de 250 MW (com uma área semelhante, a usina hidrelétrica de Tucuruí, no Pará, tem capacidade instalada

de 8.370 MW). Mas, dos 250 MW de capacidade instalada de Balbina, somente 112 MW são, em média, gerados. E com as perdas da transmissão, apenas 109 MW chegam à cidade de Manaus. A capital amazonense usa, hoje, uma média de 1.000 MW, com picos de mais de 1.400 MW.

O que aconteceria se desativássemos Balbina? Parte da energia que abastece Manaus teria de vir da usina de Tucuruí – que, por sua vez, transmitiria menos energia para a região Centro-sul do país. Essa diminuição teria de ser compensada por um aumento na geração por termelétricas a gás.

Mesmo que queimar gás seja uma atividade poluidora, o impacto sobre o efeito estufa seria menor que o exercido atualmente por Balbina. Os níveis de emissão de gases-estufa dessa usina são bem maiores que os níveis que gerariam a mesma quantidade de energia a partir de combustíveis fósseis (ver *CH* 145, p. 20-25).

Um dia a substituição poderia ser feita por alternativas mais limpas, tais como geração eólica ou solar.

Philip M. Fearnside

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA DA AMAZÔNIA (INPA)

FOTO: FABIO PNU / ISUZU IMAGES / GLOW IMAGES

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



MARIANA RAMOS, POR CORREIO ELETRÔNICO

Por que os peixes de água salgada são mais coloridos do que os de água doce?

NA VERDADE, a maioria dos peixes marinhos é pouco colorida, assim como os peixes de água doce. A percepção de que os peixes de água salgada são mais coloridos decorre do fato de que grande parte dos peixes marinhos mantidos em aquários ou apresentados em vídeos provém de recifes de corais.

Os corais ocorrem em ambientes tropicais, onde há intensa luminosidade. Nesses locais há grande quantidade de organismos, como corais e

invertebrados, associados a algas, que usam a luz do Sol para produzir nutrientes pela fotossíntese ou se camuflar. Como diferentes sistemas fotossintéticos utilizam diferentes comprimentos de onda da luz solar, o resultado é uma grande multiplicidade de cores que, por meio da evolução, se reflete também nos peixes que habitam os corais.

Os peixes que vivem nesses ambientes estão adaptados à profusão de cores. Os padrões de colorido desses animais passaram a ser exacerbados ao longo do tempo pela seleção natural, seja para se camuflar ou para avisar potenciais predadores sobre os perigos de toxinas presentes em suas glândulas de veneno, como é o caso do peixe-leão. O ambiente estruturado e iluminado dos recifes de corais favorece também o desenvolvimento de comportamentos territoriais ou sexuais baseados na coloração.

Já os demais peixes do oceano não apresentam tantas cores. Os peixes marinhos pelágicos, isto é, que vivem em águas abertas, geralmente têm uma coloração baseada apenas em tons de cinza e reflexos prateados, e os peixes de profundidade costumam exibir somente um tom de cor.

A ideia de que os peixes marinhos são muito coloridos se deve a essa preferência pelas espécies de corais para exibição em aquários e também ao fato de os recifes de corais ocorrerem junto à costa. Sua proximidade com a praia cria a impressão, para aqueles que vivem em regiões costeiras tropicais, de que os peixes coloridos são predominantes, situação que não ocorre nas regiões temperadas e nas águas profundas.

Paulo A. Buckup

DEPARTAMENTO DE VERTEBRADOS,
MUSEU NACIONAL,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

O CONHECIMENTO EM UM CLIQUE!



Visite nossa LOJA VIRTUAL

The screenshot shows the homepage of the virtual store. At the top, there is a navigation bar with the logo 'LOJA VIRTUAL' and a search bar. Below the navigation bar, there is a promotional banner for 'REVISTA CIÊNCIA HOJE' with the text 'os melhores nomes da ciência no país já assinaram nossas páginas. Assine você também.' and a red 'ASSINE JÁ!' button. Below the banner, there are four columns of product images: the first shows a magazine cover titled 'Entulho eletrônico', the second shows a magazine cover titled 'Bate a grama lápis', the third shows a collection of small magazine covers, and the fourth shows a stack of magazines. At the bottom of the page, there is a footer with contact information, social media icons, and logos for payment methods like VISA and MANTER.

Publicações para todos os gostos e idades!

www.cienciahoje.org.br | www.lojaich.org.br

SCOTT WEEMS

HUMOR LEVADO A SÉRIO

Dois caçadores estão em um bosque, quando um deles desmaia. O outro pega o celular e liga para a emergência: “Acho que meu amigo está morto! O que faço?”. O atendente responde: “Calma, certifique-se primeiro de que ele está mesmo morto”. Há um silêncio e então se ouve um tiro. De volta ao telefone, o caçador diz: “Pronto, e agora?”.

Se você riu com essa piada, está entre a grande parte da população mundial que a considerou como a anedota mais engraçada de todos os tempos em uma votação promovida pelo psicólogo inglês Richard Wiseman, da Universidade de Hertfordshire. Mas por que achamos essa e outras histórias engraçadas? A ciência explica – mais especificamente o campo da humorologia (não é brincadeira!).

Nos últimos 10 anos, cientistas têm investido em estudar o humor e como ele é processado no nosso cérebro. O neurocientista norte-americano Scott Weems, da Universidade de Maryland, não faz parte diretamente dessas pesquisas, mas escreveu um livro inteiro dedicado a elas. Na obra *Ha! The Science of when we laugh and why* [*A ciência de quando e por que rimos*], ainda não traduzida no Brasil, o autor reúne os últimos resultados da área para mostrar por que o humor é tão importante em nossas vidas, contribuindo para nossa saúde e inteligência. Nesta entrevista, Weems nos dá um gostinho de seu livro e explica a ciência por trás de nossas gargalhadas.

SOFIA MOUTINHO | CIÊNCIA HOJE | RJ



O que acontece no nosso cérebro quando rimos ou achamos algo engraçado? Quando rimos, especialmente de algo de que gostamos, nosso cérebro libera dopamina, substância que causa a sensação de prazer. Chocolate e drogas como cocaína também estimulam a produção e liberação de dopamina, aumentando sua concentração em algumas regiões do cérebro. Quando rimos é como se ficássemos ‘altos’. Além disso, é ativado o cíngulo anterior, uma região cerebral. Essa parte do cérebro é ativada sempre que precisamos lidar com conflitos ou quando estamos confusos com algo. Ela fica muito ativa quando ouvimos uma piada, porque é basicamente isso que o humor é, uma situação contraditória, de surpresa, de choque. Rimos essencialmente de situações que nos forcem a integrar ideias incompatíveis que nos levam à confusão.

O ser humano ri quando está feliz ou acha graça, mas também em situações trágicas e de grande ansiedade. Esses risos são iguais em termos cerebrais? Até onde eu sei não existem muitas pesquisas nesse sentido que tenham olhado para o cérebro de pessoas

enquanto elas riam em um funeral ou algo do tipo. Mas acredito que é o mesmo processo, que a fisiologia é a mesma. É por isso que rimos de muito mais coisas que piadas. Eu mesmo já ri no funeral do meu avô. Às vezes, isso acontece em filmes tristes e também quando conhecemos pessoas. Acho que isso ocorre porque nosso cérebro naturalmente responde dando risada em momentos estranhos ou de contradição.

Basicamente, o senhor está dizendo que o humor surge quando há conflito no cérebro. Mas onde está o conflito quando alguém ri de uma pessoa que tropeça e cai no chão, por exemplo? Alguns tipos de humor são muito violentos. Se você cai num bueiro, eu posso achar engraçado, mas, se eu cair, certamente será uma tragédia. Nós rimos, às vezes, de coisas violentas. Mas qualquer risada nasce de um conflito interior. Nos Estados Unidos, há um programa de comédia chamado *Jack Ass*, em que uns caras fazem coisas estúpidas, como ser atropelados ou machucar uns aos outros. Mas nós entendemos que eles não estão tentando se machucar à toa. Só rimos de alguém se machucando se houver algo a mais na situação. Por exemplo, se ele estiver em um programa fazendo isso de propósito, se estiver agindo de modo bobo ou se houver um elemento estranho. Se mostrarmos alguém sendo atropelado por um carro pura e simplesmente, ninguém vai rir. Mas se essa pessoa estiver vestida de frango e se jogar na frente do carro, aí sim podemos rir.

O senhor menciona no seu livro que há três tipos de humor: o agressivo, do qual falou anteriormente, o incongruente e o sexual. O senhor pode explicar essa classificação? Essa divisão foi feita pelo pesquisador alemão Willibald Ruch, da Universidade de Zurique (Suíça). Ele criou uma série de perguntas sobre piadas e charges e as aplicou a grupos de pessoas. Baseado nas respostas, identificou três tipos de humor. Além do agressivo, há o humor incongruente, que é o que, na maioria das vezes, consideramos engraçado. São situações em que uma expectativa é quebrada e gera surpresa. Vemos isso, por exemplo, na piada clássica do Groucho Marx que diz: 'Nesta manhã eu atirei num elefante de pijama. Como ele pegou meu pijama, eu não faço ideia' (*This morning I shot an elephant in my pyjamas. How he got into my pyjamas I have no idea.*). Acharmos graça porque pensamos no Groucho vestindo o pijama e depois sabemos que é o elefante que está usando seu pijama. Esse é um exemplo de piada incongruente. Outro tipo é o humor sexual, quando falamos de assuntos que são tabus, como em piadas sobre necrofilia ou práticas sexuais menos aceitas. Esse tipo de humor gera risada, mas não as melhores risadas, na minha opinião. Acredito que o melhor humor é aquele que choca as pessoas, mas que traz algo de novo ao mesmo tempo.

HÁ TANTOS BENEFÍCIOS DO HUMOR, EM TERMOS DE CARDIOPROTEÇÃO E RESPOSTA DO SISTEMA IMUNE, QUE PODERÍAMOS IMAGINAR QUE ELE FARIA AS PESSOAS VIVEREM MAIS

O que faz a piada dos caçadores, eleita a mais engraçada do mundo, provocar risos? Podemos identificar três estágios básicos no processamento do humor: construção, avaliação e resolução. Os três estão nessa piada, embora eu não a considere tão engraçada. Primeiro, há a construção de uma expectativa: sabemos que os dois caçadores estão juntos e, quando um desmaia, esperamos que algo aconteça, pois ele está em perigo e o amigo quer ajudá-lo. Depois, avaliamos a situação e surge a surpresa: quando o atendente da emergência pede que o caçador se certifique de que o amigo está morto, você pensa que ele vai checar o pulso e a respiração, mas ele atira no amigo. Por último, se dá a resolução, quando o caçador pergunta 'ok, e agora?' e entendemos que ele fez isso por ser alguém que segue as recomendações à risca.

Há algum elemento universal no humor? Algo que não pode faltar em uma piada e que faz com que pessoas de qualquer cultura a achem engraçada? Não diria que existe um ingrediente comum ao humor, mas o riso em si é universal. Sabemos disso porque os cientistas têm olhado para bebês que ainda não falam e para pessoas cegas e surdas desde o nascimento, que nunca viram ou ouviram alguém rindo, e mesmo assim elas riem. O riso é universal e isso é muito bom, porque há muitos benefícios intelectuais e de saúde ligados ao humor. Estudos revelam que pessoas de bom humor se saem melhor na resolução de problemas e que rir melhora a saúde cardíaca e potencializa a resposta imune.

No seu livro, o senhor cita experiências feitas com animais demonstrando, por exemplo, que ratos emitem sons semelhantes a gargalhadas ao sentir cócegas. Podemos dizer que os animais têm senso de humor ou apenas riem em situações agradáveis? Não sei se existe uma resposta definitiva. Pessoalmente, creio que os animais têm senso de humor. Muitos animais riem: ratos, cães, macacos. Acredito que eles tenham algum senso de humor. A questão é: como eles veem o humor? Eles devem achar certas situações engraçadas, só não sei dizer quais, pois são muito diferentes de nós. Para saber com certeza, teríamos que perguntar a eles [risos]. Mas acho presunçoso pensar que só os humanos têm humor. Sabemos que muitos animais

>>>

brincam e mostram as mesmas expressões quando se divertem. Podemos olhar para cães e ver seu sorriso, o que serve para muitos outros animais. Não podemos dizer que o humor animal é equivalente ao nosso, mas não devemos presumir que somos únicos.

Mas não há diferença entre felicidade e humor? Podemos rir porque estamos alegres e não porque achamos algo engraçado, certo? Sim, mas é muito difícil estabelecer esse limite, especialmente em animais. Podemos ver que queijo faz um rato feliz e podemos medir essa resposta. Mas medir o humor é mais complicado, pois ele diz respeito a um conflito no cérebro.

O humor é frequentemente associado à inteligência. Há uma conexão fisiológica entre os dois? Com certeza. Quanto maior a inteligência, maior a capacidade de perceber o humor e apreciar uma boa risada. E o humor exercita o cérebro, o que nos torna mais inteligentes, em certo sentido. O humor foi associado ao coeficiente de inteligência (QI) em crianças de 10 anos em pesquisa da psicóloga Ann Masten. Ela mostrou às crianças vários cartuns e pediu que dissessem quais eram engraçados e por quê. Masten gravou as expressões faciais das crianças ao olhar para os desenhos e observou quando riam. Depois, mostrou-lhes uma série de cartuns sem legendas e pediu que inventassem títulos engraçados para eles. A habilidade de explicar os cartuns foi usada para determinar sua habilidade de entender o humor, e a criação dos títulos para indicar a capacidade de produzir humor. Ao medir o QI das crianças, Masten encontrou uma forte relação entre esse valor e essas duas capacidades.

Algumas pessoas riem de coisas bem simples, como alguém jogando uma torta na cara de outro. Já outras só acham graça de piadas e pensamentos mais elaborados. Crianças riem com brincadeiras como esconder o rosto com as mãos, e adultos não. O senso de humor muda com a idade? Sim, o humor muda conforme envelhecemos. Para os bebês, esconder e mostrar o rosto é divertido porque, em certa fase do desenvolvimento, não temos certeza se uma pessoa continua existindo ou não quando não a vemos. Já pessoas mais jovens tendem a apreciar o humor quando há desequilíbrio, gostam mais de humor incongruente e também absurdo. Como na piada dos dois patos em um lago, em que um diz 'quac' e outro responde 'eu ia dizer isso'. É um humor estranho e os jovens gostam de humor assim. Mais tarde, geralmente acima dos 55 anos, as pessoas deixam de gostar desse tipo de humor e passam a ser mais conservadoras. O humor se torna mais quadrado.

O senhor menciona em seu livro alguns estudos que tentaram detectar a diferença do humor entre homens e mulheres. Existe mesmo uma diferença? Essa talvez seja uma das

áreas menos exploradas da pesquisa do humor, pois é muito difícil chegar a uma resposta. Um estudo, conduzido pelo psicólogo Robert Provine analisou as conversas casuais de milhares de mulheres e homens e mostrou que elas riem 126% a mais que eles. Duas mulheres em um cômodo provavelmente rirão duas vezes mais que dois homens na mesma situação. Isso é interessante em especial porque é muito mais raro ver mulheres como comediantes. Nos Estados Unidos, apenas 12% dos comediantes são mulheres. Por que isso? Dizer que as mulheres têm menos senso de humor não faz sentido. O único estudo que conheço que avaliou, usando ressonância magnética, as diferenças no cérebro de homens e mulheres ao ouvir piadas, feito pelo psiquiatra e cientista comportamental Allan Reiss, da Universidade de Stanford, concluiu que ambos respondem do mesmo modo ao que é engraçado. Mas, quando expostos a piadas consideradas sem graça, a parte do cérebro ligada ao humor ficava silenciosa nos homens e continuava ativa nas mulheres. Talvez as mulheres sejam mais receptivas ao humor, talvez procurem mais pelo humor e por isso riem mais.

E qual é o papel do riso, existe uma função evolutiva para ele?

Temos muitas teorias. A principal é que o riso começou como uma saudação social. Quando dois macacos se encontram pela primeira vez, eles em geral mostram os dentes e fazem um barulho. Talvez os humanos tenham pegado esse comportamento e o transformado. Se encontrar alguém pela primeira vez é desconfortável, posso agir como um macaco e rir. É só um modo de dizer à outra pessoa que eu não represento perigo e que também estou ansioso com o encontro. Basicamente, é um modo de evitar conflito e confronto.

No livro, o senhor cita o estranho dado de que as pessoas engraçadas vivem menos. Qual é a explicação para isso já que o humor tem efeitos benéficos sobre a saúde? Bem que gostaria de saber! Essa foi a coisa mais desapontadora que aprendi ao fazer a pesquisa para o livro. Há tantos benefícios do humor, em termos de cardioproteção e resposta do sistema imune, que poderíamos imaginar que ele faria as pessoas viverem mais. No entanto, as pesquisas mostram o oposto, que pode tirar alguns anos de vida. Uma possível explicação é que as pessoas que fazem do humor sua vida, os comediantes profissionais, talvez se envolvam mais com o mundo artístico e façam muitas outras coisas, como usar drogas e tabaco. Talvez também tendam mais a participar de atividades perigosas, como pular de paraquedas. De qualquer modo, acho que o humor vale a pena, é um dos prazeres mais básicos de nossa vida. Portanto, é bom que o humor faça parte de sua vida, mas deve ser usado de modo responsável. 



FOTO: DICERO RODRIGUES

A noção de que a natureza e a sociedade se organizavam 'da melhor forma possível' permeava o pensamento da época

Os debates recentes sobre o crescimento da desigualdade – aumento lento dos salários para a maioria da população em contraste com os ganhos milionários daqueles no topo da pirâmide social – retomam questões propostas pelo filósofo suíço Jean-Jacques Rousseau (1712-1778): como reconciliar o individualismo do ser humano e os interesses da sociedade? Como repactuar o contrato social? Como minimizar o sofrimento humano?

Entre 1600 e 1800, cientistas e pensadores conectaram essas questões com o desenvolvimento das ideias centrais da física. Entre eles, o filósofo e matemático francês Pierre Maupertuis (1698-1759), que concebeu uma hipótese universal segundo a qual, em todos os eventos da natureza, há certa quantidade – chamada 'ação' – com um valor mínimo. A propagação de um raio de luz entre meios distintos na óptica e a colisão elástica (sem perda de energia) entre corpos na mecânica clássica são dois exemplos de problemas resolvidos com base no princípio da ação mínima.

Segundo o físico húngaro Cornelius Lanczos (1893-1974), em seu belo livro *Os princípios variacionais da mecânica*, a corajosa universalidade dessa hipótese é admirável e está de acordo com o espírito cósmico do século 18. Em tempo: Maupertuis chegou ao princípio por um método incorreto, posteriormente consertado pelo matemático suíço Leonhard Euler (1707-1783).

O princípio da ação mínima levou a desdobramentos teóricos importantes que possibilitaram o desenvolvimento da mecânica quântica (teoria que lida com os fenômenos no universo atômico e subatômico). Hoje, esse princípio está presente na formulação mais ampla, por exemplo, da relatividade geral, teoria da gravitação formulada pelo físico de origem alemã Albert Einstein (1788-1955); no estabelecimento do Modelo Padrão, com o qual os físicos estudam os componentes fundamentais da natureza; e nas generalizações deste último, a chamada teoria de cordas, que tenta uni-

ficar a gravitação e a mecânica quântica.

As leis da mecânica clássica relacionam as forças que agem em um corpo com seu movimento em um ponto do espaço e em um determinado momento. Já o princípio da ação mínima considera todo o intervalo temporal no qual o movimento acontece. Por trás desse princípio, encontra-se a noção de que, no segmento inicial da trajetória, o corpo já 'sabe' como se mover para satisfazer às condições de ação mínima. E aqui há uma sutileza: o princípio parece incorporar duas ideias – ainda que consideradas ultrapassadas já à época de Maupertuis: i) da existência de uma 'causa final'; ii) da influência de um poder metafísico que guiaria o corpo em movimento no percurso mínimo.

Se referindo a Deus, Maupertuis afirmou: "Tudo deveria ser ordenado de tal modo que a matemática cega e necessária executa o que a inteligência mais iluminada e livre [Deus] prescreveu". Portanto, a noção de que a natureza e a sociedade se organizavam 'da melhor forma possível' permeava o pensamento da época, representado, entre outros, pelo alemão Gottfried Leibniz (1646-1716), o britânico Alexander Pope (1688-1744) e pelo próprio Rousseau.

O uso do princípio da ação mínima para demonstrar a existência de Deus foi o estopim da inimizade entre Maupertuis e o filósofo francês Voltaire (1694-1778), cujo célebre Dr. Pangloss – personagem do livro *Cândido* – é uma sátira a Leibniz e Maupertuis. Dr. Pangloss caminha de desastre em desastre, mas sempre clamando que tudo está bem no melhor possível dos mundos.

Hoje, sem as conotações metafísicas, o princípio de ação mínima ocupa lugar proeminente na física e matemática. E o Dr. Pangloss foi para a *Broadway*, no musical *Cândido*, do maestro norte-americano Leonard Bernstein (1918-1990).

E continuamos a discutir como minorar o sofrimento humano. ■

JOÃO TORRES DE MELLO NETO
Instituto de Física,
Universidade Federal do Rio de Janeiro
joaodemelloneto@cienciahoje.org.br

DESTAQUE > MEDICINA > NOVA HIPÓTESE DEFENDE QUE BOCEJO OCORRE PARA RESFRIAR O CÉREBRO

Por que bocejamos?

O tema deste mês pode parecer sem importância e corriqueiro. Corriqueiro, sim — afinal, bocejamos cerca de 240 mil vezes ao longo da vida. Mas, sem importância, não: o assunto é cercado de mistérios e tem várias hipóteses explicativas. Agora, surgiu mais uma: boceja-se para baixar a temperatura do cérebro — o que é, sem dúvida, boa desculpa para quando o fenômeno ocorre em um momento inconveniente.

Liderada por Andrew Gallup, da Universidade do Estado de Nova York, em Oneonta (EUA), a equipe de pesquisadores austríacos e norte-americanos partiu para testar resultado anterior: o número de bocejos depende da temperatura do ambiente. Naquele estudo — feito em uma zona quente e árida dos EUA —, notou-se que o nível de ‘contágio’ aumenta com o aumento da temperatura externa, mas começa a decair à medida que a temperatura externa se aproxima da corporal (cerca de 37°C).

Mas faltava ver o que acontecia a temperaturas muito baixas, próximas de zero celsius. No experimento — agora feito em Viena —, os pesquisadores mostraram 18 imagens de gente bocejando para 120 transeuntes, escolhidos ao acaso, no inverno (cerca de 1,5°C) e no verão (cerca de 20°C).

Ao final, os resultados mostraram o que já se esperava: o bocejo contagiante foi “significativamente mais baixo no inverno do que no verão” (18,3% *versus* 41,7%). Os resultados comparando os dois estudos estão publicados em *Physiology & Behavior* (10/05/14).

Resumindo: o número de bocejos obedece a uma janela de temperatura. Portanto: i) quando está muito frio, são poucos bocejos, pois não há necessidade de refrigerar o cérebro ou corre-se o risco de esfriá-lo muito, o que pode ser perigoso; ii) à medida que a temperatura do ambiente vai subindo, o número de bocejos

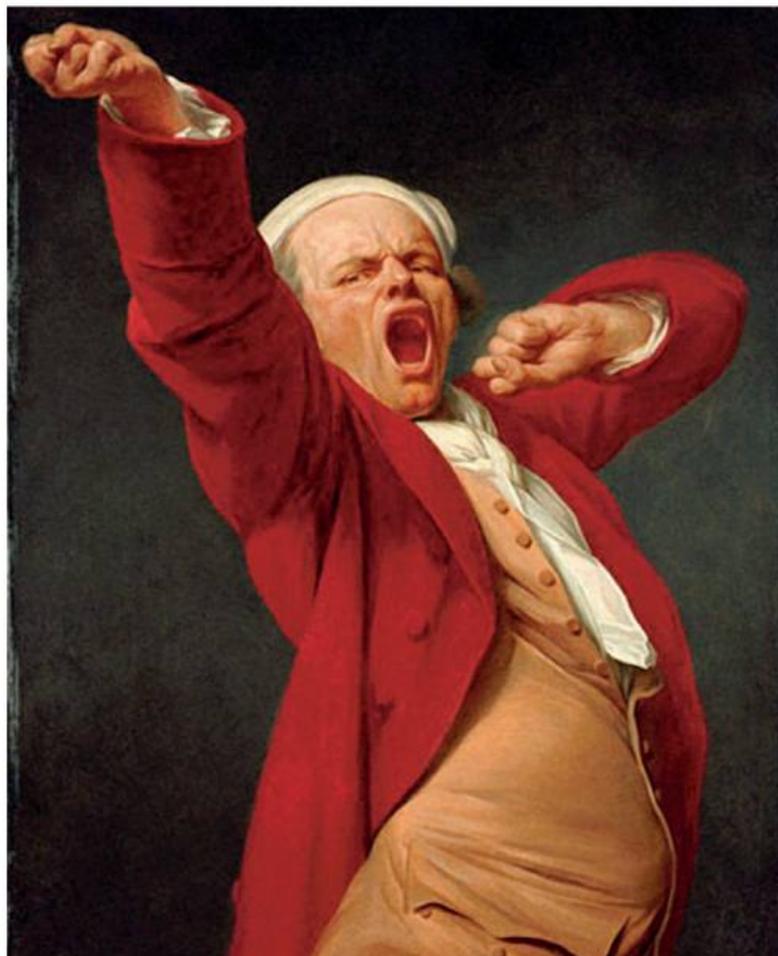
vai aumentando, pois agora é preciso refrigerar o cérebro; iii) quando a temperatura externa começa a se aproximar daquela do corpo (37°C) ou a ultrapassa, o número de bocejos cai bruscamente, pois “respirar um ar que está mais quente que a temperatura do corpo pode ser contra-protetiva. De forma condizente com essa afirmação, vemos que a frequência de bocejos diminui nessas temperaturas”, explicou Gallup para a *CH*.

Analisados todos os outros possíveis fatores que poderiam influenciar no experimento (sexo, idade, temperatura, umidade, horário, horas de sono etc.), os pesquisadores afirmam que apenas um

fator consegue explicar os resultados: a temperatura.

A partir disso, os autores lançaram a seguinte hipótese: “O mecanismo subjacente para os bocejos em humanos, tanto o espontâneo quanto o contagiante, parece estar envolvido com a termorregulação cerebral”, escrevem eles na sinopse do artigo.

ALERTA! Membros da equipe já haviam estudado o bocejo em ratos e periquitos — sim, periquitos também bocejam —, por exemplo. E todos esses dados, segundo os pesquisadores, corroboram a hipótese de que se boceja para refrigerar o cérebro.



AUTO-RETRATO, JOSEPH DUROCHEM (1735–1802). ALEO SOBRE TELA / WIKIMÉDIA COMMONS

E o mecanismo básico da refrigeração é o seguinte. Em entrevista para um sítio norte-americano (WebMed), Gallup – que participou dos dois estudos – explica: i) para bocejar, é preciso abrir a boca, e isso aumenta o fluxo de sangue para o pescoço, a face e a cabeça; ii) a respiração mais profunda no bocejo força para baixo tanto o líquido espinhal quanto o sangue do cérebro; iii) o ar mais frio que penetra a boca ajuda a 'roubar' calor do sangue dessas regiões e desses líquidos e, conseqüentemente, resfria o cérebro.

Bocejar, explicou Gallup para o sítio, faz o papel de um radiador – como aqueles presentes nos veículos –, tirando o sangue quente do cérebro e introduzindo um mais frio, vindo dos pulmões. Estudos anteriores já haviam mostrado que, quando se respira pelo nariz – o que é mais eficiente para resfriar o cérebro – ou se põe algo frio na testa, boceja-se menos.

Mas por que esfriar o cérebro?

Há evidências de que o órgão funciona de forma mais eficiente a baixas temperaturas. E isso tem a ver com um estado mais alerta. "O bocejo de contágio poderia, portanto, coordenar um estado mais alerta em um grupo e, desse modo, aumentar o estado geral de vigilância do grupo", escreveram os autores. Ou seja, o bocejo combateria o sono em vez de ser um indicativo (ou promotor) dele, como o senso comum indica.

ENTRE ESPÉCIES Há evidências de que o bocejo contagiante ocorra também em vários vertebrados sociais. E que o contágio pode ocorrer entre espécies, como entre humanos e cães.

A hipótese do resfriamento cerebral será a palavra final sobre o misterioso bocejo? É, por enquanto, só um bom candidato a explicar o fenômeno e terá que rivalizar com outras hipóteses – algumas, é verdade, enfraquecidas ou desacreditadas. A saber: i) bocejar teria uma função social, de criar empatia em membros de um grupo; ii) serviria para oxigenar o cérebro – esta ainda do século 19 e hoje em desuso; iii) para mostrar os dentes e intimidar adversários (idem); iv) para demonstrar tédio e cansaço (a mais convencional). E há outras, menos famosas.

Fetos com 11 semanas já bocejam. E as batidas do coração podem aumentar em 30% em um bocejo. Tartarugas, peixes, pássaros, crocodilos... bocejam.

MEDICINA

Café, fígado e diabetes

Resultados recentes acrescentam mais dois benefícios ao ato de tomar café, reforçando o papel da bebida para a diminuição do risco de diabetes e de câncer.

A equipe de Frank Hu e Shilpa Bhupathiraju, da Escola de Saúde Pública Harvard (EUA), mostrou que voluntários que passaram a tomar 1,5 xícara de café por dia (360 ml) a mais, ao longo de quatro anos, tiveram uma diminuição de aproximadamente 11% no risco de desenvolver diabetes do tipo 2 (marcado pelo aumento das taxas de açúcar no sangue) nos quatro anos subsequentes. Já os que diminuíram o consumo diário em mais de uma xícara tiveram aumento de 17% no risco da doença.

Os que mantiveram o consumo alto e estável (mais de três xícaras/dia) tiveram os menores riscos para a doença: 37% a menos do que os que consumiram uma xícara por dia ou menos.

Por 20 anos, foram acompanhados cerca de 95 mil mulheres e 28 mil homens. Para o chá e para o café descafeinado, não foi observada relação significativa entre a variação de consumo diário e risco da doença – os autores alertam que isso pode ter se dado pelo número relativamente baixo de pessoas que tomavam essas bebidas.

Esses resultados estão em *Diabetologia*, periódico da Associação Europeia para o Estudo do Diabetes.

Em nome da transparência, vale citar que um dos autores recebeu ajuda financeira de uma multinacional do ramo de alimentos – que também vende café. Mas constava do contrato, alega tal autor, que a empresa não poderia influenciar nem no desenho do experimento, nem na decisão de publicar (ou não) os resultados.

No último encontro da Associação Norte-americana de Pesquisa sobre o Câncer, a equipe de Verônica Wendy Setiawan, da Universidade do Sul da Califórnia (EUA), apresentou resultados que mostram que tomar café diariamente pode reduzir o risco do mais comum entre os cânceres de fígado (carcinoma hepatocelular). E que quanto mais altas as doses diárias, maior é a proteção contra esse quadro.

Foram acompanhados 180 mil participantes por cerca de 18 anos. Aqueles que relataram tomar de uma a três xícaras de café por dia tiveram 29% a menos de risco de desenvolver câncer. Para os que beberam quatro ou mais xícaras, o risco diminuiu em 42%.

Para Setiawan, pode-se, agora, incluir o câncer de fígado, ao lado de Parkinson, diabetes do tipo 2 e acidente vascular cerebral, na lista de doenças prevenidas pela ingestão de café.

Por que o café tem esse efeito contra o câncer e o diabetes? Ainda não se sabe.



SXC.HU

ASTRONOMIA

Prima da Terra

Ele é do tamanho da Terra. E provavelmente rochoso. E mais importante: está a uma distância ideal de sua estrela para que nele haja água líquida. Esse é o primeiro exoplaneta conhecido com essas características. E, claro, a questão seguinte é: haveria vida por lá?

Recém-descoberto, o planeta Kepler-186f orbita a estrela Kepler-186, do tipo anã branca, mais fria e com metade da massa do Sol e de seu tamanho. Kepler-186f é o quinto e mais externo objeto orbitando a estrela. E isso o põe em uma zona considerada 'habitável'. Explica-se. Se o planeta estiver muito perto de sua estrela, o calor intenso acaba evaporando a água; se estiver muito longe, sua superfície será fria, e a água, congelada.

Na zona dita habitável, o planeta poderá abrigar lagos, mares, rios etc. E seu tamanho permite que tenha uma atmosfera como a da Terra. A Terra está a cerca de 150 milhões de quilômetros do Sol; Kepler-186f, a mais ou menos um terço dessa distância de sua estrela, tendo um ano que dura 130 dias.

A descoberta está relatada em *Science* (18/04/14).

Kepler-186f e sua estrela estão na constelação de Cygnus, a cerca de 500 anos-luz da Terra – ou seja, se pudéssemos viajar

à velocidade da luz (300 mil km/s), ainda assim levaríamos 500 anos terrestres para chegar lá.

Até agora, já foram descobertos cerca de 1,8 mil exoplanetas. Mas só 20 deles estão a distâncias habitáveis de suas estrelas. Mas isso não basta. É preciso que o planeta tenha um tamanho de até 1,5 vez o da Terra, pois menos do que isso ele pode não reter gases para formar a atmosfera; mais do que isso, ele pode reter gases inadequados para o surgimento da vida (hidrogênio e hélio, por exemplo), como Júpiter e Netuno.

No caso de Kepler-186f, essa razão é 1,1. Bem adequada, portanto.

A composição da atmosfera e do próprio planeta ainda é desconhecida.

O nome Kepler é referência ao telescópio espacial Kepler, da Nasa (agência espacial dos EUA), com o qual se descobriu o exoplaneta. Por sua vez, o nome do equipamento é homenagem ao astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630), que descobriu leis relativas às órbitas dos planetas do Sistema Solar.



SINTONIA FINA

Ciência shakespeariana

Em seu livro *Cânone ocidental* (Objetiva, 2010) – um clássico –, o respeitadíssimo crítico literário norte-americano Harold Bloom diz, em essência, que William Shakespeare (1564-1616) é o maior escritor do Ocidente de todos os tempos – chega a ponto de afirmar que foi Shakespeare que “inventou o humano”, dada a sofisticação de suas personagens.

Gosto é sempre gosto, pois fica no campo da subjetividade. Mas realmente é difícil achar concorrente à altura, mesmo passados 450 anos (exatos) do nascimento do Bardo – como é conhecido. E é justamente neste 450º aniversário que uma nova faceta shakespeariana começa a se esboçar: a ciência que se es-

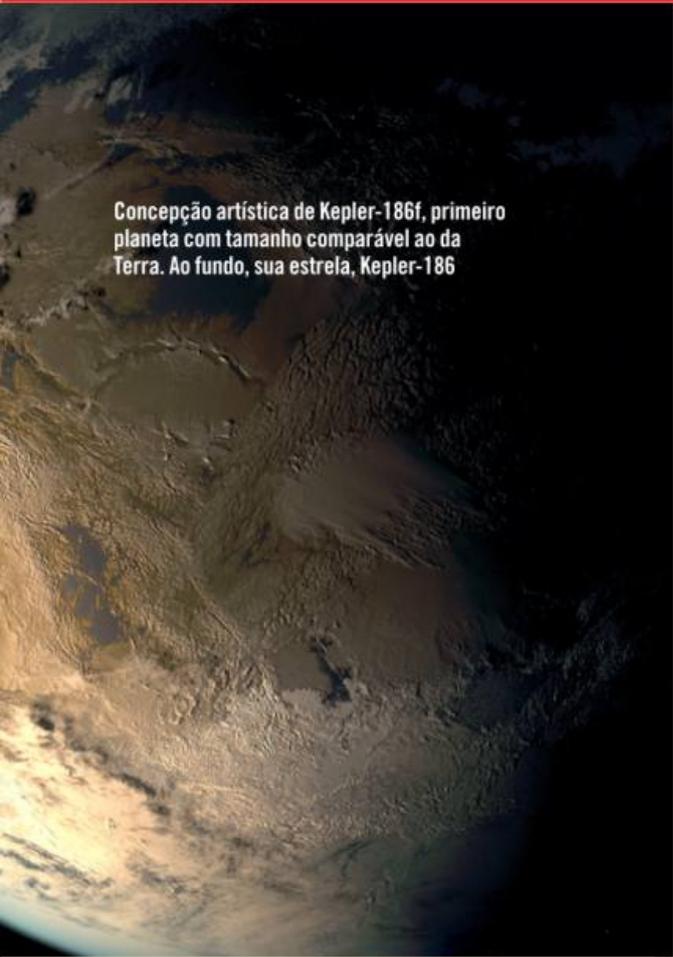
gueira por – ou, por vezes, pulula em – sua obra.

Nessa linha, o jornalista canadense Dan Falk – renomado na área de divulgação científica – acaba de lançar *The science of Shakespeare* (St. Martin's Press, 2014). No livro, aponta evidências – algumas bem contundentes – de que Shakespeare usou vários elementos da ciência de sua época, na qual se dava início à dita Revolução Científica.

Exemplos desses elementos: i) em *Romeu e Julieta*, o Bardo cita a palavra átomo (*atomî*) – talvez, conhecimento da obra de atomistas gregos; ii) em *Conto de inverno*, a rainha Hermione teria vindo à vida a partir de uma estátua – e isso poderia ter algo a ver com os autômatos, tema discutido à época; iii) o príncipe Hamlet (*Hamlet*) imagina-se como “o rei do espaço infinito” – e aí estaria o conceito de que o universo poderia ser infinito, como defendeu o astrô-

nomo britânico Thomas Digges (1564-1595), que, por sinal, morava a poucos quarteirões do Bardo; iv) na comédia *Cimbelino*, haveria alusão a Júpiter e aos quatro satélites do planeta descobertos pelo astrônomo italiano Galileu Galilei (1564-1642); v) várias personagens das peças shakespearianas falam contra a astrologia, que, à época, estava entrelaçada com a astronomia.

De onde teriam vindo essas influências? Falk sugere que tenha havido contatos diretos ou indiretos do escritor com astrônomos, físicos e matemáticos da época ou livros e panfletos com essas ideias. Na relação Shakespeare/ciência, nada pode ser afirmado de modo peremptório. Mas, num contexto mais amplo, é preciso lembrar que ele viveu em uma época de acontecimentos científicos marcantes: i) o astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543) lançou, em 1543, seu *Revolução*



Concepção artística de Kepler-186f, primeiro planeta com tamanho comparável ao da Terra. Ao fundo, sua estrela, Kepler-186

MASA/ARISE/STI/INSTITUTE/PI-CALTECH

ENGENHARIA GENÉTICA

Regeneração ao vivo

E se, no futuro, fosse possível pegar um fígado desgastado pela idade – ou por excessos inadequados da alimentação – e torná-lo um órgão jovem? E quanto ao coração? Pulmões? Estômago? Por enquanto, só especulação. Mas um primeiro passo – ainda que tímido – avançou essa discussão.

Pesquisadores da Universidade de Edimburgo (Escócia) conseguiram regenerar, em camundongos idosos, o timo (órgão perto do coração que produz os glóbulos brancos, células de defesa do organismo). E isso foi feito com a manipulação de apenas uma proteína (FOXN1). Esses resultados estão em *Development* (08/04/14, acesso livre).

O novo timo não só funcionou como o de um jovem camundongo, mas também cresceu em tamanho e produziu mais células sanguíneas – o timo, segundo os autores, é o primeiro órgão a definhar com a idade, o que compromete o sistema imune de idosos.

Assim, é possível que a técnica possa ser usada para aumentar a imunidade, por exemplo, ou em áreas da medicina dita regenerativa.

Mas não se tem ainda resposta para questão crucial: o sistema imune dos roedores melhorou?

das esferas celestes, obra em que defende o heliocentrismo; ii) o filósofo e teólogo italiano Giordano Bruno (1548-1600) fazia palestras pela Europa, falando do modelo copernicano; iii) viveram os astrônomos Thomas Harriot (1560-1621) – considerado o Galileu inglês –, o alemão Johannes Kepler (1571-1630) e, principalmente, o dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601).

Quanto a Brahe, vale ressaltar que seu observatório, na ilha de Hven, era perto do castelo de Helsingør e que Shakespeare ambientou *Hamlet* em Elsinore. Mais: que a supernova de 1572 ficou conhecida como ‘estrela de Tycho’, evento sobre o qual o dinamarquês publicou e que foi importante para mostrar que a esfera celeste não era imutável, como se acreditava.

E por que Shakespeare teria escolhido os nomes dinamarqueses ‘Rosencrans’ e ‘Guildensternen’ – pa-

rentes de Brahe – para os dois espíões em *Hamlet*?

A revista britânica de divulgação científica *New Scientist* (19/04/14) traz um especial sobre os 450 anos de Shakespeare. Nele, Falk discute a possível influência da astronomia em *Hamlet*, destacando que a estrela de Tycho poderia ser o fenômeno que anuncia a chegada do fantasma do rei em *Hamlet*. Outros dois artigos abordam aspectos médicos e psicológicos na obra de Shakespeare e a influência do escritor sobre grandes pensadores, como o austríaco Sigmund Freud (1856-1939). Em inglês e só para assinantes: <http://bit.ly/1tLOsPP>.

Em entrevista à *CH*, Falk diz que o livro resulta de seu “longo interesse pela história da ciência”, do gosto “especialmente pelas peças de teatro” de Shakespeare e de um empurrãozinho dado pela comemoração dos 450 anos do Bardo.

Para os que se dedicam à área, William Shakespeare era curioso e possivelmente absorvia as novidades sobre ciência da época em que viveu e as incorporava a seus escritos. O livro de Falk tem recebido elogios de gente conhecida e gabaritada. Quem sabe uma editora brasileira não se digna a comprar os direitos, para que seja logo publicado por aqui?

E por falar na relação entre ciência e clássicos da literatura... Se o(a) leitor(a) tiver chance e acesso, há, em *Nature* (10/01/13, p. 160-162), ‘Cetology: how science inspired Moby-Dick’ (Cetologia: como a ciência inspirou Moby-Dick). E, em português, com acesso livre (<http://bit.ly/1hvlCxR>), ‘Problemas de história da ciência na época colonial: A Casa Grande de Gilberto Freyre’, do historiador Carlos Ziller Camenietzki, da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Papéis invertidos

Há vários exemplos na natureza da chamada reversão dos papéis sexuais: fêmeas sexualmente agressivas e promíscuas, machos subservientes ou que cuidam da prole etc. Mas um inseto identificado no Brasil traz algo totalmente desconhecido (e inusitado) para esse cenário: elas têm um órgão semelhante a um pênis; eles, um orifício semelhante a uma vagina nas costas.

Uma cópula (na figura abaixo, a fêmea está por cima) pode durar de 40 a 70 horas. O pênis feminino (acima) – denominado ginossoma – coleta, do interior do macho, cápsulas de esperma, que também servem de nutriente para elas, como supõem os autores. Ao penetrar o macho, a fêmea infla parte do órgão e usa ‘esporões’ da parede externa dele para se fixar ao parceiro. Não se sabe ainda se a fêmea ‘suga’ as cápsulas ou se o macho as empurra para dentro do ginossoma.

A descoberta desses insetos, do gênero *Neotrogla*, foi feita, em 2010, em cavernas brasileiras, por um dos auto-

res do artigo, Rodrigo Ferreira, da Universidade Federal de Lavras (MG). “Parecia ser algo muito diferente, e, por isso, enviamos a um especialista na Suíça. E, de fato, era raro: essas espécies pertenciam à rara família *Prionoglarididae* e eram os primeiros registros de insetos dessa família na América do Sul”, disse à *CH*. O artigo descrevendo essa reversão em quatro espécies de *Neotrogla* – na média, com 3 mm de comprimento – está em *Current Biology* (17/04/14).

Os autores acreditam que a pressão seletiva para esse tipo de reversão esteja na competição das fêmeas por alimento (fezes de morcego) em um ambiente de escassez nas cavernas habitadas pelos insetos. Um dado que corrobora essa hipótese é a observação de fêmeas imaturas praticando a cópula. Segundo os autores, isso mostra que os nutrientes têm papel importante, mesmo antes da postura de ovos.



FOTO CECILIO RODRIGUES

Ainda não se sabe se a metilação do DNA é causa ou consequência da decrepitude. Se for a causa, abre-se a possibilidade de reverter o envelhecimento

FRANKLIN RUMJANEK

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

A IDADE DA METILAÇÃO

Em 1996, a clonagem da ovelha Dolly tornou possível, apesar do estardalhaço, responder a uma pergunta que já estava nas mentes dos pesquisadores. Sabia-se da correlação entre a idade de um indivíduo e o tamanho de seus telômeros, estruturas existentes nas extremidades dos cromossomos (ver 'Como andam seus telômeros?', em CH 302), e por isso era importante verificar se a idade da recém-nascida Dolly corresponderia à da ovelha doadora das células que a geraram (ver 'Dolly já nasceu velha?', em CH 152).

Dolly morreu prematuramente de uma doença pulmonar progressiva, o que para alguns foi um sinal de que a ovelha, de fato, padecia de envelhecimento precoce. Embora a explicação para a morte de Dolly ainda seja debatida, é aceito hoje que o comprimento dos telômeros é, de modo geral, um indicador da idade. No entanto, em termos quantitativos, essa correlação não é ideal. O valor numérico da relação entre essas variáveis é de 0,5 – uma correlação perfeita teria valor 1. Isso significa que nem sempre o tamanho dos telômeros indica com precisão a idade. Há variações, que dependem do tipo de célula da qual é extraído o DNA para análise.

Surgiu agora outro marcador molecular de idade, e este, segundo os resultados do bioestatístico norte-americano Steve Horvath (*Genome Biology*, v. 14, R115, publicação em 21 de outubro de 2013), atinge valores de correlação entre 0,86 e 0,96. São valores tão altos que os revisores para os quais Horvath enviou o manuscrito suspeitaram de erros de cálculo e até de fraude. No entanto, o autor convenceu seus pares de que os resultados eram válidos e agora a comunidade conta com parâmetros que, ao menos potencialmente, são muito úteis e informativos.

O marcador achado por Horvath foi o grau de metilação do DNA. Esse processo ocorre naturalmente e deve-se a reações enzimáticas nas quais o radical químico metil (-CH₃) é acrescentado a certas re-

giões do DNA, após sua síntese. Como ocorre depois que a molécula foi sintetizada, a metilação é classificada como uma alteração epigenética (existem outros tipos de modificações epigenéticas).

Sabe-se que a metilação tem papel relevante na regulação de certos genes. Assim, um gene fortemente metilado fica silencioso, isto é, não é expresso. Isso explica por que os órgãos de um indivíduo, embora tenham DNA idêntico, são tão diferentes, na estrutura e no funcionamento. As diferenças decorrem do padrão de alterações epigenéticas de cada um. Assim, quando os pesquisadores aprenderem a ler a mensagem dessas modificações, terão dado importante passo em direção à engenharia de órgãos.

É possível que a descoberta de Horvath não esteja ligada à programação de vida das células, já que ele e sua equipe ainda não sabem se a metilação é causa ou consequência da decrepitude. Se for a causa, abre-se a possibilidade de reverter o envelhecimento por meio da inibição das alterações epigenéticas. Nesse caso, as clínicas de rejuvenescimento poderão se apoiar em ciência sólida.

Até o momento, os dados são claros e permitem fazer previsões de importância médica. Na mesma publicação, Horvath apontou que padrões anômalos de metilação (discrepantes) estão correlacionados com doenças diversas, inclusive o câncer. Níveis de metilação medidos em vários tipos de câncer pelo bioengenheiro Trey Ideker, da Universidade da Califórnia em San Diego (EUA), indicavam que as células malignas eram 40% mais velhas que os próprios doadores das amostras, o que pode fazer dessa avaliação um importante método de diagnóstico.

Tais achados podem ter aplicações em outras áreas científicas, como a genética forense. Nesse caso, a análise de amostras de tecidos deixadas no local de um crime permitirá descobrir, com alta probabilidade de acerto, a idade da pessoa que lá esteve. **ET**



A mobilidade social alcançada por jogadores de futebol mais talentosos – os ‘craques’, como são chamados – tende a ocupar, no Brasil, a atenção da mídia e da população em geral, mas pouco se conhece sobre a mudança de vida de outros atletas que não obtêm tanta evidência no esporte. Diante das desigualdades de oportunidades existentes no país, o futebol parece ser uma rota alternativa para melhorar a qualidade de vida, não apenas para os que recebem salários milionários, mas também para grande número de indivíduos das classes populares que, com ganhos financeiros e fama menores, conseguem mudar sua posição na sociedade por meio desse esporte.

José Antonio Vianna

Departamento de Educação Física e Artística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, e Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (IAFRS).



FUTEBOL

Esperança de mudar de vida

Os sujeitos das camadas populares percebem a arte popular – o futebol é considerado uma delas – como uma oportunidade de ascensão social. Por conta das desigualdades de oportunidades escolares e sociais existentes na sociedade brasileira, a remuneração obtida em atividades lúdicas e prazerosas, como o esporte e a arte popular, pode proporcionar a melhoria das condições de vida dos que se dedicam a elas, ainda que em diferentes níveis de realização e de competência. Portanto, tais atividades despertam a aspiração de crianças e jovens que vislumbram um futuro melhor para si e para sua família.

Mobilidade social, segundo a sociologia, é a movimentação ascendente e descendente na escala social, de grupos ou indivíduos. No âmbito individual, ela pode ser observada a partir da distinção entre as condições de vida do indivíduo e as do grupo social ao qual ele pertence e da diferenciação entre as gerações, como apontou o historiador inglês Peter Burke em 2002. No Brasil, o futebol parece ser o meio esportivo que oferece maiores chances para que indivíduos com pouca escolarização e qualificação profissional alterem sua posição na estrutura social, obtendo sustento e prestígio.

FOTOS © LUIZ BALDI

>>>



Uma comparação com os níveis familiares de subsistência desses indivíduos, antes de ingressarem na carreira esportiva, e com o nível médio dos indivíduos da mesma camada social revela diversas evidências de melhoria nas condições socioeconômicas ao longo de sua trajetória no esporte. Essas melhorias se revelam na remuneração, na moradia e em outros benefícios, em relação aos que permanecem naquela camada social.

Elitismo superado Estudos indicam que o profissionalismo, no futebol, começou no Rio Grande do Sul na década de 1930, quando os grandes clubes da época passaram a oferecer prêmios em dinheiro ou emprego aos jogadores. Essa atitude teria sido motivada pelo aumento da competição entre as agremiações esportivas: o que de início eram opções de lazer e de sociabilidade começou a se transformar em fortes rivalidades sociais e econômicas, em níveis locais e regionais. Por outro lado, os clubes também despertaram e difundiram ideais associacionistas, com valores de identificação e pertencimento, entre as elites e as demais camadas sociais que aos poucos assimilaram, de modo ativo, a nova cultura esportiva.

Nesse aspecto, a parceria e a relação de identificação entre os clubes de fábrica e as classes operárias consolidaram um simbolismo carregado de valores morais.

Os operários manifestavam sentimentos de identificação, pertencimento e representatividade em relação ao clube no qual jogavam atletas vindos do operariado.

Seguindo o pioneirismo de clubes como Grêmio e Internacional, Vasco, Ferroviária, Bangu e outros, pequenas empresas, como o laboratório Sedabel e a Francisco Xavier Imóveis, no Rio de Janeiro, também contrataram jogadores de futebol como funcionários, nas décadas de 1970 e 1980, para atuarem em seus times. Estes disputavam o campeonato amador promovido na cidade pelo Departamento Autônomo, ligado à Federação Carioca de Futebol (hoje, Federação de Futebol do Estado do Rio de Janeiro).

O futebol mostrava forte seletividade socioeconômica em sua implantação no país, no final do século 19 e início do século 20, mas a popularização e a profissionalização do esporte dissiparam esse caráter ao longo dos anos.

A participação de pessoas das camadas populares nos clubes de futebol teria encontrado, por várias décadas, grande resistência das elites brancas que administravam – e ainda hoje gerenciam – o esporte. No entanto, a popularização da prática do futebol, com as ‘peladas’ nas ruas ou campos de várzea e com as ligas paralelas à liga oficial, revelaram atletas de habilidade incontestável, que atraíram o interesse dos clubes



de elite. A crescente competição entre esses clubes ajudou a derrubar as barreiras postas à participação de jogadores vindos das classes menos favorecidas, inclusive negros, que marcaram o esporte por sua performance e sua origem.

Os jogadores Tesourinha e Garrincha podem ser tomados como exemplos de atletas que, devido ao talento, superaram as discriminações racial e socioeconômica da época em que viveram e alcançaram prestígio e melhor qualidade de vida pelo próprio mérito. Ambos foram contratados como empregados em fábricas, recebendo alimentação e outros benefícios, para competirem em seus times de futebol. Ao adotar o mérito como elemento principal da prática esportiva, os clubes de ponta passaram, progressivamente, a incorporar aos seus elencos jogadores vindos de outras camadas sociais.

A competitividade, ao que tudo indica, teria desencadeado a abertura do restrito espaço futebolístico do início do século, mas essa visão da competição como força de acesso ainda precisa ser mais pesquisada.

Habilidade e esforço Diante das limitações da estrutura social no país, é possível que, ainda hoje, o futebol, outros esportes e as manifestações artísticas (como a dança e a música popular, por exemplo) estejam entre os poucos espaços para mobilidade social

abertos a indivíduos das camadas sociais menos favorecidas.

Os jovens dessas camadas parecem ver, na carreira esportiva, uma possibilidade de subsistência em uma ocupação profissional que reúne bons salários e prestígio. Para esses jovens, a profissionalização como jogador de futebol pode representar uma alternativa ao cerceamento que a estrutura social impõe às possibilidades de melhoria de vida, com escolas de baixa qualidade, residências e bairros insalubres e outros problemas. Além de salários mais atraentes, os esportes, em diferentes níveis, proporcionam outros benefícios, como assistência médico-odontológica, alimentação, transporte etc.

A via tradicional para a mobilidade social dos indivíduos depende da herança escolar e econômica, mas o esporte oferece outra, no qual o talento e o esforço pessoal são os fatores determinantes da ascensão na sociedade. Nesse contexto, diferenças de formação cultural, étnica, religiosa, de classe e outras são superadas pela maior habilidade individual.

Na percepção dos jovens das camadas populares, os benefícios da formação escolar parecem ser baixos em relação aos custos envolvidos, como sugerem estudos de 2009 do autor deste artigo e do antropólogo Hugo Lovisol. Esses jovens, com base no que sabem sobre experiências de outras pessoas e em observações pes-

>>>



soais, parecem acreditar que a formação escolar não leva a mudanças, mas sim à manutenção da situação em que vivem.

O esporte, ao envolver grande quantidade de participantes diretos e indiretos e amplos recursos financeiros, pode ser visto como uma rota alternativa de ascensão social ou de melhoria de qualidade de vida, já que depende de habilidade e esforço e não da herança cultural. Digamos que o talento pede passagem – e isso não se dá somente no futebol.

No entanto, os indivíduos também observam que a sorte – “fulano me viu jogar” – ou o conhecimento de pessoas estratégicas (por poder de decisão na estrutura do esporte) são fundamentais nesse tipo de percurso. Esses fatores determinam um processo de seleção diferente do que encontrado em concursos públicos com provas escritas ou na seleção das empresas. Dados obtidos pela socióloga Celi Scalon e pela cientista política Elisa P. Reis parecem confirmar os argumentos de “força dos laços fracos” do sociólogo norte-americano Mark Granovetter – em referência a pessoas sem ligações familiares e de outras esferas sociais que atuam como ‘pontes’,

facilitando a ampliação do círculo social e das chances de mobilidade social de indivíduos de grupos menos privilegiados.

Aposta no futuro Os debates sobre a ascensão social proporcionada pelo futebol, porém, ficam muitas vezes restritos à seletividade e às poucas oportunidades de enriquecimento associadas ao esporte. Esses debates não têm levado em conta a quantidade de indivíduos provenientes das camadas populares que atuam em diferentes níveis esportivos e que, por meio dessa participação, são capazes – mesmo sem altos salários – de assegurar melhores condições de vida para si e para os familiares.

A profissão de jogador de futebol, na verdade, promove a mobilidade social de grande número de pessoas. Não se trata apenas do luxo e da fama mundial que alguns poucos atletas desfrutam, mas de melhorias socioeconômicas para numerosos praticantes que estão longe dos holofotes, que não têm espaço na mídia. São jogadores que não recebem o devido reconhecimento, mas sem os quais o esporte não poderia ocorrer.

João pode ser um exemplo representativo dos nossos argumentos. Morador em uma favela, como a maioria dos brasileiros pobres, começou a praticar e sonhar com o futebol desde menino, no Rio de Janeiro. Ao se destacar nas 'peladas', foi notado por uma pessoa que o levou, com a autorização dos pais, para participar de um teste seletivo em um grande clube de futebol. João foi escolhido e ficou no clube, treinando e jogando nas 'categorias de base', etapas de formação esportiva que antecedem a profissionalização.

Durante esse período, obteve do clube atendimento médico e odontológico, o que seus pais não poderiam oferecer. No clube, João fez amizade com um sócio-torcedor, que o elogiava por ser inteligente e bem articulado e o estimulava a prosseguir nos estudos. Ele saía da escola para o treino e, por vezes, precisava pedir carona ou voltar a pé para casa por falta de dinheiro para pagar o ônibus. O jovem jogou nessa equipe até a categoria de juniores (atletas com menos de 20 anos), e então mudou de rumo. Como a passagem para a equipe profissional é restrita a poucos e havia outros atletas talentosos em sua posição, João assinou contrato profissional com outro clube, de menor prestígio, pensando em ganhar visibilidade ao disputar o campeonato carioca. Sua remuneração era inferior ao que poderia obter no clube grande, mas bastava para o sustento de sua família (mulher e filho).

No entanto, sofreu uma grave lesão no joelho. O clube que escolheu não tinha condições de arcar com tratamentos nem de mantê-lo financeiramente sem jogar, o que o obrigou a deixar o futebol profissional. O personagem dessa história de vida é semelhante aos chamados 'Joãos', coadjuvantes na história de Garrincha nos gramados brasileiros – os diversos marcadores que ele driblava com facilidade. Mesmo sem o reconhecimento e as recompensas alcançadas pelos craques, esses figurantes podem ter mudado sua posição social por meio do futebol.

Enfim, propomos entender que o futebol pode ser um caminho que permite a indivíduos com formação escolar restrita pela estrutura social alcançar, pelos próprios méritos, prestígio e melhoria da qualidade de vida, independentemente da origem social. Um meio que permite a um indivíduo sem qualificação profissional específica sustentar-se, por um período de sua vida, com a prática esportiva, e até alterar suas condições de vida futura, por meio da profissionalização em atividade relacionada a esse esporte. Essa proposta não pretende diminuir a importância da escola, fundamental para disponibilizar os instrumentos para que os indivíduos entendam, critiquem e modifiquem a realidade cultural. No entanto, as oportunidades escolares desiguais podem reduzir as chances de mobilidade social e esse fato parece não passar despercebido por quem enfrenta esse problema.

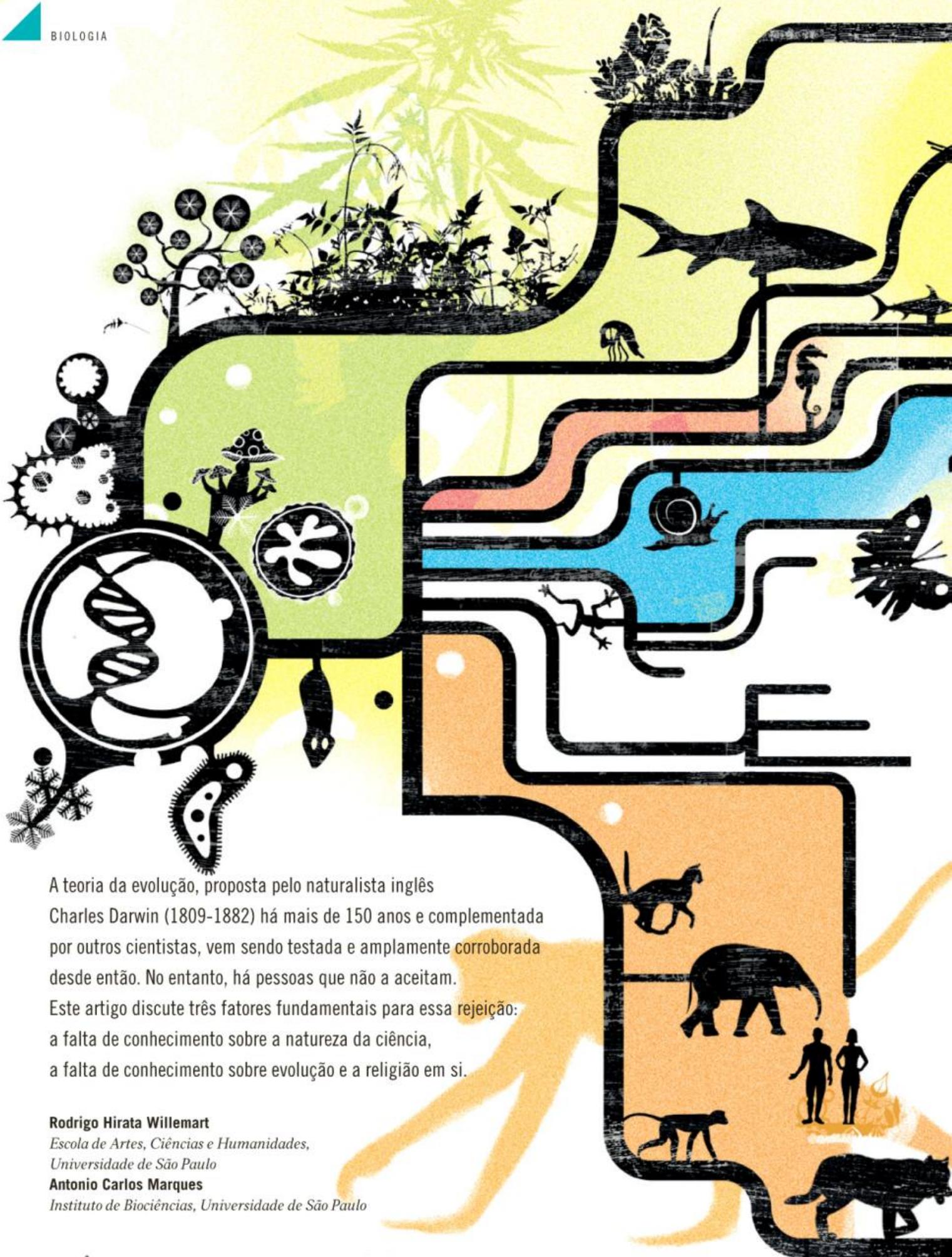
As críticas à ideia do futebol como canal de mobilidade social soam como um discurso romântico, que por vezes relaciona o envolvimento do jovem pobre na prática do futebol – e de outros esportes – à funcionalidade do sistema capitalista. Esse argumento não leva em conta que existem diversas dimensões do esporte, e que a relação da população pobre com o esporte é muito mais ampla do que se supõe.

Essa relação pode ser analisada sob diversas perspectivas, e evidências nos levam a crer, devido à popularização do futebol no Brasil, esse esporte parece representar, para os jovens das classes menos favorecidas, um caminho possível para melhorar a condição de vida e a posição social – mesmo no caso de jogadores de menor talento, que não aparecem na grande mídia. Receber dois salários mínimos em um clube de futebol da segunda divisão pode ser mais proveitoso do que receber um salário mínimo em uma ocupação que não exige formação escolar ou qualificação profissional.

Distantes da opinião dos críticos do esporte, particularmente do futebol, as crianças e jovens das camadas populares e seus responsáveis encontram prazer na prática esportiva e acreditam que esta seja um meio importante de superar as adversidades e alcançar uma socialização positiva: um drible rumo a um futuro melhor. 

Sugestões para leitura

- BOUDON, R. *A desigualdade das oportunidades: a mobilidade social nas sociedades industriais*. Brasília. Universidade de Brasília, 1981.
- DAMO, A. S. 'Bons para torcer, bons para se pensar – os clubes de futebol no Brasil e seus torcedores', em *Motus Corporis*, v. 5, nº 2, p. 11, 1998.
- GRANOVETTER, M. 'The strength of weak ties: a network theory revisited', em *Sociological Theory*, v. 1, p. 201, 1983.
- JESUS, G. M. 'Futebol e territorialidade da segregação racial em Porto Alegre', em *Motus Corporis*, v. 5, nº 2, p. 49, 1998.
- MILLS, C. 'Mobilidade', em SCOTT, J. (Org.), *Sociologia: conceitos-chave*, Rio de Janeiro, Zahar, 2010, 125-128.
- SCALON, C. 'O que os brasileiros pensam das desigualdades sociais?', em SCALON, C. (Org.) *Imagens da desigualdade*, Belo Horizonte e Rio de Janeiro, UFMG e IUPERJ/Ucam, 2004.
- VIANNA, J. A. e LOVISOLO, H. 'Projetos de inclusão social através do esporte: notas sobre avaliação', em *Movimento*, v. 15, nº 3, p.145, 2009.



A teoria da evolução, proposta pelo naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882) há mais de 150 anos e complementada por outros cientistas, vem sendo testada e amplamente corroborada desde então. No entanto, há pessoas que não a aceitam.

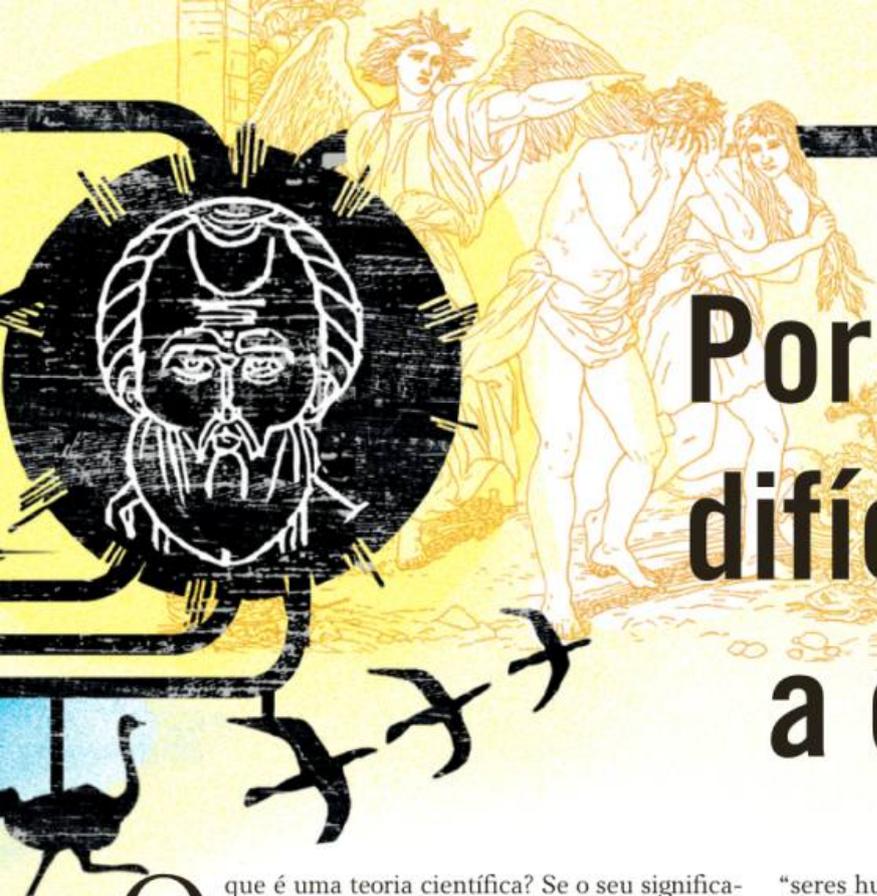
Este artigo discute três fatores fundamentais para essa rejeição: a falta de conhecimento sobre a natureza da ciência, a falta de conhecimento sobre evolução e a religião em si.

Rodrigo Hirata Willemart

*Escola de Artes, Ciências e Humanidades,
Universidade de São Paulo*

Antonio Carlos Marques

Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo



Por que é tão difícil aceitar a evolução?

O que é uma teoria científica? Se o seu significado na linguagem popular é geralmente um sinônimo de hipótese, em ciência a teoria é uma explicação de um fenômeno natural que é amplamente sustentada por evidências produzidas por observações e experimentos seguindo o método científico. Assim, uma teoria é um conjunto de hipóteses testadas constantemente sem que se mostrem falsas. A teoria da evolução se encaixa nessa definição, assim como a teoria da relatividade, a teoria atômica e a teoria celular.

A teoria proposta por Darwin foi dividida, por Ernst Mayr (1904-2005), biólogo evolucionista de origem alemã naturalizado norte-americano, em cinco princípios: os seres vivos se modificaram desde que a vida surgiu na Terra; há relação de parentesco entre eles; os a seleção natural é um importante mecanismo pelo qual os seres vivos mudaram ao longo das gerações; essas mudanças ocorrem lenta e gradualmente; e as espécies podem dar origem a outras.

Evidências do fenômeno biológico da evolução vêm de diversas áreas do conhecimento científico: a geologia revela que a Terra é antiga, tendo cerca de 4,5 bilhões de anos. A paleontologia documenta inúmeros fósseis que ilustram transições de um grupo de organismos para outro (por exemplo, o grupo de répteis que originou as aves). A biologia molecular mostra semelhanças de DNA de cerca de 99% entre humanos e chimpanzés, e os percentuais caem à medida que nos afastamos da linhagem dos primatas. Estudos de ecologia e microbiologia confirmam a evolução ocorrendo em populações de peixes, vírus e bactérias, entre outros. Esta é uma pequena compilação, a lista é longa...

Na maioria dos países desenvolvidos, algo entre 70% a 85% das pessoas entendem como verdadeira a frase

“seres humanos, como os conhecemos, evoluíram de espécies mais antigas de animais”. A exceção está nos Estados Unidos, onde apenas 40% dos ouvidos em pesquisas semelhantes entendem a frase como verdadeira.

Em outros países, porém, também há uma parcela assustadoramente alta de pessoas que negam a evolução, em algum grau. No Brasil, pesquisa feita pelo jornal *Folha de S. Paulo*, em 2010, revelou que 25% das pessoas creem que “Deus criou os seres humanos de uma só vez praticamente do jeito que são hoje em algum momento nos últimos 10 mil anos”. Que motivos levam a esses números? Há várias razões, mas aqui serão focadas três, que consideramos particularmente importantes: falta de conhecimento sobre a natureza da ciência, falta de conhecimento sobre evolução e a religião em si.

A natureza da ciência A ciência é o modo racional de entender (e também prevenir, remediar ou usar em nosso proveito) os fenômenos naturais, como tempestades, ciclones e terremotos, doenças epidêmicas ou não, explosões populacionais de pragas, ciclos das marés e fases da Lua, benefícios e malefícios do Sol (como fixação de vitamina D ou câncer de pele), entre uma infinidade de outros possíveis exemplos. Sem a ciência, ainda explicaríamos os fenômenos naturais de formas não racionais, apelando a entidades sobrenaturais, como fazíamos nos primórdios da civilização.

O biólogo norte-americano Kenneth Miller, católico convicto e evolucionista, vê a ciência como “a atividade humana de procurar explicações naturais para o que observamos no mundo que nos cerca. A ciência faz isso por meio da observação, experimentação e argumentação lógica, mantendo padrões empíricos estritos e ceticismo. Explicações científicas são construídas sobre observa- >>>

ções, hipóteses e teorias”. Já o filósofo austro-britânico Karl Popper (1902-1994) afirmou que teorias e hipóteses científicas devem ser falseáveis – se não houver possibilidade de coletar evidências para testar a refutação de uma teoria, ela não é científica.

Em ciência, quando há dados/evidências que confrontam uma hipótese prévia, é preciso rever essa hipótese, buscando-se sua modificação e complementação ou sua substituição por outra, que por sua vez passará por outros tantos testes, e assim sucessivamente. O conhecimento científico, portanto, é dinâmico e não dogmático – ele envolve apenas o mundo material, natural, e não contempla fenômenos sobrenaturais.

O método científico inclui procedimentos organizados e lógicos de investigação dos fenômenos naturais, e permite o estudo destes mesmo quando sua ocorrência não é presenciada. Uma analogia didática seria a cena de um crime, na qual se podem buscar evidências que permitam deduzir como foi o crime e quem foi o autor, embora sem presenciar o ato criminoso.

Romper as premissas hoje vinculadas à ciência leva ao surgimento de falcatruas científicas. Um exemplo é a astrologia, que, embora tenha sido, no passado, tida como parte da ciência, não resistiu às evidências materiais que se contrapunham a ela.

Em discussão sobre a teoria da evolução, há um exemplo recente de movimento autodenominado científico, mas que fere as premissas da ciência por não ser testável: o chamado ‘desenho inteligente’, ou DI (*intelligent design*, em inglês). Resumidamente, o movimento preconiza que a existência de estruturas extremamente complexas indica a existência de um ‘projetista’ sobrenatural por trás do universo e dos seres vivos. Tais estruturas, argumentam os defensores do DI, não poderiam ter surgido por evolução darwiniana. No entanto, a existência desse projetista não é sustentada por coletas e análise de dados naturais, não há hipóteses testáveis sobre ele. Portanto, o DI é sobrenatural: não é científico e não pode ser ensinado em aulas de ciências.

Evolução: pouco conhecida O desconhecimento sobre evolução é facilmente detectado em diversos textos divulgados na internet ou em livros de autores antievolutionistas. Um dos erros interpretativos mais comuns é considerar que a evolução ocorre totalmente ao acaso e, portanto, não permitiria o surgimento de tamanha complexidade e organização como a que vemos, por exemplo, em animais.

Na verdade, a evolução biológica, baseada na mudança herdada geneticamente ao longo do tempo, pode ocorrer aleatoriamente, como no caso da chamada deriva genética. Mas um dos principais mecanismos propulsores da evolução é um processo não aleatório, no qual alguns indivíduos de uma população têm características



diferenciadas (geradas por variação genética natural) que lhes dão vantagem sobre outros e fazem com que sobrevivam ou se reproduzam mais que aqueles que não as têm. Esse mecanismo é a chamada seleção natural, um processo de filtro que não é ao acaso.

Acaso, por exemplo, seria se todos os indivíduos tivessem chances iguais de reprodução e sobrevivência. Nesse caso, dificilmente o processo geraria complexidade e organização. Mas o acúmulo de modificações ao longo das gerações, incluindo as mudanças de função de determinadas estruturas, cria um ‘banco’ de possibilidades que podem se expressar como funcionais da maneira como as conhecemos hoje.

Outra crítica infundada é a de que a evolução não pode ser testada, que seria um processo histórico irreproduzível. No entanto, são abundantes as evidências que servem como testes desse fenômeno. A teoria que o explica seria parcialmente falseada se, por exemplo, fosse encontrado o fóssil de um mamífero em camadas geológicas com cerca de 500 milhões de anos (do período Cambriano), porque nessa época os animais que deram origem aos mamíferos sequer existiam. O estudo dos fósseis permitiu elaborar hipóteses evolutivas que têm sido testadas – e apoiadas – a cada novo fóssil descoberto, sem a necessidade de explicações sobrenaturais.

Desconhecer as evidências e os processos naturais que geram diversidade e complexidade obviamente dificulta a aceitação da evolução, já que aos olhos de um leigo pode ser difícil entender que toda a biodiversidade tenha sido gerada por esses processos. Sem conhecer os mecanismos e sem olhar para as evidências científicas, a ‘incredulidade pessoal’ quanto à evolução impera: “parece impossível, então eu não acredito”. Se não for por meio da extremamente bem sustentada teoria evolutiva, como explicar cientificamente a riqueza atual de seres vivos?

A religião em si Assim como seria simplista e equivocado classificar um indivíduo como ‘religioso’ ou ‘ateu’, existe uma gradação entre os que creem nas informações sobre a natureza presentes na *Bíblia* e os que acreditam nos conhecimentos acumulados pela ciência. Há o extremo criacionista, para quem a Terra é plana (defensores dessa ideia citam, entre outros, o versículo



bíblico Isaías 40:22 como 'prova'), e, no outro extremo, os evolucionistas materialistas (ver 'Evolucionismo e criaçãoismo no século 21', em CH 256). Entre os dois, há alguns que negam a Terra plana, mas acreditam que o Sol gira em torno dela (mencionando, por exemplo, Josué 10:12-13). Pesquisa divulgada recentemente pela Fundação Nacional de Ciência dos Estados Unidos revela que um em cada quatro norte-americanos acredita que o Sol gira em torno da Terra. Outros discordam dessas duas ideias, mas dizem que a Terra tem de 6 mil a 10 mil anos. E há os que aceitam que a Terra tem bilhões de anos, mas não aceitam que o homem descende de outros animais, e assim por diante.

A mesma pesquisa da *Folha de S. Paulo* revelou que, quanto menor o grau de escolaridade e a condição econômica, maior a religiosidade e a negação de um parentesco entre os humanos e demais animais. Outro estudo, feito em cursos de pós-graduação da Universidade de São Paulo (USP), em 2012, e publicado nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, evidenciou que a religiosidade é maior na faculdade de veterinária que na de biologia, onde o conceito de evolução permeia todo o conhecimento.

Informações de fontes diversas parecem indicar uma clara relação entre ser religioso e negar a evolução. Tomados literalmente, muitos trechos de livros sagrados, como a *Bíblia*, contradizem dados científicos no campo da história natural. Isso ajuda a explicar a negação da evolução: para algumas pessoas, contradizer um livro sagrado pode significar a perda da salvação eterna. Portanto, aceitar a evolução se torna um sério problema – ao menos segundo alguns dogmas religiosos.

Entretanto, há exemplos de autoridades religiosas que não consideram um confronto moral ser profundamente religioso e aceitar a evolução. É o caso do falecido papa João Paulo II, de Rowan Williams (o arcebispo de Canterbury, que oficiou o casamento do príncipe William) ou do cardeal Gianfranco Ravasi (da Igreja Católica Romana), entre outros. Eles entendem que a *Bíblia* é um documento histórico, escrito em um tempo em que a ciência estava pouco desenvolvida, e que é um erro interpretar o que ela contém literalmente, como se fosse um texto científico.

Incentivar o olhar crítico Aceitar a evolução é aceitar o mundo em acordo com evidências científicas cada vez mais numerosas e mais detalhadas. Aceitar a evolução é aceitar a origem da espécie humana da única maneira em que ela é sustentada por evidências científicas. Um exemplo está nas evidências de uma cauda pós-anal ('rabo') presente em embriões de peixes, sapos, cobras, seres humanos e aves, entre outros animais.

Entender a natureza da ciência e os conceitos atrelados à teoria evolutiva é algo que envolve, primariamente, a educação científica de nossos jovens. Já a questão da religião é complexa e polêmica. Independentemente da escolha de cada um, o mais importante é o respeito à diversidade de culturas, ideias e conhecimentos. Uma discussão científica deve se ater às ciências. Da mesma maneira, o sobrenatural, por não ser científico, não deve ser considerado em um debate sobre a ciência. Em salas de aula, por exemplo, religião deve ser discutida nas aulas de religião e não nas aulas de ciências e vice-versa (ver 'Ciência e religião: uma guerra desnecessária', em CH 304).

Ambas podem ser discutidas como áreas do conhecimento diferentes em aulas de filosofia ou história. Cientistas e educadores têm a responsabilidade de familiarizar os jovens com a natureza da ciência, incluindo as evidências de evolução, suas consequências e aplicações. Incentivar o mais cedo possível o olhar crítico, o ceticismo, o modo racional de pensar, são posturas importantes que podem ajudar a modificar esse quadro de negação da evolução. 

Sugestões para leitura

EL-HANI, C. N. e MEYER, D. *Evolução, o sentido da biologia*. São Paulo, Editora Unesp, 2005.

MILLER, K. R. *Only a theory: evolution and the battle for America's soul*. Nova York, Penguin, 2008.

SOUZA, S. *A goleada de Darwin*. Rio de Janeiro, Editora Record, 2009.

SCOTT, E. C. *Evolution versus creationism: an introduction*. Berkeley/Los Angeles, University of California Press, 2004.

Vítimas das

QUANDO EQUÍVOCOS ESTATÍSTICOS LEVAM A ERROS JUDICIAIS

Em 1999, no Reino Unido, uma advogada foi injustamente condenada a duas sentenças de prisão perpétua. Acusação: assassinato dos próprios filhos. Com grande repercussão na mídia, o erro judicial – derivado do uso equivocado de princípios probabilísticos – fez o caso entrar para os anais da jurisprudência. E até da história do método científico.

Athayde Tonhasca Jr.
Scottish Natural Heritage,
Perth (Reino Unido)

Em dezembro de 1996, em Cheshire (Inglaterra), Sally Clark chamou uma ambulância para socorrer Christopher, seu filho de 11 semanas de idade, que desfalecera após ter sido posto na cama. A criança foi levada para o hospital, mas morreu pouco depois. Segundo o legista, o menino fora vítima de infecção respiratória associada à Síndrome da Morte Súbita do Lactente (SMSL) ou 'morte do berço'.

A SMSL é rara e tem causas desconhecidas: bebês com menos de um ano e aparentemente saudáveis morrem subitamente. Assim, a morte de Christopher causou consternação, mas foi considerada uma fatalidade.

Em 1998, no entanto, o segundo filho de Sally, Harry, de oito semanas, morreu em circunstâncias semelhantes. O legista – o mesmo que havia examinado Christopher – notou sinais de que o bebê poderia ter sido sacudido com violência. Desconfiado, consultou suas anotações sobre a autópsia de Christopher e concluiu que sua morte poderia ter sido causada por sufocamento.

Essas incertezas não foram despropositadas: os sintomas envolvidos são particularmente difíceis de diagnosticar, em especial em recém-nascidos. Nos dois casos, os corpos das crianças exibiram sinais de trauma, mas estes eram consistentes com sequelas das medidas de primeiros socorros usadas para tentar ressuscitá-las.

Porém, a coincidência de dois irmãos sucumbirem ao mesmo mal raro convenceu o legista de que as mortes não foram naturais. A polícia foi alertada e, um mês após a perda da segunda criança, Sally e o marido foram presos e acusados da morte dos filhos.

Após determinar que a advogada estava sozinha com os filhos nos dois incidentes, a polícia retirou a acusação contra o marido. Sally Clark foi indiciada por duplo infanticídio: Christopher teria sido sufocado;



probabilidades

Harry, sacudido violentamente. A advogada foi levada a júri popular, e o caso recebeu ampla cobertura da imprensa.

No julgamento, a promotoria revelou episódios de depressão e consumo de álcool da ré, mas não produziu provas materiais de maus-tratos, já que as conclusões do legista estavam longe de ser definitivas. Seguiram-se dias de pareceres complexos – e muitas vezes contraditórios – de patologistas, psiquiatras, neurologistas e pediatras, mas nada suficiente para derrubar a tese da defesa: os meninos teriam sido vítimas da SMSL.

A acusação então convocou Roy Meadow, renomado pediatra, para testemunhar como especialista em SMSL: a opinião de Meadow selou o destino de Sally Clark.

Lei de Meadow Pelas estatísticas governamentais, a incidência da SMSL era de 1 caso para cada 1.300 nascimentos em toda a população da Inglaterra, mas para famílias de alta renda em que a mãe tem mais de 26 anos e não fuma – como era o caso de Sally Clark – a incidência cai para um caso em cada 8.540 nascimentos. Meadow usou esse dado para calcular a probabilidade de dois filhos morrerem por SMSL simplesmente multiplicando $1/8.540 \times 1/8.540$, que resulta em cerca de 1 em 73 milhões.

Comparando esse valor com o número médio de nascimentos na Inglaterra (650 mil crianças por ano), o perito estimou o número de casos esperados de duas mortes por SMSL na mesma família.

No que ficou conhecido ironicamente como 'lei de Meadow', o pediatra concluiu: "uma morte por SMSL é uma tragédia, duas mortes são suspeitas e três mortes são, salvo prova do contrário, assassinatos". Em vista desse parecer, a promotoria argumentou que a proba-

bilidade de dois irmãos morrerem de SMSL é ínfima a ponto de poder ser descartada, e a única explicação seria premeditação: a ré teria matado os próprios filhos.

Apesar das incertezas dos patologistas, o testemunho de Meadow foi suficiente: em novembro de 1999, Sally Clark foi condenada à prisão perpétua.

O veredito chocou médicos e assistentes sociais, pois o perfil e o histórico de Sally não eram compatíveis com os padrões observados em casos de abuso infantil, que quase sempre têm antecedentes (prontuários hospitalares, queixas na polícia, testemunho de vizinhos etc.). Nesse caso, nada havia.

Hipótese falsa Políticos, jornalistas e ativistas de direitos civis iniciaram campanhas para limpar o nome da advogada, mas a polêmica não arrefeceu: como conciliar a morte de duas crianças visivelmente saudáveis com a improbabilidade da causa dessas mortes?

A primeira rachadura no raciocínio de Meadow veio à tona quando estatísticos apontaram o possível equívoco do pediatra ao estimar o risco de casos duplos de SMSL: assumir indevidamente a independência de fatores.

A multiplicação das probabilidades ($1/8.540 \times 1/8.540$) só seria válida se cada ocorrência da SMSL fosse independente, ou seja, se o fato de uma criança ter sido vítima não afetasse em nada a possibilidade de um irmão também ser vítima. Em outras palavras, não haveria predisposição para a SMSL entre familiares.

Porém, os especialistas intuitivamente desconfiaram que essa hipótese era falsa: afinal, quaisquer que sejam os fatores genéticos ou ambientais que levam à SMSL, eles devem atuar mais intensamente na mesma família.

Em outubro de 2000, os advogados de Sally Clark entraram com recurso para anular a sentença, citando

>>>

o problema com os cálculos de Meadow. Mas os juízes não foram convencidos: apesar de reconhecerem o possível equívoco, consideraram válido o princípio do argumento.

Sally Clark permaneceu presa.

Coube a Ray Hill, professor da Universidade de Salford (Inglaterra), debruçar-se sobre centenas de casos de SMSL para analisar os dados que pareciam conspirar contra a advogada.

A primeira contribuição de Hill foi confirmar o que os médicos suspeitavam: há, de fato, predisposição para a SMSL na mesma família. Os registros médicos revelaram que irmãos de vítimas da SMSL são, no mínimo, 10 vezes mais propensos (em relação à média) a também sucumbirem ao mal. E mais: meninos são duas vezes mais suscetíveis do que meninas.

Essas análises derrubaram de vez a hipótese de independência e demonstraram que Meadow subestimou em 10 vezes o número esperado de casos duplos de SMSL na mesma família. A correção reafirmou a baixa probabilidade de dois irmãos morrerem de SMSL, mas não aos níveis extremos sugeridos por Meadow. No entanto, Hill dismantelou o caso contra Sally Clark, ao apontar a omissão das probabilidades condicionais na avaliação das evidências.

Vamos deixar o caso por um momento e discutir um cenário hipotético que explica o conceito de probabilidades condicionais (ver 'Confiabilidade em crise – até onde podemos acreditar na literatura científica?', em CH 303).

João tem um gene raro que causa uma doença degenerativa fatal em 0,5% dos portadores. A doença – mesmo que assintomática – pode ser detectada por um teste de sangue, e João, decidido a não viver com a incerteza, solicita o exame.

Ao retornar ao consultório, o médico o aguarda com semblante carregado: o resultado do teste foi positivo. Atônito, João pergunta ao médico se ele tem certeza do

diagnóstico. “Quase absoluta”, responde ele. “O teste tem 95% de confiabilidade” – o médico refere-se à acurácia do teste, ou seja, à probabilidade de ele detectar corretamente a doença.

João ruma seus conhecimentos estatísticos por um instante e volta a perguntar: “A probabilidade de pessoas com meu gene desenvolverem a doença é 0,5%?” “Sim”, confirma o médico, que acrescenta, solidário: “Mas, como eu disse, o teste só falha em 5% dos casos: infelizmente, você parece ter sido vítima da má sorte.”

Para sua surpresa, João abre um largo sorriso: “Creio que não, doutor. Na verdade, quero ser testado novamente, porque estou confiante de que estarei livre da doença!” Será que João se recusa a aceitar a realidade? Ou ele tem razões para estar otimista?

De fato, a figura demonstra que João está certo: é mais provável que o teste tenha falhado do que ele ser vítima da doença. O fato de que o número esperado de falsos positivos é maior do que o número esperado de casos deve ser levado em conta, pois a probabilidade de João ter a doença – dado que seu teste deu positivo – é condicional à probabilidade de que resultados positivos realmente implicam a ocorrência da doença. O teste pode também resultar em falsos negativos, ou seja, falhar em detectar a doença. Visando à simplificação, vamos considerar que essa possibilidade seja negligível (ver 'Positivo, negativo, falso...', em CH 247).

Duas alternativas No caso de Sally Clark, duas opções foram dadas ao júri: i) Christopher e Harry morreram de causas naturais raríssimas, praticamente impossíveis de ocorrer; ii) foram assassinados.

Mas o que faltou na construção dessas duas proposições foi um ponto aparentemente óbvio, mas na verdade fundamental: o fato de duas crianças serem assassinadas pela mãe também é um evento raríssimo. Então, a decisão sobre a culpa ou não de Sally

Relação entre incidência e falsos positivos para pacientes testados para uma doença genética rara





Clark depende da escolha entre duas alternativas: i) a improvável ocorrência da SMSL nos dois filhos; ii) o improvável ato de duplo infanticídio.

Em outras palavras, a raridade relativa dos dois eventos (infanticídios e SMSL) deve ser levada em conta no julgamento de Sally, do mesmo modo que a raridade da doença genética e a possibilidade de falsos positivos foram levadas em conta na avaliação do risco de João ser vítima do mal.

Como a baixíssima probabilidade de morte natural para dois irmãos se compara com a possibilidade de ação criminosa?

Para estimar a probabilidade de dois casos de SMSL na mesma família, Hill partiu do número esperado de diagnósticos para toda a população da Inglaterra, 1 em cada 1.300 nascimentos – Meadow havia considerado apenas os casos em famílias de baixo risco, mas para Hill esses dados eram pouco confiáveis devido ao pequeno número de casos.

Hill já havia estimado que um segundo filho tem o risco aumentado 10 vezes. Assim, a probabilidade de ele também sucumbir à SMSL é de $1/1.300 \times 10 = 1/130$. A probabilidade de dois casos é calculada pela probabilidade de o mal ocorrer no primeiro filho, multiplicada pela probabilidade de ele ocorrer no segundo: aproximadamente $1/170$ mil. Multiplicando-se esse resultado pelo número de crianças nascidas, chega-se ao número esperado por ano.

Segundo dados oficiais, há menos de 30 infanticídios cometidos por mães por ano na Inglaterra. Levando-se em conta o número de crianças nascidas por ano (650 mil), o índice é de 0,46 ocorrência por 10 mil nascimentos. Convertendo-se, para efeitos de comparação, o número esperado de SMSL ($1/1.300$) para a mesma base, esperam-se 7,7 casos por 10 mil nascimentos ($1/1.300 \times 10$ mil).

A conclusão lógica então é que o risco de um bebê morrer de SMSL é cerca de 17 vezes maior do que ele ser assassinado pela mãe ($7,7/0,46 = 16,7$). Cálculos semelhantes para comparar duplos casos de SMSL e duplos infanticídios são mais complexos pela óbvia razão de que esses dados são escassos, mas Hill e outros estatísticos estimaram que a razão duplo SMSL/duplo infanticídio seria ainda maior que 17.

Ora, então por que entre duas opções improváveis aceitar a mais improvável das duas?

Fato surpreendente Ray Hill e seus colegas não procuraram – e nem podiam, com os fatos que tinham em mãos – provar a inocência de Sally Clark: eles apenas demonstraram que a argumentação estatística da acusação era incorreta, pois havia explicações mais plausíveis para as mortes de Christopher e Harry.

Nesse meio tempo, um fato surpreendente alterou completamente o rumo do caso: um relatório hospitalar

sobre análises microbiológicas da autópsia de Harry – até então não divulgado – chegou às mãos dos advogados. Esse documento apontava a presença da bactéria *Staphylococcus aureus* nos órgãos da criança, indício de morte por infecção bacteriana.

Se havia agora evidências de que a morte de Harry foi natural, o assassinato do irmão – cujos sintomas eram ainda mais incertos – foi também posto em dúvida. Os advogados não perderam tempo em entrar com novo recurso, e o caso ruiu completamente. Em 2003, após mais de três anos de prisão, Sally foi libertada.

A absolvição de Sally Clark causou profunda repercussão, e a sua condenação passou a ser vista como um dos maiores erros judiciais recentes no Reino Unido. O procurador-geral ordenou a revisão de centenas de casos semelhantes, o que levou à anulação de outras duas sentenças de infanticídio.

Meadow e o patologista que deixou de revelar o relatório sobre Harry foram repreendidos e suspensos dos cargos. Mas nada disso serviu de consolo para Sally: segundo o marido e a família, ela nunca se recuperou do trauma de ter sido condenada pelo assassinato dos filhos. Em 2007, a advogada de 42 anos morreu, vítima de alcoolismo.

O caso de Sally Clark foi um exemplo marcante e histórico das consequências do desconhecimento e dos mal-entendidos quanto a probabilidades condicionais. Com a argumentação estatística cada vez mais relevante nos tribunais – por causa do volume crescente de dados e da disseminação de ferramentas científicas, como perfilamento genético – é fundamental entender e aplicar corretamente esses conceitos. 

CONSERVAÇÃO, ECOLOGIA, ESTATÍSTICAS E PROBABILIDADE

Além de conservação e ecologia de insetos, sua área profissional, o autor tem interesse nas aplicações práticas de técnicas estatísticas e probabilidade, e no modo com que a sociedade encara o método científico.

Sugestões para leitura

BARBEY, A. K.; SLOMAN, S. A. 'Base-rate respect: from ecological rationality to dual processes'. *Behavioral and Brain Sciences*, v. 30, n. 3, p. 241 (2007).

HILL, R. 'Multiple sudden infant deaths - coincidence or beyond coincidence?'. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, v. 18, n. 5, p. 320 (2004).

MLODINOW, L. *O andar do bêbado: como o acaso determina nossas vidas*. Jorge Zahar Editor (2009).

SCHEURER, V. 'Convicted on Statistics?'. *Understanding uncertainty*. Disponível em <http://understandinguncertainty.org/node/545>.

BIOLOGIA

Os seres vivos podem ser 'reprogramados', para adquirir capacidades que não têm na natureza? A resposta é: sim! A reprogramação de organismos, com vistas a aplicações biotecnológicas e biomédicas, é o objetivo da biologia sintética, uma nova área da ciência. Para conseguir isso, biólogos, físicos, químicos, engenheiros e muitos outros profissionais vêm atuando em conjunto e já começam a tornar realidade alguns cenários antes restritos à ficção científica. O engajamento de jovens cientistas e os avanços nas técnicas biomoleculares e genéticas, associados à conscientização quanto ao uso responsável dessas ferramentas, permitem acreditar que a biologia sintética ganhará destaque e trará melhorias para a qualidade da vida humana.

Rafael Silva Rocha

Tie Koide

*Departamento de Bioquímica e Imunologia,
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo*

SINTÉTICA



O DESAFIO DA REPROGRAMAÇÃO DE ORGANISMOS VIVOS

Um grande vazamento em uma plataforma de produção de petróleo no oceano é detectado e controlado com a ajuda de 'dispositivos' capazes de degradar o composto rapidamente, evitando que se espalhe. Doenças graves, como o câncer e outras, são tratadas por 'máquinas' microscópicas, que identificam e atacam as células doentes de um paciente. Outros minúsculos 'aparelhos' atuam como fontes energéticas renováveis, não poluentes e autossustentáveis.

Os 'dispositivos' e 'máquinas' listados acima não têm componentes eletrônicos, como computadores e celulares: na verdade, todos são micro-organismos vivos, reprogramados para realizar essas tarefas complexas de forma controlada e precisa. Parece ficção científica, mas não é. Esse panorama ainda não faz parte do cotidiano, mas já está sendo desenhado nos laboratórios de biologia sintética, área de pesquisa que trabalha para trazer essas aplicações para o dia a dia.

>>>

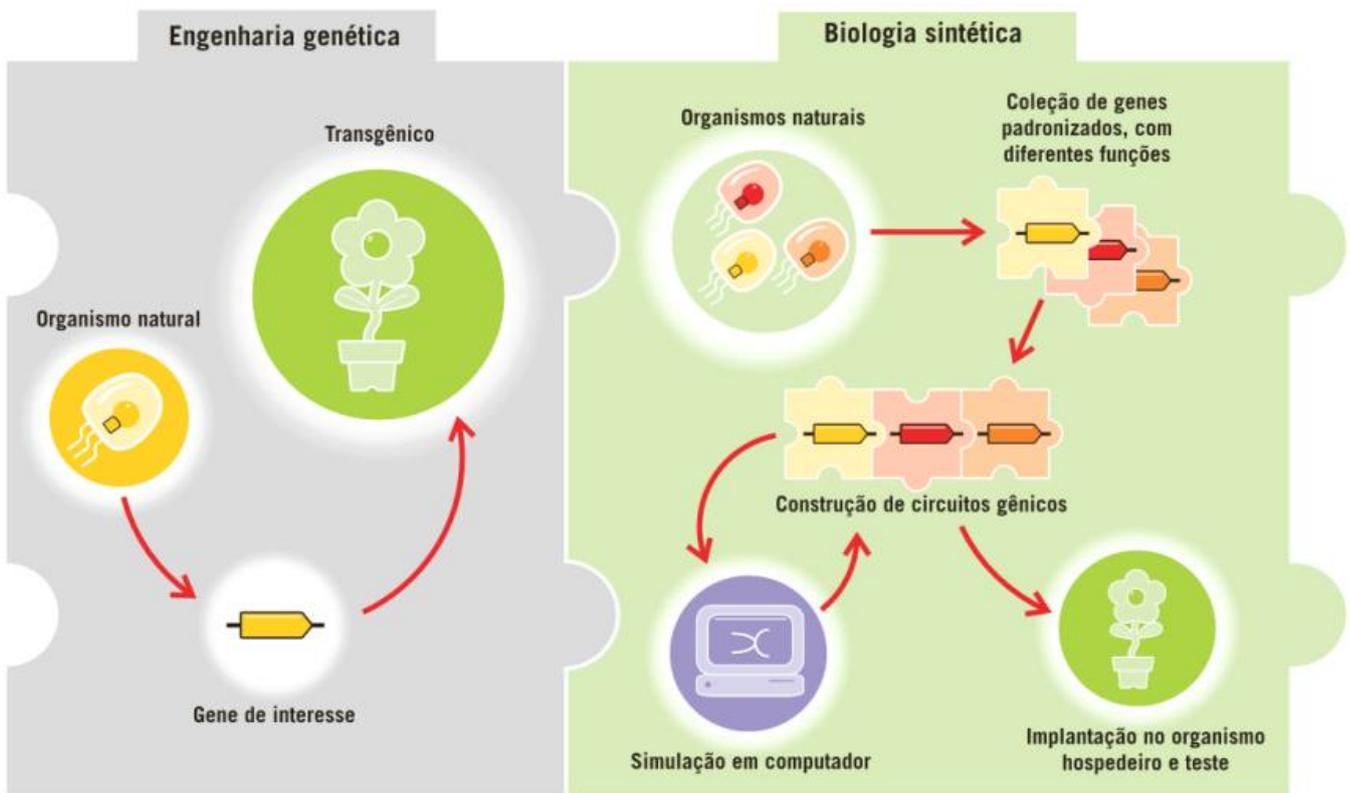
Esse novo campo de estudos pode ser visto como um sucessor da engenharia genética, com sofisticações possibilitadas pela biologia moderna: precisão, robustez, quantificações, simulações no computador...

As duas áreas são diferentes. Na engenharia genética, o principal objetivo é alterar organismos inserindo em seu DNA genes que lhes dão novas características (soja, milho, tomate e outros vegetais resistentes a determinadas pragas que atacam as lavouras ou com enriquecimentos nutricionais, por exemplo). De início, é preciso identificar o gene de interesse em organismos naturais, como o gene de resistência a um herbicida presente em uma bactéria. O gene é então inserido em outro organismo, como um 'transplante molecular', o que resulta em um ser transgênico. Os produtos da engenharia genética já são reais há anos, seja em plantas transgênicas cultivadas e consumidas no mundo todo ou na produção de medicamentos (insulina e outros).

Na biologia sintética, os passos intermediários entre o isolamento dos genes de interesse e a geração do produto final mudam totalmente. Em primeiro lugar, a grande complexidade dos sistemas construídos nessa nova área requer uma ampla coleção de genes com diferentes funções. Além disso, estes precisam ser conectados uns aos outros, em um processo denominado 'padronização' – é como converter os genes em peças encaixáveis, semelhantes às de um quebra-cabeça ou brinquedo de montar. Após a padronização, as peças selecionadas são usadas para construir circuitos gênicos, que funcionam como circuitos eletrônicos. Uma vez implantados nos organismos hospedeiros, esses circuitos permitem a realização das tarefas específicas desejadas pelos pesquisadores.

Antes da introdução do circuito de genes no hospedeiro final, são elaborados modelos matemáticos que permitem simular seu comportamento em computadores. Isso possibilita revisar o projeto de engenharia e fazer modificações que melhorem o desempenho. Após confirmar, em novas simulações, que o sistema funciona como desejado, ele é introduzido nos hospedeiros adequados, que podem ser bactérias, plantas ou até células de mamíferos. Os ciclos de padronização-simulação-validação compõem a grande inovação que a biologia sintética proporciona para a engenharia de sistemas biológicos e envolvem a colaboração entre profissionais de diferentes campos, como biologia, agronomia, medicina, física, matemática e química.

Figura 1. Diferenças entre engenharia genética e biologia sintética. Na primeira, o gene de interesse é isolado de um organismo natural e inserido em novo hospedeiro, conferindo a este a característica desejada. Na biologia sintética, um conjunto de genes é isolado e padronizado para adquirir um formato que permita sua interconexão. Os genes são então usados para construir circuitos gênicos que podem ser avaliados em simulações computacionais, e os circuitos resultantes são inseridos no organismo hospedeiro para gerar as aplicações de interesse



As possibilidades dessa engenharia de sistemas biológicos são tão amplas que a imaginação parece ser o limite para o que é possível realizar. Os exemplos citados no início deste artigo, por exemplo, parecem exercícios de futurologia, mas são resultados reais. Pesquisadores da Universidade da Califórnia, em Berkeley (Estados Unidos), desenvolveram um circuito gênico que, implantado na bactéria *Escherichia coli*, permite que esta reconheça e invada células cancerígenas, atuando como um sistema que direciona a liberação de drogas em tumores. Em outro trabalho, na Universidade de Emory (Estados Unidos), foi desenvolvida uma bactéria capaz de ‘nadar’ em direção a um poluente ambiental e liberar enzimas que degradam esse composto – gerando, portanto, um processo de biorremediação.

Outros exemplos têm aparecido em publicações científicas, com frequência cada vez maior. A maior parte das aplicações obtidas ainda não chegou ao nosso cotidiano, mas os estudos comprovam que esses cenários são possíveis. Um produto da biologia sintética que já começou a ser produzido é um medicamento destinado a combater a malária. A droga artemisina, antes extraída de plantas, está sendo obtida com o uso de circuitos construídos por engenharia gênica: um precursor da substância é produzido por uma levedura reprogramada e transformado em artemisina por outros processos. O processo torna o medicamento mais barato e permite um fornecimento mais estável, o que deverá ajudar no controle da doença.

A velocidade com que vêm surgindo novos resultados das pesquisas em biologia sintética indica que esse novo campo, em poucos anos, poderá gerar muitos outros produtos, com diferentes aplicações, trazendo efeitos benéficos à sociedade.

Regulação gênica Na história da humanidade, os grandes desenvolvimentos tecnológicos foram em geral precedidos por um importante avanço no conhecimento científico – como ocorreu com a física no início do século 20, que permitiu, entre muitas outras coisas, o surgimento de computadores cada vez mais sofisticados. Acredita-se que o século 21 será marcado pelos avanços na biologia.

Nas últimas décadas, o aperfeiçoamento das técnicas de biologia molecular vem permitindo estudar e entender em detalhe os diferentes processos associados com o controle dos circuitos gênicos nas células. Afinal, antes de conseguir reprogramar organismos vivos, é preciso decifrar como esses programas biológicos atuam em resposta a diferentes estímulos. Precisamos saber qual a função de cada peça, quais os encaixes possíveis e como essas conexões se comportam na natureza.

Um exemplo claro da importância de entender o controle desses programas genéticos está no fato de que to-

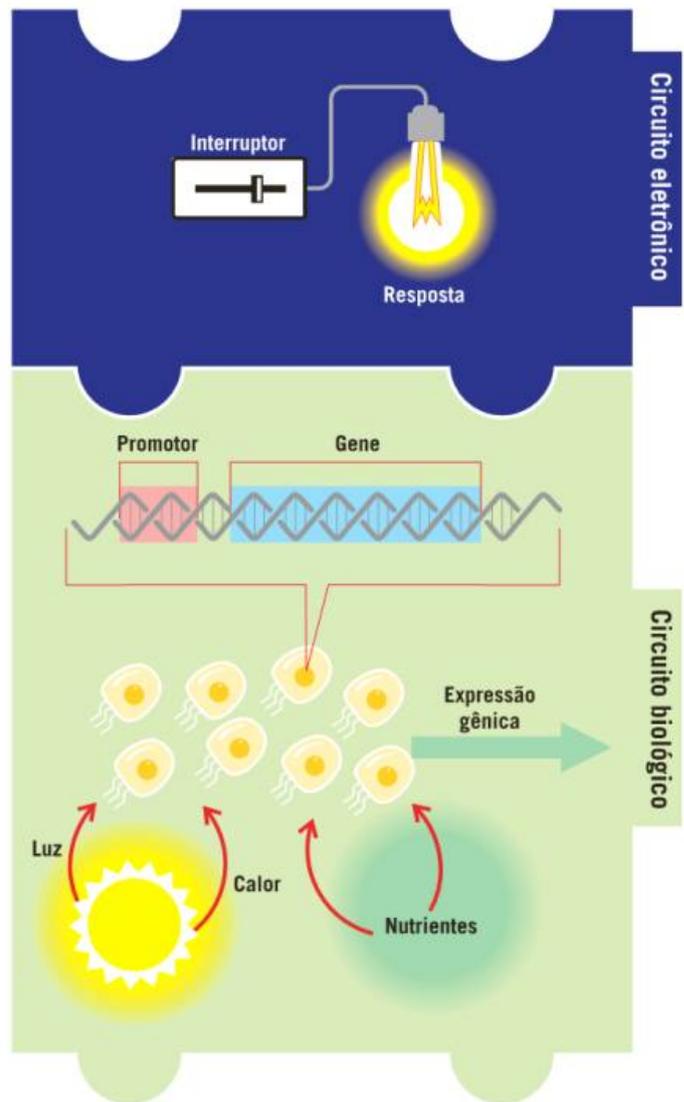


Figura 2. Controle da expressão gênica. Nos seres vivos, a percepção de estímulos ambientais controla a expressão de seus genes.

Nos circuitos biológicos, os genes (em azul) estão contidos no genoma e são formados por porções definidas do DNA, e a expressão de cada gene é controlada por uma região promotora, que reage aos sinais ambientais e determina se ele se expressará ou não. O processo é semelhante a um circuito eletrônico onde um interruptor controla a função de um dispositivo – por exemplo, uma lâmpada

das as células de um indivíduo carregam o mesmo conjunto de informações genéticas (o mesmo genoma), embora existam diferentes tipos de células, com funções especializadas (células dos músculos, do cérebro, do sangue, da pele e tantas outras). Os genes contêm as informações necessárias para essa especialização, mas devem ser acionados no lugar certo e na hora certa. Para isso, as células precisam ter um controle fino de quando cada gene está ligado ou desligado – ou seja, têm que realizar a regulação da expressão gênica.

Alguns genes atuam de modo contínuo nas células, enquanto outros são ligados apenas em resposta a sinais

Síntese química de DNA

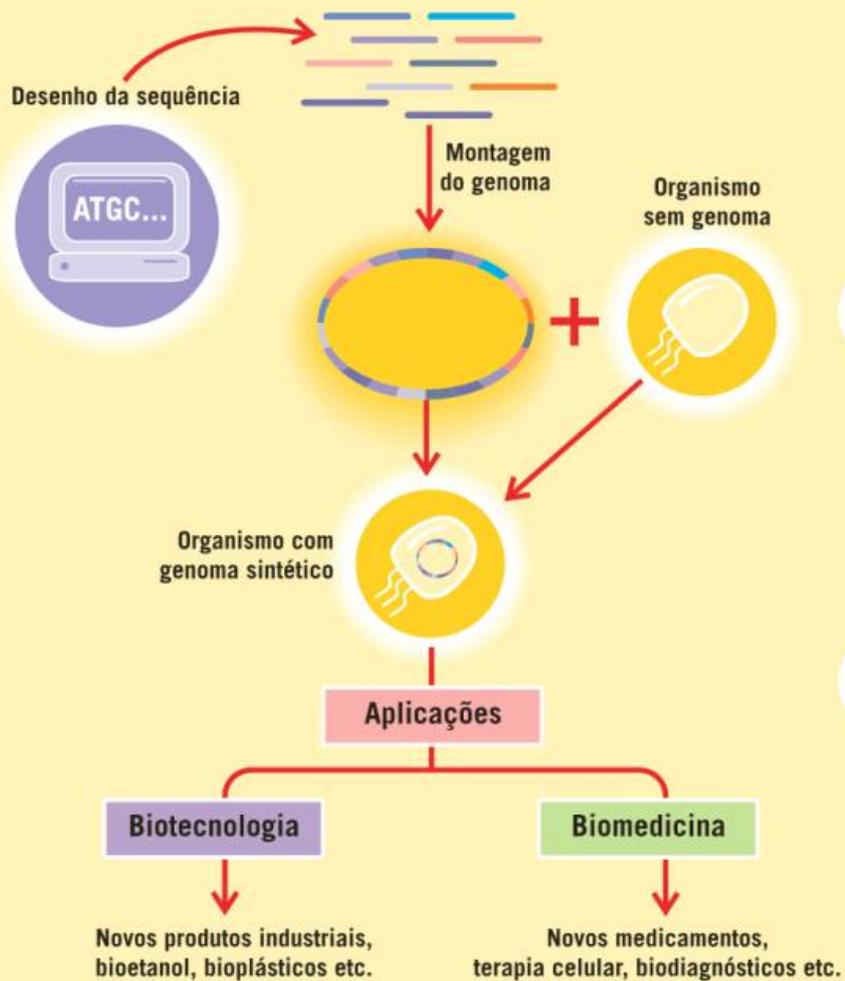


Figura 3. Síntese de genomas completos. Sequências de DNA que compõem um genoma são definidas por métodos computacionais e sintetizadas quimicamente. Os milhares de fragmentos gerados são então ligados para formar moléculas de DNA maiores, até a obtenção do genoma sintético. Este é transferido a uma célula da qual foi extraído o DNA, e o organismo resultante expressa os circuitos sintéticos que recebeu, permitindo variadas aplicações biotecnológicas ou biomédicas de interesse

específicos – por exemplo, mudanças de luminosidade, de temperatura e de disponibilidade de nutrientes, entre outras. Assim, o genoma de um organismo, composto por longas cadeias de DNA, contém não apenas os genes, mas também regiões que controlam a expressão desses genes. Estas são chamadas de regiões promotoras. Elas funcionam como um tipo de unidade de processamento, que analisa a presença ou ausência dos sinais que controlam a expressão gênica e, como resultado, ativam ou não os genes.

Fazendo uma comparação com um circuito eletrônico, uma região promotora equivale a um painel de controle conectado a um dispositivo como, por exemplo, uma lâmpada, e com diversos interruptores. Cada interruptor é ligado quando o estímulo adequado está presente e, dependendo da combinação de interruptores ligados ou desligados, a lâmpada é acesa ou permanece desligada.

Nos circuitos biológicos, o processo de ligar/desligar os ‘interruptores’ presentes nas regiões promotoras do genoma é extremamente sofisticado, e entender esse fenômeno nas diferentes células é um dos objetivos da

biologia sistêmica (ou biologia de sistemas). Esta busca compreender o funcionamento dos sistemas biológicos de maneira global, ou seja, tentando integrar todos os circuitos gênicos de um organismo, usando modernos métodos experimentais e computacionais.

Esse tipo de abordagem não só permite decifrar as estratégias adotadas pelos organismos em resposta a diferentes estímulos, mas também gera o conhecimento necessário para o desenho de novos circuitos gênicos sintéticos para aplicações biotecnológicas e biomédicas – andando de mãos dadas com a biologia sintética. No Laboratório de Biologia Sistêmica de Microrganismos da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (USP), por exemplo, estudamos como atuam os circuitos gênicos do micro-organismo *Halobacterium salinarum*.

Queremos entender como esse organismo, que consegue viver em locais onde a concentração de sal é até 10 vezes maior que a da água do mar, detecta e responde aos sinais ambientais. Para decifrar a rede de regulação gênica desse organismo, empregamos, de modo integrado, várias técnicas de biologia molecular de

última geração, além de técnicas computacionais. Essas ferramentas permitem mapear as 'estradas moleculares' que existem nesse micro-organismo peculiar e descobrir como elas se conectam e controlam o tráfego em diferentes contextos. Conhecendo os caminhos, é possível achar rotas alternativas, aproveitar alguns atalhos e assim, tornar possível inserir novas vias moleculares complexas, com controles bem estruturados – enfim, construir circuitos com finalidades biotecnológicas.

Criatividade responsável Nas células, as informações genéticas são codificadas por meio da sequência das chamadas bases nitrogenadas: adenina (A), timina (T), citosina (C) e guanina (G), as unidades básicas do DNA. O genoma de um organismo é o conjunto completo dessas sequências de A, T, C e G, contendo os genes e as regiões controladoras. O genoma da bactéria *E. coli*, por exemplo, tem cerca de 4,6 milhões de pares de bases, enquanto no genoma humano há mais de 3 bilhões. Para reprogramar organismos, os genes e as regiões promotoras precisam ser isolados e remontados.

Uma das principais limitações da biologia sintética, hoje, é o número muito baixo de regiões promotoras e genes que podem ser conectados de modo eficiente: ao redor de uma dezena. Isso dificulta obter algumas das aplicações almejadas, que requerem circuitos com dezenas ou mesmo centenas de elementos. No entanto, essa limitação na capacidade de 'montagem' dos circuitos pode estar com os dias contados.

Metodologias desenvolvidas em 2010 por pesquisadores do Instituto Craig Venter, nos Estados Unidos, permitem sintetizar genomas completos em tubos de ensaio e, depois, introduzi-los em células hospedeiras que tiveram o genoma original removido. Esse 'transplante' de genoma representa o caso mais extremo de reprogramação celular, já que a célula sintética resultante passa a expressar a nova coleção de genes recebida – o genoma artificial.

Construir sequências genéticas com esse nível de complexidade é trabalhoso. Em primeiro lugar, as sequências de interesse são planejadas no computador. Feito o desenho do novo genoma, inicia-se a síntese química, ou seja, a ligação das bases (A, C, T e G) na ordem específica para formar a sequência desejada. Essa síntese só produz fragmentos curtos de DNA, que devem então ser unidos para compor sequências cada vez maiores, até formar o genoma completo, que será transplantado para a célula hospedeira. Esse novo processo de síntese completa de genomas elimina as limitações dos métodos atuais e terá enorme efeito no desenvolvimento da biologia sintética.

Reprogramar organismos vivos não é fácil. Para que as promessas da biologia sintética se tornem reais, é

necessário o engajamento da nova geração de cientistas. Como forma de incentivar jovens a conhecer as técnicas existentes e usá-las de modo responsável, ocorre anualmente a Competição Internacional de Máquinas Modificadas Geneticamente (iGEM, na sigla em inglês). Nesse evento, estudantes de todo o mundo, usando peças padronizadas de DNA ou criando novas peças, apresentam projetos de sistemas com diferentes propósitos que funcionem em células vivas.

Lâmpadas bioluminescentes, sistemas que otimizam a produção de etanol, organismos que detectam agentes patogênicos, tornam plantas mais resistentes e ajudam no tratamento de doenças são exemplos de projetos levados à competição. Organizados em equipes multidisciplinares e supervisionados por pesquisadores de universidades, esses jovens usam sua criatividade para imaginar e concretizar novas aplicações, pensando no impacto na sociedade e nas implicações éticas.

A competição vem crescendo, e agora é dividida em regionais e continentais. A participação do Brasil tem sido crescente: na iGEM latino-americana, em 2013, três grupos representaram o país. Todos os times, segundo as regras (disponíveis em <http://igem.org/>), devem ter uma página na Wikipedia, apresentando o projeto de modo simples e acessível ao público leigo. Para incentivar novas pesquisas nessa área e a participação na competição internacional, estudantes brasileiros criaram o Clube de Biologia Sintética (<http://synbio-brasil.org/scienceclub/>). O interesse em torno do tema permite acreditar que, em pouco tempo, a biologia sintética ajudará, de maneira responsável, a encontrar soluções para problemas críticos ligados ao meio ambiente e à vida humana. 

Sugestões para leitura

KOIDE, T.; LEE PANG, W. e BALIGA, N. S. 'The role of predictive modelling in rationally re-engineering biological systems', em *Nature Reviews Microbiology*, v. 7(4), p. 297, 2009.

CHURCH, G. M. e REGIS, E. *Regenesis: How Synthetic Biology will reinvent nature and ourselves*, New York, Basic Books 2012.

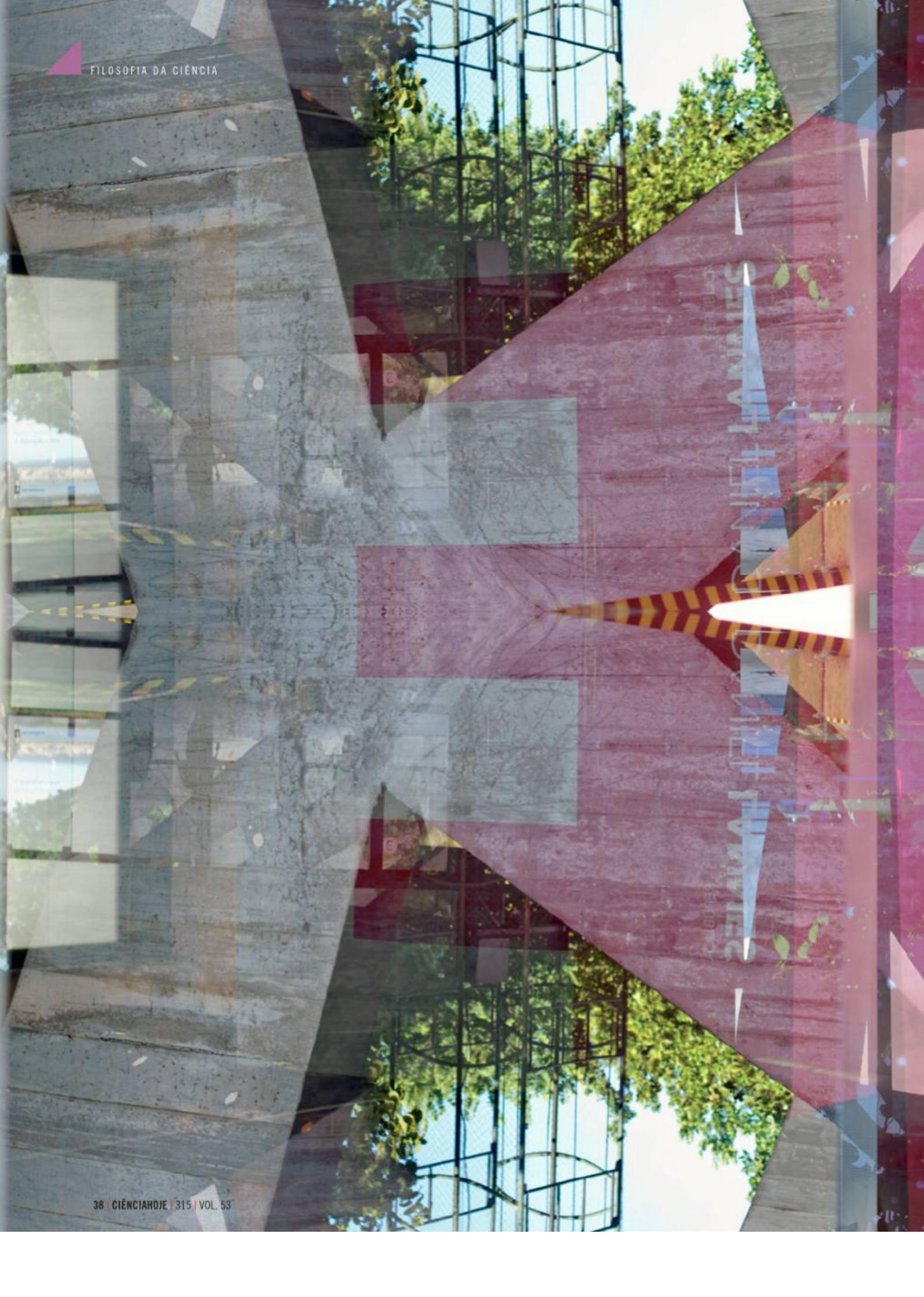
NA INTERNET

Laboratório de Biologia Sistêmica de Micro-organismos (LaBiSisMi):
<http://labisismi.fmrp.usp.br/>

Synbio Brasil: <http://synbiobrasil.org/>

Adventures in Synthetic Biology:

http://publications.nigms.nih.gov/findings/mar07/andy_files/textmostly/slide8.html



NOVO HORIZONTE DA FÍSICA

A NATUREZA COMO ARTE

Imbuído de uma nova visão sobre o tempo, a natureza e a ciência, o físico-químico Ilya Prigogine, prêmio Nobel de Química de 1977, concebeu uma percepção da realidade alicerçada em uma nova aliança entre o ser humano e a natureza, possibilitada pela chamada flecha do tempo.

Diferentemente da física idealizada pelo inglês Isaac Newton (1642-1727), a ciência concebida por Prigogine não enxerga a natureza como um 'livro' decifrável pelas leis matemáticas e deterministas. Ela é vista como uma obra de arte provida de criatividade, sendo histórica e aberta ao novo.

Rodrigo França Carvalho

Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia, *campus* Jataí (GO)

A natureza pode ser vista como uma encantadora obra de arte a fazer-se constantemente, já que é criadora e criativa. Ela não é sempre decifrável – apenas facetas suas podem ser. Também não é previsível – somente alguns de seus fenômenos o são. E, apesar de existirem regularidades inerentes a ela, não pode ser considerada determinista. E também não é mecanicista – é livre. Essa perspectiva foi defendida veementemente pelo físico-químico russo – naturalizado belga – Ilya Prigogine (1917-2003), prêmio Nobel de Química de 1977.

Na visão de mundo prigoginiana, a natureza gera reencantamento, e isso ocorre porque ela não é considerada um mecanismo autômato, de fenômenos deterministas, decifrável em seu todo por leis fundamentais. Nessa perspectiva, a ciência não deve ser guiada pela meta do controle, do domínio, da predição da natureza, mas, sim, pela compreensão, estabelecida em um diálogo que insere o ser humano e a natureza como partes integrantes e não separadas.

Quando se tem uma ciência em que tudo está dominado e pode ser predito por poucas leis gerais, não há nova possibilidade de interesse, de deslumbramento. Entretanto, em uma ciência aberta, que leva em conta a presença do tempo como elemento fundamental e criador, as certezas não são mais tidas como certas em todos os níveis, e a probabilidade passa a existir em vários estágios.

>>>

Assim, o novo, a criatividade e a liberdade existem, e o reencantamento surge.

Flecha do tempo Prigogine ficou conhecido no mundo científico devido a seus trabalhos sobre sistemas físico-químicos que ainda não atingiram seu equilíbrio termodinâmico com o ambiente – em linguagem mais técnica, sistemas químicos longe do equilíbrio termodinâmico. Um exemplo simples de sistema assim seria a experiência de retirar um bolo quente do forno e colocá-lo sobre uma mesa. A temperatura ambiente é menor que a do bolo aquecido. Enquanto o bolo não ‘esfria’ – ou seja, não atinge uma temperatura em equilíbrio com a do ambiente que o circunda –, ele é um sistema longe do equilíbrio.

Em outros fenômenos mais complexos, Prigogine descobriu que, em sistemas químicos longe do equilíbrio termodinâmico, pode-se ter o surgimento de novas estruturas moleculares. Os trabalhos sobre essas novas estruturas renderam-lhe o Nobel.

Prigogine contribuiu para a criação do que ficou conhecido como complexidade e teoria do caos, áreas segundo as quais, nas palavras dele, a aparente desordem de determinados sistemas físico-químicos pode, na verdade, ser fonte de um novo tipo de ordem, possibilitando o surgimento de novas estruturas nesses sistemas – tecnicamente, o surgimento dessa nova ordem é chamado emergência ou auto-organização.

Em suas pesquisas, Prigogine tornou-se grande defensor da existência, na natureza, de um tempo irreversível e dotado de um sentido que vai do passado para o futuro – portanto, assimétrico. Para caracterizar essa unidirecionalidade, fez uso da expressão – emprestada do astrofísico britânico Arthur Eddington (1882-1944) – flecha do tempo.

Essa percepção temporal da natureza possibilitou a visão de uma aliança diferente entre o ser humano e a natureza, identificando uma nova relação entre ambos que se alicerça em um ponto de partida mais complexo, criativo e sustentável.

Natureza submissa A ciência proposta por Prigogine tem como principal meta estabelecer um diálogo dinâmico e aberto entre o ser humano e a natureza que não separe um do outro e que leve em conta a criatividade nos elementos mais básicos dos próprios fenômenos naturais.

Essa visão é radicalmente diversa daquela da ciência clássica, para a qual a base filosófica é o pensamento do filósofo, físico e matemático francês René Descartes (1596-1650), que pregou a separação tanto entre corpo e espírito quanto entre ser humano e natureza. No livro *A nova aliança: metamorfose da ciência*, Prigogine e Isabelle Stengers – química e filósofa da ciência, colaboradora de Prigogine – afirmam que a ciência clássica nasceu em uma cultura ocidental do século 17 e impôs uma

visão que separa ser humano e natureza, colocando esta última como autômata, bem como decifrável por leis matemáticas acessíveis.

O exemplo mais notório dessa ciência clássica foi o da física newtoniana, que, por meio de leis matemáticas e deterministas, criou a imagem de uma natureza submissa, decodificável, de uma interlocutora ‘estúpida’, manipulável e controlável. Desse modo, essa visão conseguiu desencantar o mundo, ao impor uma perspectiva determinista e causal, repleta de noções como progresso e desenvolvimento, alimentando-se de técnicas capazes de interferir nos processos da natureza, sem respeitá-la e sem estabelecer uma relação de interação mútua.

O psicólogo social Serge Moscovici (ver ‘Sugestões para leitura’) comentou que, para a ciência clássica, conhecer é separar. Desse modo, o ser humano e sua experiência seriam o centro, a partir do qual os fenômenos naturais são dispostos em uma ordem real e inteligível. Desde o nascimento da ciência clássica, todo o caminho percorrido tem tido uma meta única: separar o ser humano da natureza. Essa ciência rompeu o diálogo, a comunicação entre um e outro.

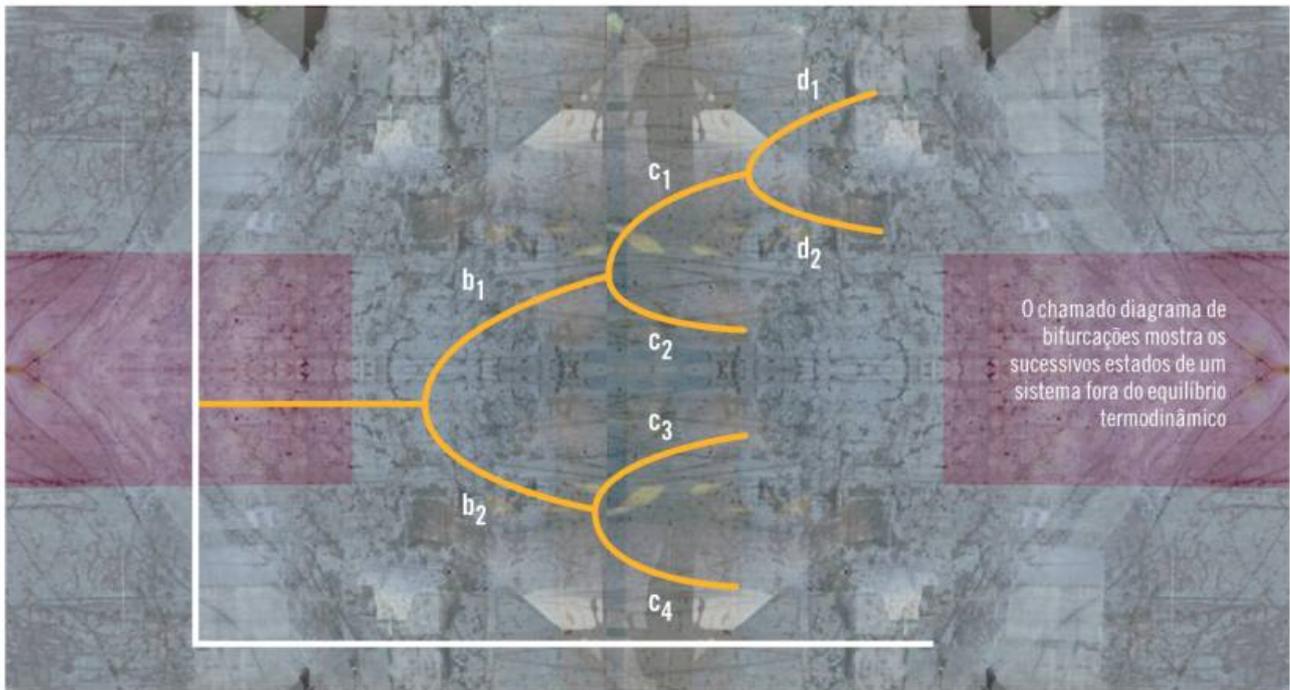
No entanto, segundo Prigogine, no livro *Ciência, razão e paixão*, a ciência encontra-se em uma era de transição em que a natureza não é mais vista como um elemento a ser manipulado pelos cientistas conforme suas teorias e seus interesses. Uma das metamorfoses que possibilitaram uma nova visão sobre a relação entre humanos e natureza está na inserção do tempo irreversível como característica fundamental em todos os níveis da realidade.

Límpido e independente Na física newtoniana (ou clássica), o tempo é considerado reversível, ou seja, é simétrico: o antes é equivalente ao depois; o passado e o futuro não são diferentes e estão ambos presentes nas equações matemáticas que descrevem os fenômenos. Não há espaço para o novo. Tem-se, assim, um cenário mecanicista.

A natureza que a física clássica supõe é inteiramente determinada por seu passado, é indiferente, homogênea, regida por um tempo caracterizado pelo desenvolvimento progressivo de uma lei eterna. A natureza, desse modo, é desprovida de história.

Segundo Prigogine e Stengers, em *A nova aliança*, o modo esquemático de visão e entendimento que a física clássica elaborou teve a pretensão de formar uma descrição fechada do mundo, supostamente coerente, completa, não só expulsando o ser humano do mundo que ele descreve como habitante, mas também o excluindo enquanto o descreve.

O mundo newtoniano é simples, límpido, apresenta-se totalmente independente da atividade experimental, da escolha de pontos de vista e da seleção de



O chamado diagrama de bifurcações mostra os sucessivos estados de um sistema fora do equilíbrio termodinâmico

propriedades pertinentes. Como experimentador ativo, o ser humano, que escolhe e manipula, é inconcebível na qualidade de habitante do mundo natural.

Do caos à ordem A ciência, no entanto, não é mais a clássica/newtoniana. Várias descobertas feitas no campo da termodinâmica (dedicada aos processos de transformação de energia), da teoria da relatividade (que lida com grandes massas e velocidades próximas à da luz – 300 mil km/s) e da mecânica quântica (voltada aos fenômenos atômicos e subatômicos) possibilitaram uma nova perspectiva sobre a natureza e a realidade.

Uma nova visão de natureza e de ciência frutificou-se e mostrou-se radicalmente oposta à que predominava. E isso se deu a partir de meados do século passado, com forte contribuição vinda dos estudos de Prigogine sobre sistemas físico-químicos fora do equilíbrio.

Esses estudos levaram à chamada termodinâmica dos processos irreversíveis, com a qual se mostrou que a presença de diminutas flutuações, de caráter aleatório, faz certos sistemas físico-químicos se afastarem do equilíbrio. E, em situações assim, pode haver o surgimento, nesses sistemas, de fenômenos de auto-organização espontânea. Ou seja, a emergência de uma ordem a partir do caos.

Um exemplo corriqueiro e macroscópico dessa auto-organização está no surgimento de ciclones. Neles, inicialmente, as partículas de ar movimentam-se de modo caótico, sem que uma sofra qualquer influência das outras – ou seja, não estão correlacionadas, como dizem os físicos. No entanto, em razão de flutuações aleatórias e insignificantes no arranjo das partículas, elas passam a se correlacionar, nascendo daí a ordem que le-

va ao surgimento de um fenômeno altamente organizado: o ciclone, no qual as partículas giram no mesmo sentido, por exemplo.

Vale ressaltar que essa auto-organização pode surgir em vários outros tipos de sistemas: sociais, econômicos, biológicos, ecológicos etc.

Caminhos que se bifurcam Trabalhos de Prigogine mostraram que ocorria, em certos sistemas, mesmo que em tempos curtíssimos, uma quebra de simetria entre passado e futuro. As flutuações que levam a essas assimetrias temporais podem fazer com que um sistema que rume para um alto grau de desorganização (ou seja, desordem total) acabe por adquirir, antes desse destino (ou seja, do equilíbrio termodinâmico), alto grau de complexidade. E, assim, adquirir uma diversidade crescente. E, desta última, pode surgir um novo regime de funcionamento.

A observação de sistemas com essas características – ditos sistemas complexos – evidencia que a natureza tem escolhas de caminhos: é dita bifurcante. Ainda que tivéssemos amplo conhecimento das condições iniciais em que se encontra um sistema assim, esse conhecimento não nos permitiria concluir o que aconteceria com ele, pois, por natureza, são imprevisíveis. Desse modo, não há certeza, mas apenas probabilidade.

No mais simples ponto de bifurcação – aquele em que um estado se torna instável, enquanto dois outros estados estáveis possíveis surgem simetricamente (figura) –, percebe-se o caráter irreduzível da situação probabilista: depois do ponto de bifurcação, há uma chance em duas de conhecer o novo estado do sistema. A incerteza dá o caráter futuro do sistema.



A bifurcação é o ponto crítico a partir do qual um novo estado se torna possível. Um sistema longe do equilíbrio poderá percorrer um verdadeiro diagrama de bifurcações, utilizando um caminho que é, por assim dizer, sua história.

Nova aliança Os resultados científicos obtidos por Prigogine são carregados de aspectos filosóficos. Vejamos a seguir algumas das consequências dessa nova visão da natureza.

Com as pesquisas de Prigogine, percebe-se que o tempo é um elemento constitutivo essencial da natureza. E, atualmente, a física – impulsionada significativamente por aquelas pesquisas – reconhece o tempo como irreversível em boa parte dos fenômenos estudados.

O mundo reversível – como apregoava a física newtoniana – é hoje apenas parte diminuta de um universo em que sistemas naturais são, em sua maioria, caóticos ou complexos, ambos imprevisíveis e, portanto, regidos pela incerteza. A regra é a instabilidade e a imprevisibilidade; a estabilidade e o determinismo são exceção.

Incertezas e probabilidades, porém, não representam uma perda de cientificidade, mas, sim, uma abertura para a criatividade, que passa a ser vista como parte construtiva da natureza. O novo, o histórico, a mudança, a temporalidade são partes intrínsecas dessa perspectiva.

A matéria, as reações químicas, a natureza, o universo e os seres humanos partilham de um tempo irreversível, de uma flecha do tempo. Isso nos coloca em uma nova postura perante a natureza. O que fizermos a atingir. Somos parte dela, em uma relação dinâmica diante da qual não podemos nos furtar de assumir a responsabilidade pelos atos que cometemos. Essa é a nova aliança entre ser humano e natureza, na visão de Prigogine. E ela tem como ponte o tempo.

Ressalta-se que, no tocante ao futuro, a grande diferença entre a visão prigoginiana e aquelas predominantes na física é que o futuro não é uma meta que deva ser alcançada. É, para Prigogine, incerto, provável, mas não dado. Portanto, muito mais rico em possibilidades.

A flecha do tempo não é uma progressão; é apenas um direcionamento do tempo. Não se trata de um ponto de vista do futuro, mas de um futuro cujo horizonte poderá ser visto e vivenciado. A temporalidade, portanto, não é humanizada; nós é que somos temporais.

Não somos estrangeiros A ciência prigoginiana é concebida em uma perspectiva histórica e não faz de nós estrangeiros no mundo que buscamos compreender. Somos, simultaneamente, atores e espectadores da realidade. Vivemos em um universo aberto em que o futuro é incerto, mas podemos contribuir para sua construção.

Se a própria ciência traz consigo, em sua essência, essa percepção, a relação entre o conhecimento humano – como diálogo – e a natureza altera-se bruscamente.

Já não podemos nos dar ao luxo ‘suicida’ de nos separar da natureza e agir como se fôssemos exploradores alheios ao que acontece com o objeto explorado. Temos a responsabilidade de estabelecer as bases sustentáveis para uma relação que, por si só, no âmbito mais ínfimo da própria realidade, no mundo atômico e subatômico, já é constituída como uma aliança – basta lembrar que a mecânica quântica considera observador e objeto como um único sistema, indissociável.

Consequentemente, de nossa parte, existe uma responsabilidade muito maior que antes. Contudo, essa responsabilidade vem aliada a um reencantamento do mundo, da natureza, de nossa interação com ela.

A perspectiva da temporalidade irreversível na física prigoginiana possibilitou uma ponte de inteligibilidade que nos faz encarar a natureza como fundamentalmente criativa e repleta de historicidade. Ela não é uma máquina, um autômato, um ‘livro’ a ser traduzido, como era vista pela física clássica; é, sim, uma complexa potencialidade a nos apresentar determinados aspectos, dos quais compreendemos apenas partes. Isso nos leva a pensar nas inúmeras possibilidades de interação que podemos estabelecer, nas variadas descobertas que podemos empreender.

A natureza nunca será decifrada totalmente por leis matemáticas e físicas, pois, segundo a nova aliança proposta por Prigogine, ser humano e natureza são possibilidades que se efetivam e que poderão se efetivar à medida que interagem; porém, nunca como iguais ao longo do tempo, mas como complementares, em uma composição que, sem dúvida, lembra uma obra de arte. 

INTER-RELAÇÃO DE SABERES

Desde o mestrado, o autor deste artigo tem desenvolvido pesquisas na área de história e filosofia da ciência, com ênfase no pensamento filosófico do físico-químico Ilya Prigogine e suas consequências para uma nova visão da física e da natureza, buscando uma inter-relação entre saberes, como a física, a história e a filosofia, objeto de discussão que atualmente desenvolve em seu doutorado.

Sugestões para leitura

MOSCOVICI, S. ‘La historia humana de la naturaleza’. In: BRANS, J.-P.; STENGERS, I.; VINCKE, P. (orgs.). *El tiempo y el devenir: a partir de la obra de Ilya Prigogine. Coloquio de Cerisy*. Barcelona: Gedisa, 1996.

PRIGOGINE, I. *Ciência, razão e paixão*. Edgard de Assis Carvalho e Maria da Conceição de Almeida (orgs.). São Paulo: Livraria da Física, 2009.

PRIGOGINE, I. *O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza*. São Paulo: Unesp, 1996.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. *A nova aliança: metamorfose da ciência*. Brasília: UnB, 1997.

LUZ AOS METAIS

TESTE DE RAIOS X PODE REVELAR A PRESENÇA DE METAIS TÓXICOS EM OBJETOS DO COTIDIANO



FOTO RAFAEL ORTIZ SANCHEZ

No final do ano passado, um caso de contaminação de bijuterias importadas da China por cádmio – metal tóxico que pode causar problemas renais e pulmonares – deixou muita gente em alerta. O desfecho surpreendente, em que as peças foram liberadas para entrar no país, levantou muitos questionamentos. Entre eles qual seria a detecção apropriada desse tipo de contaminação.

Hoje, os testes para identificar a presença de metais tóxicos são feitos por exames que geram resíduos e destroem os materiais testados. Buscando mudar isso, pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) desenvolveram um novo método de análise com base em um processo já conhecido para determinar a composição de ligas metálicas. Trata-se da técnica de fluorescência de raios X.

“Ao serem irradiados com raios X, os átomos que formam a peça em estudo são excitados e emitem uma radiação característica”, diz o químico José Augusto da Col, que fez a pesquisa como parte de sua tese de doutorado. “A detecção dessa luz pelo aparelho permite reconhecer os metais que estão presentes no material ao medir a energia e a intensidade dos raios emitidos pela peça.”

Ao contrário dos testes até então disponíveis, com o método proposto por Col, as peças analisadas não sofrem alterações. “Jóias e bijuterias ficam intactas, o que é uma vantagem”, aponta Col. “Sem a exposição a ácidos corrosivos, até o meio ambiente sai ganhando, pois não são gerados resíduos.”

O teste não se restringe às bijuterias, podendo ser aplicado a qualquer objeto. “Também testamos

materiais escolares, como tinta guache e giz de cera”, conta Col. O pesquisador verificou que a maioria das amostras analisadas não apresentou toxicidade, mas ressalta que a técnica ainda precisa ser aprimorada para esse tipo de material, pois ainda não é capaz de estabelecer a concentração exata dos metais tóxicos. “Como são materiais que contêm compostos orgânicos, ocorre um fenômeno de espalhamento dos raios X aos quais a amostra é exposta, prejudicando a fluorescência”, conta. “Mas podemos usar esse método como um indicativo preliminar para testes mais aprofundados.”

O pesquisador lembra que detectar metais tóxicos em amostras não é necessariamente motivo para alarde, uma vez que pequenas quantidades podem não gerar problemas para a saúde. “Muitos objetos contêm metais tóxicos; o contato pontual com uma dada substância em pequena quantidade pode não causar mal imediato.”

Col destaca que simplificar a detecção de metais tóxicos é um passo importante também para aumentar o controle do descarte de materiais no ambiente. “Podemos estar expostos a várias fontes de contaminação, seja pelo ar, alimentos, água ou objetos que manipulamos, que, ao longo de anos ou décadas, podem provocar problemas graves de saúde”, alerta. “Por isso, devemos ficar atentos.”

ISADORA VILARDO | CIÊNCIA HOJE | RJ

FOTOS JOSÉ AUGUSTO DA COL



Piercings analisados pela nova técnica que utiliza raios X para conferir a presença de metais tóxicos em bijuterias, uma preocupação para saúde e o meio ambiente

PRAIA TÓXICA

FILTROS SOLARES COMERCIALIZADOS NO BRASIL TÊM SUBSTÂNCIAS QUE PODEM PROVOCAR DISTÚRBIOS NO SISTEMA HORMONAL

Na próxima vez que comprar um filtro solar, o leitor se lembrará desta reportagem. Pois nos rótulos dos produtos – anunciados em horário nobre com direito a cenários paradisíacos de apoteose ao verão – escondem-se informações que lhe farão pensar duas vezes antes de aplicá-los à pele. Recentes investigações científicas revelam um segredinho que a publicidade não diz: filtros solares levam, em suas formulações, compostos químicos que podem provocar distúrbios no sistema hormonal de mamíferos. São os chamados interferentes endócrinos.

A indústria cosmética usa, hoje, 26 substâncias orgânicas com propriedades bloqueadoras de raios ultravioleta. Destas, 19 provocam alterações hormonais. “O dado é alarmante, mas ainda pouco conhecido pela população”, comenta a bióloga Mariana Alonso, do Instituto de Biofísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e da Faculdade de

Oceanografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

É que pesquisas a esse respeito começaram apenas recentemente. Foi em 2010, na Europa, que veio à tona o primeiro estudo a identificar, em águas costeiras, traços de filtro solar. Ao contrário do que se pensa, tais substâncias não são oriundas apenas dos tradicionais produtos que aplicamos diretamente na pele para nos proteger do Sol. Elas estão também em cremes de beleza, xampus, maquiagens, tecidos, lentes de óculos escuros e mesmo automóveis, cujas tintas levam fator de proteção contra a radiação ultravioleta. Bloqueadores solares são onipresentes em nossa vida. Por isso cientistas passaram a dedicar, ao longo dos últimos cinco anos, olhar atento aos componentes químicos desses produtos.

E as surpresas não foram boas. Alonso publicou em 2013 o primeiro estudo que constatou a presença de

octocrileno – um dos interferentes endócrinos mais usados em cosméticos com fator de proteção solar – em mamíferos aquáticos. Altos níveis da substância foram encontrados no fígado de golfinhos (*Pontoporia blainvillei*). Foram animais coletados entre 1994 e 2009 na faixa litorânea que vai do Rio Grande do Sul ao Espírito Santo. Eram, na verdade, golfinhos vitimados por encalhes nas areias das praias; ou por capturas acidentais em redes de pesca. Dos 56 animais submetidos à análise, 21 estavam contaminados.

“Os níveis mais altos de octocrileno foram aferidos nos golfinhos do litoral do Rio Grande do Sul; mas a frequência maior de contaminação – maior percentual de espécimes com níveis detectáveis da substância – foi verificada no estado de São Paulo”, constatou a bióloga da UFRJ. “Em todos os casos, foram índices de contaminação tão elevados que nossos colegas espanhóis, que nos auxiliavam nos exames de laboratório, chegaram a pensar que estávamos analisando amostras de protetores solares; e não amostras dos próprios golfinhos”, conta Alonso. As concentrações variaram de 90 a 780 nanogramas para cada grama (ng/g) de lipídio do animal; quando o valor esperado deveria ser inferior a 23 ng/g, limite de detecção da técnica. “Na verdade, eles não deveriam

FOTO DE CONSORCIO FRANCISCANA



apresentar contaminação nenhuma por esse tipo de substância”, diz a pesquisadora. Os resultados da investigação foram divulgados no periódico *Environmental Science & Technology* (v. 47, 2013).

Ao analisar um dos golfinhos, os pesquisadores notaram que se tratava de uma fêmea grávida. Decidiram então, por curiosidade, analisar sua placenta. “O órgão também estava contaminado por octocrileno.”

MUITO ALÉM DO BRONZEADO “Se há octocrileno na placenta de golfinhos, é muito provável que ele esteja também na placenta humana”, avisa a bióloga. “Pois, bioquimicamente, somos similares aos mamíferos marinhos.” Esses animais podem ser entendidos como ‘espécie sentinela’: o que acontece com eles pode acontecer – ou já está acontecendo – com o ser humano.

Alonso preocupa-se especialmente com mulheres grávidas. “Nos momentos críticos do desenvolvimento do feto, qualquer desregulação hormonal pode ser altamente nociva”, diz. “Em experimentos com ratos, perturbadores endócrinos já provocaram formação de animais que tinham, ao mesmo tempo, órgãos sexuais femininos e sistema nervoso central com características comportamentais e hormonais de indivíduos do sexo masculino.” Segundo a pesquisadora, as substâncias presentes nos filtros solares são estrogênicas e antiandrogênicas. Em outras palavras: estimulam a produção de estrogênio (hormônio feminino) e inibem a produção de testosterona (hormônio masculino). “Por isso feminizam os organismos.”

Novidade: cientistas já encontraram interferentes endócrinos no leite materno também. Estudo liderado pela toxicologista Margret Schlumpf, da Universidade de Zurich, detectou concentrações de até 135 nanogramas de octocrileno em 67% das amostras que analisou, enquanto os 23% restantes apresentaram níveis não

detectáveis da substância. O trabalho foi publicado no periódico *Chemosphere* em 2010 (v. 81, n° 10). Segundo a pesquisadora, essas concentrações são associadas diretamente ao uso de cosméticos e filtros solares. “O estudo revelou correlação significativa entre o uso de produtos contendo filtros UV e sua presença no leite materno”, escreve Schlumpf.

DA CRÍTICA À SOLUÇÃO O leitor há de se perguntar: então não devemos mais usar filtros para nos proteger do Sol? “Devemos”, responde Alonso. “Mas precisamos procurar produtos isentos de substâncias nocivas.” O problema é que, pelo menos no Brasil, provavelmente não os encontraremos. “É hora de pressionar a indústria”, sugere a bióloga. Alonso aposta no desenvolvimento de filtros não prejudiciais à saúde e ao ambiente.

A propósito, duas empresas já seguem esse caminho. Uma australiana, que produz o protetor solar *Zinc*; e uma britânica, que produz o *Oy*. Diferentemente dos tradicionais, que levam compostos orgânicos absorvíveis pelo nosso corpo, esses novos produtos contêm elementos minerais não absorvíveis pelo organismo. O truque é o óxido de zinco. Ele apenas cria uma barreira física contra os raios ultravioleta. Esse mineral, na verdade, já era usado nos protetores solares vendidos há uma década. Mas a tecnologia fora descontinuada. Acreditava-se que os filtros orgânicos, por adentrarem o organismo e aderirem melhor à pele, surtiriam melhor efeito. Não se imaginava – ou não se queria imaginar – que estariam por trás de temíveis reverses ao ambiente natural e à saúde humana (ver ‘Me engana que eu gosto’). Vale lembrar: existem por aí filtros solares ‘naturebas’. São produtos normalmente feitos em escala quase artesanal, à base de plantas e óleos naturais dos mais variados tipos. Se funcionam ou não, é outra história.

Risco oculto

Anote aí: ao comprar um filtro solar ou qualquer produto que anuncie ter fator de proteção contra raios ultravioleta, leia o rótulo e tenha certeza de que a formulação não leva octocrileno – que, apesar de temido perturbador endócrino, é comumente usado nos filtros solares vendidos no Brasil. Fuja também dos compostos canforados, cinamatos, avobenzonas, benzofenonas, oxibenzonas e metoxicinamatos. Se o produto anunciar qualquer um desses nomes no rótulo, evite-o. Todos são desreguladores do sistema hormonal. Nem sempre, porém, as informações estarão acessíveis no rótulo – já que a legislação brasileira não está exatamente atualizada quanto à questão dos interferentes endócrinos. De qualquer modo, fique atento à lista completa das 19 substâncias que um filtro solar seguro não deve conter:

4-Metilbenzilideno canforado	(4MBC)
3-Benzilideno canforado	(3BC)
Benzofenona 1	(BP1)
Benzofenona 2	(BP2)
Benzofenona 3	(BP3)
Benzofenona 4	(BP4)
4-Hidroxi-benzofenona	(4HB)
4,4-Di-hidroxi-benzofenona	(4DHB)
Isopentil-4-metoxicinamato	(IMC)
Octilmetoxicinamato	(OMC)
Octocrileno	(OC)
Benzilsalicilato	(BS)
Fenilsalicilato	(PS)
Octilsalicilato	(OS)
Homossalato	(HS)
Ácido para-aminobenzoico	(PABA)
Etil-4-aminobenzoato	(Et-PABA)
Octildimetil-para-aminobenzoato	(OD-PABA)
Etoxilado-etil-4-aminobenzoato	(Peg25-PABA)

FONTE: FIRST DETERMINATION OF UV FILTERS IN MARINE MAMMALS: OCTOCRYLENE LEVELS IN FRANCISCANA DOLPHINS (ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY, 2013, VOL. 47)

>>>

Enquanto isso, em terras tupiniquins, as principais marcas de filtro solar – Sundown, L'Oréal, La Roche-Posay e Vichy – comercializam produtos que levam, em suas formulações, um ou mais itens que podem interferir no sistema hormonal. Por meio do serviço de atendimento ao consumidor, a Sundown, marca da gigante norte-americana Johnson &

Me engana que eu gosto

Antes de lançar no mercado um novo filtro solar, indústrias cosméticas limitam-se a fazer testes dermatológicos, carcinogênicos e de eficiência prática do produto. “Testes toxicológicos em nível hormonal, no entanto, passam longe do cronograma das companhias”, critica Mariana Alonso. Em tempo: essa ausência não é exclusividade da indústria de cosméticos; pois a trama estende-se a variados outros setores industriais atuantes na sociedade contemporânea. Segundo a Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia, interferentes endócrinos estão em solventes, lubrificantes industriais, plásticos, pesticidas, fungicidas, herbicidas e milhares de outros itens comercializados hoje em todos os continentes. O resultado é de fácil dedução: compramos produtos que têm comprovada eficácia imediata, mas cujos efeitos sanitários e ambientais de longo prazo são incógnitos. Casos assim bem ilustram o que tinha em mente o sociólogo alemão Ulrich Beck, quando, na década de 1980, anteviu que efeitos colaterais não previsíveis poderiam ser esperados a partir de produtos fabricados sob os auspícios de uma sociedade que ele classificara como “sociedade de risco”. Beck, hoje, é considerado um dos autores clássicos da sociologia ambiental.

Johnson, confirmou usar octocrileno em seus filtros solares. Indagada acerca dos efeitos endócrinos da substância, a empresa não se manifestou até o fechamento desta edição.

Os filtros da marca La Roche-Posay e Vichy, ambas pertencentes ao grupo francês L'Oréal, também contêm octocrileno na fórmula, confirmou a reportagem. Com um detalhe: “Há octocrileno inclusive nos produtos da linha infantil”, informou o prestativo atendente da La Roche-Posay, também pelo serviço de atendimento ao consumidor.

“A L'Oréal garante que só são comercializados produtos seguros, eficazes e de qualidade”, informou um porta-voz à *Ciência Hoje*, semanas depois. “A empresa tem sido muito cuidadosa com a utilização de substâncias que causam preocupação aos cientistas; sempre que um risco é confirmado pelas autoridades, tomamos as medidas necessárias, retirando ou substituindo a substância em questão.” Na mesma mensagem, porém, a L'Oréal reconhece que “os filtros solares têm sido relacionados a riscos potenciais para a saúde humana, como desregulação endócrina” (a resposta na íntegra pode ser acessada em <http://bit.ly/1op3zuY>).

A empresa afirma estudar previamente os efeitos ambientais de

seus filtros solares. “Aplicamos uma lógica de antecipação constante, o que significa que esses aspectos são acompanhados de perto em nossos laboratórios e através de consulta com peritos científicos”, garante a companhia. Mariana Alonso questiona. “Trabalhos científicos atuais comprovam não só efeitos de desregulação hormonal, mas também falhas reprodutivas ocasionadas por esses compostos” (ver ‘Sobre hormônios’).

Alonso ressalta: o próprio Fundo para o Câncer de Mama, nos Estados Unidos, mantém em sua página na internet um alerta – com referências acadêmicas sólidas – sobre o uso de filtros solares (ver <http://bit.ly/1dlGVN3>). A imensa maioria desses cosméticos, segundo a instituição, têm substâncias químicas que não só interferem no sistema hormonal, como também “podem exercer papel significativo no desenvolvimento do câncer de mama”.

AOS OLHOS DA LEI No Brasil, cabe à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) avaliar e regulamentar os filtros solares comercializados no país. A agência tem uma divisão específica para tratar de assuntos referentes a cosméticos. Em março, *Ciência Hoje* a procurou e apresentou as conclusões do estudo de Alonso.

FOTO DE ANDRÉ ALBUQUERQUE/FOTONIA CC BY-NC 2.0

Na praia de Atalaia, em Fernando de Noronha, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) proibiu o uso de filtro solar para evitar danos ao ecossistema



Dias depois, a resposta: “A Anvisa vem acompanhando as pesquisas e decisões internacionais acerca do tema. Até o momento, não há estudos que comprovem a prejudicialidade dessas substâncias ou que as correlacionem a possíveis danos à saúde dos seres humanos. Os produtos registrados na Anvisa têm eficácia e segurança comprovada pela agência”. A mensagem da agência, na íntegra, pode ser acessada em <http://bit.ly/1mflhkr>.

“Mas testes *in vitro* já mostram quadros de desregulação hormonal, em animais aquáticos e terrestres, provocados por 19 substâncias presentes nos filtros solares vendidos em todo o mundo”, rebate Alonso. É o que confirma o trabalho da química Silvia Díaz-Cruz, do Departamento de Química Ambiental (Idaea) do Conselho Superior de Investigações Científicas da Espanha, publicado em 2009 no periódico *Trends in analytical chemistry* (v. 28, n° 6). É uma extensa revisão de literatura acerca do tema: reúne diversos trabalhos que reportaram interferência endócrina, em organismos aquáticos, relacionada a substâncias usadas em filtros ultravioleta.

Do ponto de vista hormonal, as conclusões desse e de diversos outros trabalhos igualam os efeitos dos desreguladores endócrinos dos filtros solares aos efeitos de substâncias já banidas em diversos países – como os organoclorados, usados em agrotóxicos; os compostos bifenilpoli-clorados (PCBs), oriundos de resíduos industriais; e os éteres de difenila polibromados (PBDEs), usados como retardadores de chamas em produtos os mais variados, de têxteis a eletrônicos. “Diante desse cenário, a resposta da Anvisa é no mínimo frustrante”, disse um pesquisador da área consultado pela reportagem, que preferiu manter o anonimato.

Na Europa, a discussão avança: a proibição dessas substâncias é um tópico que ganha cada vez mais espaço na agenda pública. E nos Estados Unidos um tímido passo foi dado:

Sobre hormônios

Imagine uma casa. Para adentrá-la, existem diversas portas. E cada porta tem uma fechadura específica, que, para ser aberta, requer o uso de uma determinada chave. A casa é a célula; a chave é o hormônio; e as fechaduras são os receptores – proteínas que regulam a interação entre uma substância externa e o metabolismo celular. Interferentes endócrinos são substâncias – normalmente artificiais – muito parecidas quimicamente com os hormônios.

“Devido a essa similaridade estrutural, podem reagir com os receptores e confundir os, provocando danos imprevisíveis aos organismos”, explica o médico William Waissmann, pesquisador da Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). É como se tentássemos abrir uma porta com uma cópia imperfeita da chave original. A fechadura pode até abrir; mas pode também ser danificada. Em alguns casos, podemos trancar a porta permanentemente; ou abri-la de modo que não mais se possa fechar. É mais ou menos assim que agem os interferentes endócrinos quando interagem com um receptor celular.

“Esses poluentes alteram a fisiologia dos animais de maneira crítica”, diz o oceanógrafo José Lailson, da Uerj. Podem comprometer o sistema imunológico e mesmo provocar síndromes hormonais. “Podem também ser precursores de certos tipos de cânceres, como de mama e de próstata”, lembra Lailson. Além disso, costumam provocar notórios danos reprodutivos. “Experimentos com animais já mostraram que esses contaminantes podem causar infertilidade.” Segundo o pesquisador, é possível associar à presença de interferentes endócrinos a baixa taxa de espermatozoides saudáveis observada em muitos mamíferos – inclusive no homem. No caso das fêmeas, esses falsos hormônios podem desregular o ciclo menstrual.

Interferentes endócrinos são especialmente nocivos à fauna aquática. Primeiro motivo: tais poluentes, uma vez carregados por ciclos naturais ou artificiais de drenagem, fatalmente acabam nos cursos d’água – nos rios e nos mares. Segundo motivo: a alimentação dos animais que na água costumam ser baseada essencialmente em gorduras e proteínas. Como a maior parte dos interferentes endócrinos é lipossolúvel – isto é, acumula-se nas camadas lipídicas dos animais – eles são transmitidos com facilidade para níveis mais altos da cadeia trófica. “Mamíferos marinhos, como golfinhos, são muito afetados por esse tipo de poluição”, afirma o oceanógrafo da Uerj. “Os botos da baía de Guanabara (RJ), por exemplo, estão entre os mamíferos mais contaminados do planeta.”

lá, agora é obrigatório que empresas destaquem, nos rótulos dos filtros solares, se eles contêm octocrileno, benzofenona, oxibenzona e vários outros compostos nocivos (ver ‘Lista de compras’). Mas a indústria de cosméticos é poderosa. “Se a população não cobrar, o cenário continuará inalterado por muito tempo”, diz Alonso.

Resultados conclusivos em pesquisas toxicológicas e ambientais costumam levar décadas – tempo suficien-

te para se atropelar o princípio da precaução. Regulamentar ou banir um composto químico não depende apenas de motivações técnicas ou científicas. Não raras vezes, a esfera regulatória é contaminada por um mui bem arquitetado lobismo a agraciar indústrias bem-aventuradas no *status quo*. Agências reguladoras atuam sob os auspícios de numerosos interesses políticos e corporativos.

HENRIQUE KUGLER | CIÊNCIA HOJE | RJ



JUVENTUDE LIMÍTROFE

ASSISTENTE SOCIAL ANALISA A REALIDADE DE ADOLESCENTES EXPLORADOS COMO 'MULAS' DO TRÁFICO NA FRONTEIRA BRASIL-PARAGUAI

O tráfico de drogas ilícitas constitui uma indústria de caráter mundial, na qual a despreocupação com a qualidade dos produtos e com a sorte de seus 'empregados' aumenta os lucros do negócio. No Brasil, adolescentes arriscam-se todos os dias na fronteira com o Paraguai, atuando como 'mulas' no transporte de drogas. Esse cotidiano, estudado pela assistente social Andréa Pires Rocha, em seu doutorado na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), em Franca (SP), provoca a seguinte questão: o que leva, afinal, os jovens à vida de atravessador?

Na primeira fase da pesquisa, Rocha analisou perfis com informações sobre 53 adolescentes apreendidos pelo transporte de drogas e internados em Centros de Socioeducação de municípios do Paraná no

período de um ano. Na segunda fase, desenvolveu pesquisa qualitativa e entrevistou 17 deles, dois paraguaios e os demais brasileiros, de ambos os sexos, buscando levantar suas trajetórias de vida. Em sua maioria, segundo a pesquisadora, esses jovens se dedicam ao transporte de maconha vinda do Paraguai e não portam qualquer tipo de arma, não oferecendo grandes riscos à sociedade.

“Na verdade, eles são perdedores num jogo com muitos outros jogadores e acabam demonizados pela população, que os vê como vilões de uma história que tem mais de dois lados”, avalia a pesquisadora. “São eles que acabam penalizados, mas importa descobrir quem está por trás deles, os verdadeiros traficantes.”

Rocha destaca que a análise dos

registros das 'mulas' explicita um elemento característico do esquema de tráfico no Brasil: o caráter descartável desses jovens, muitas vezes empregados como 'bois de piranha', uma distração para entreter as autoridades aduaneiras. “Chama a atenção como as denúncias são específicas, muito detalhadas, em que identificam um adolescente com a roupa tal, sentado na cadeira xis”, conta Rocha. “Ou seja, provavelmente, a pessoa ou o grupo que os contrata é quem faz a própria denúncia, usa as 'mulas' como distração, enquanto uma maior quantidade de droga passa pelos postos policiais.”

ESQUEMA DE DENÚNCIAS Durante as entrevistas, a maioria dos adolescentes afirmou conhecer o esquema de denúncias dentro do tráfico, mas

FOTO ANDRÉA ROCHA

eles jamais admitiam estar cientes de que foram contratados com esse fim. “Eles podem não saber ou não admitir seu papel nesse esquema, mas sabem do arranjo. Então, por que se submetem a isso? Essa é uma das perguntas que precisamos responder”, pontua a pesquisadora.

Como fatores que podem estar relacionados a essa realidade, Rocha cita a enorme pressão sobre os adolescentes por parte dos traficantes. Como ocorre com a maioria dos jovens que ingressam na criminalidade nas grandes cidades do país, também na fronteira a maior parte deles vive em condições socioeconômicas muito baixas e, por isso, acaba sendo atraída por atividades ilegais, como o narcotráfico.

“Esses jovens cresceram em circunstâncias de vulnerabilidade e tiveram direitos negados a vida toda”, relata a assistente social. “O tráfico é uma maneira de satisfazer suas necessidades cotidianas, oferece uma renda maior do que um emprego formal.” Além disso, o próprio deslocamento até a fronteira e a adrenalina proporcionada pelo perigo envolvido na atividade também apareceram como atrativos.

A pesquisadora defende a adoção de políticas sociais concretas para esses jovens explorados pelo narcotráfico, políticas capazes de criar perspectivas melhores do que as oferecidas pela atividade ilegal.

“Depois de uma vida inteira de negação de direitos, eles só recebem atenção quando atingem diretamente a sociedade – e acabam privados de sua liberdade por algo que é consequência dessa privação”, pondera. “É uma cidadania perversa, invertida. O jovem precisa de cultura, lazer e educação de qualidade; o Estado tem que assumir seu papel na garantia desses direitos”, enfatiza.

INFORMÁTICA

O 'CÉREBRO' DO MUSEU DO AMANHÃ

Um dos principais projetos da prefeitura do Rio de Janeiro (RJ) para a revitalização da cidade, o Museu do Amanhã trará a cada visitante uma experiência personalizada – graças a um sistema digital que promete levar a visita a outro nível de interatividade. Diferentemente dos museus convencionais, o Museu do Amanhã conta com um inovador sistema de gerenciamento de dados que permitirá a constante atualização de seu conteúdo.

“A instituição receberá relatórios, dados e estudos de mais de 80 universidades do Brasil e do exterior”, conta o cosmólogo Luiz Alberto Oliveira, curador do museu. Serão centenas de vídeos, áudios, gráficos, até longos relatórios analíticos. Para organizar tamanho fluxo de conteúdo, foi necessário o desenvolvimento de um sistema informacional poderoso. É o sistema Cérebro – criado pela empresa Radix. “Ele foi desenvolvido para que os espaços e as experiências do museu não ficassem isolados e estáticos em termos de conteúdo e comportamento”, diz o engenheiro químico Paulo Armando Rego, responsável pelo projeto. “A proposta é de integração entre os mundos físico e virtual.”

Ao chegar ao museu, o visitante receberá uma pulseira com um código QR personalizado, que armazenará informações baseadas nos dados cadastrais de cada pessoa. Esse código será captado pelos leitores digitais que integram a exposição – permitindo ao visitante, por exemplo, acessar o conteúdo em seu próprio idioma. Os objetos expostos também terão seus próprios códigos QR. Poderão ser acessados por telefones celulares e *tablets*, permitindo ao visitante aprofundar sua experiência e mesmo compartilhar o conteúdo da exposição via internet.

Caso o visitante retorne ao museu, novos conteúdos e tópicos mais aprofundados serão sugeridos durante as interações – de acordo com as preferências observadas em visitas anteriores. A experiência nunca será igual. “A ideia é ter o Cérebro como uma espécie de organismo; é como se ele desenvolvesse um metabolismo próprio ao longo do tempo, construindo um acervo de acordo com o imaginário dos visitantes”, explica Oliveira.

O sistema Cérebro mediará uma nova relação entre o físico e o virtual, e uma nova abordagem na relação entre o museu e o visitante



ENTOMOLOGIA

PERCEVEJO DO CHICHÁ

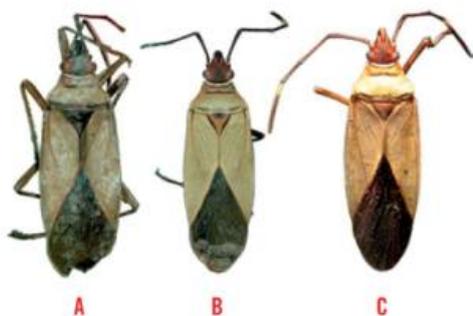
Em plena Universidade Federal de Viçosa (UFV), entre belos e vermelhos frutos de chichá caídos no chão do pátio, existia uma espécie de inseto desconhecida da comunidade científica. Mas o percevejo não passou despercebido por Wagner de Souza Tavares, doutorando em Fitotecnia da UFV.

Ele notou que havia grande quantidade de larvas e adultos de insetos no interior dos frutos no *campus* da instituição. Curioso, recolheu os animais para análise e acabou tendo uma surpresa: mesmo após um estudo detalhado em laboratório, não conseguiu identificar a qual espécie pertenciam.

Para solucionar o mistério, recorreu à ajuda do entomologista José Cola Zanuncio, também da UFV, e de pesquisadores da Universidade de Connecticut, nos Estados Unidos. Após uma primeira identificação errônea da espécie como *Dysdercus longirostris*, a 'junta' de investigadores chegou à conclusão de que se tratava de uma nova espécie e a batizaram de *Dysdercus stehliki*. Esta é diferente da *D. longirostris* por apresentar um achatamento na região do tórax e muitos pelos nas antenas.

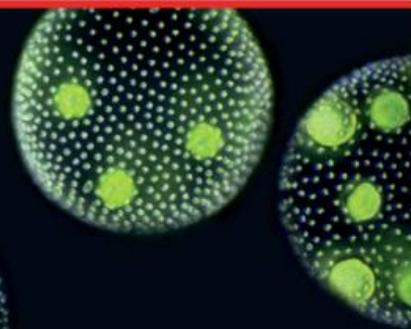
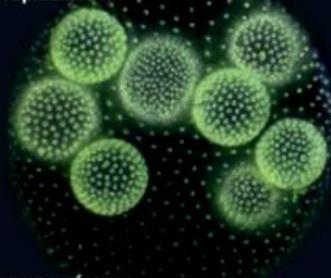
O novo inseto pertence à ordem dos percevejos e até agora só foi encontrada em Viçosa. "Mas temos a expectativa de encontrá-la também onde houver árvores de chichá, em lugares com semelhanças climáticas às de Viçosa", sugere Tavares.

FOTO CARL W. SCHAEFER



A fêmea (A) e o macho (B) da espécie *Dysdercus stehliki*, o novo inseto descoberto, ao lado de *Dysdercus longirostris* (C)

Alguns seres, apesar de pertencerem à mesma espécie, podem ter número variável de organelas. É o caso do *Volvox sp.* O MSFit é capaz de identificá-los rapidamente



INFORMÁTICA

PRECISÃO MICROSCÓPICA

Não é uma tarefa das mais triviais. Identificar organismos em imagens de microscópio pode exigir horas de concentração e análise – pois essas imagens nem sempre são claras ou óbvias. Elas podem estar fora de foco; os micro-organismos podem estar deformados; e mesmo corantes, usados frequentemente para auxiliar na preparação das lâminas, podem por vezes atrapalhar a visualização dos seres. Pensando nisso, o cientista da computação Danilo Pereira teve uma boa sacada. Em seu projeto de doutorado, apresentado no Instituto de Computação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), ele desenvolveu um programa que identifica micro-organismos de maneira automatizada. É o MSFit.

O princípio é relativamente simples. Tudo o que o programador precisa fazer é criar 'cópias' digitais em três dimensões dos micro-organismos a serem identificados. Esses modelos simulam o formato do ser vivo em diversos ângulos e posições. Assim, diante das imagens fornecidas pelo microscópio, o programa saberá reconhecer se o organismo da imagem se assemelha de alguma maneira ao organismo que o *software* está digitalmente designado a identificar.

"Essa detecção pode ser feita em menos de dois minutos", afirma Pereira, lembrando que a mesma tarefa pode em alguns casos levar horas. "Em testes, conseguimos uma taxa de acerto de até 75% no reconhecimento de seres com variados graus de complexidade estrutural, o que é excelente", diz o pesquisador.

Já existem alguns *softwares* similares no mercado. "Mas normalmente eles são programados para reconhecer um tipo único de micro-organismo, enquanto o MSFit pode reconhecer diversas espécies a um só tempo."

Pereira diz que a invenção, especialmente útil para o campo das ciências biológicas, também é aplicável a outros contextos – da captura de movimentos, útil ao desenvolvimento de jogos eletrônicos, por exemplo, a sistemas de reconhecimento facial. O programa ainda não foi oficialmente lançado, mas, segundo seu criador, já tem todas as condições de ser transformado em produto comercial. "Basta transferirmos a tecnologia para alguma indústria interessada em produzi-la em escala."



FOTO: OCCIO RODRIGUES

Não é possível esquecer que, entre o final do século 16 e o meado do século 19, milhares de seres humanos originários de diversas partes do continente africano foram introduzidos à força na América portuguesa

A escravidão marcou profunda e irreversivelmente a memória e a história do Brasil. Não é possível esquecer que, entre o final do século 16 e o meado do século 19, milhares de seres humanos originários de diversas partes do continente africano foram introduzidos à força na América portuguesa, constituindo um dos negócios mais lucrativos da fase de implantação do capitalismo. Nem que o tráfico negreiro nutriu um número considerável das grandes fortunas da época.

Grandes comerciantes, homens públicos de destaque e até aqueles que, depois, se disseram defensores da supressão do vil comércio – imposta pelos ingleses em 1850 – e da implantação do trabalho livre, que só se generalizaria após a abolição, ocorrida em 1888, puseram dinheiro nas embarcações que comerciavam africanos entre um e outro lado do Atlântico. Mesmo se consentido e encarado como negócio lucrativo, o “trato dos viventes” – título do livro clássico do historiador Luiz Felipe de Alencastro – não orgulhava muitos dos que o praticavam, asombroando-lhes a consciência e levando-os, assim que possível, a tentar apagar seu passado de negreiros.

Consciência que pesa ainda e continuará a pesar, sob as mais diversas formas. Na defesa das cotas encontra-se o sentimento de reparação ante as iniquidades do tráfico e da exploração do trabalho escravo. Na crença de que todos os nossos males advêm da escravidão também. A escravidão é tema recorrente em alguns dos principais ensaios de compreensão do Brasil, como *Casa grande & senzala*, de Gilberto Freyre, e a desqualificação do trabalho é um dos fios condutores de *Raízes do Brasil*, de Sérgio Buarque de Holanda. Boa parte da melhor historiografia produzida hoje no Brasil versa sobre a escravidão e temas dela derivados.

Conforme ouvi há anos de uma conhecida historiadora norte-americana, o tema da escravidão é, ao mesmo tempo, qualidade

e defeito dos estudos historiográficos brasileiros. Não se pode jamais esquecê-lo ou minorá-lo, mas é preciso, também, ultrapassá-lo. Há quantidade de assuntos para se abordar nos trabalhos acadêmicos, ainda mais em universidades tão jovens quanto as nossas – as mais velhas não alcançam sequer um século.

O Haiti, que na época da Revolução Francesa (1789) se chamava São Domingos e era conhecido como a ‘pérola das Antilhas’, contava com uma população na qual 85% eram escravos. Conheceu a primeira grande revolta de escravos negros da história, aboliu a escravidão em 1794 e proclamou a independência em 1804. O processo teve início sob a Revolução Francesa e atingiu o ponto crítico – o da supressão do vínculo colonial – já na época de Napoleão Bonaparte.

Tanto a maioria dos radicais revolucionários (os jacobinos) quanto a dos homens do nascente império napoleônico eram contra a independência e a favor da escravidão, evidenciando as contradições que sacudiam as relações entre as metrópoles e suas colônias. Na França, pregava-se a igualdade entre os homens; nas colônias, deixava-se que interesses mercantis – então obrigatoriamente colonialistas e escravagistas – falassem mais alto.

Para reconhecer a soberania do Haiti, o governo francês exigiu uma indenização de 150 milhões de francos-ouro: algo como 2% do produto interno bruto da França na época (*Le Monde*, 3/5/2014). Abatida a soma, a ilha pagou 90 milhões e arrastou, até a metade do século 20, uma dívida gigantesca para com o país europeu.

Uma vez independente, o Brasil honrou pagamentos e contraiu dívidas, mas manteve a escravidão por todo o Império, só a abolindo às vésperas da República. Talvez essa triste história de longa duração ajude a compreender os motivos que fazem pesar nossa consciência e que continuam a nortear as escolhas temáticas de nossos historiadores.

LAURA DE MELLO E SOUZA

Departamento de História,
Universidade de São Paulo
Membro da Academia
Brasileira de Ciências

Água no Brasil: excesso, escassez e problemas crescentes

WOLFGANG J. JUNK

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
em Áreas Úmidas (INAU),
Universidade Federal de Mato Grosso

**MARIA TERESA
FERNANDEZ PIEDADE**

Instituto Nacional de Pesquisas
da Amazônia (INPA)

ENNIO CANDOTTI

Museu da Amazônia

O problema da disponibilidade da água no Brasil ganha, mais uma vez, as manchetes. Neste início de 2014, após inundações catastróficas em parte do Sudeste e na área central do país, além da inundação secular que atingiu por alguns meses Rondônia, Acre e partes de Mato Grosso, a seca se abateu não no Nordeste, como historicamente acontece, mas no próprio Sudeste. A escassez de água no sistema de represas da Cantareira, em São Paulo, criou cenários alarmantes para o abastecimento da capital e de sua região metropolitana.

Para acalmar a população, autoridades dizem, reiteradas vezes, que não haverá racionamento de água na região de São Paulo e que grande parte do problema se deve à falta de chuvas e ao desperdício. No extremo oposto do país, a inundação que levou ao transbordamento do rio Madeira foi atribuída a uma intensidade excepcional de chuvas na cordilheira dos Andes, eximindo de qualquer responsabilidade as companhias elétricas gestoras das represas de Jirau e Santo Antonio. Foi esquecido que, logo no início da enchente, os administrado-

res das duas represas culparam um ao outro pela falta de previsão dos efeitos de chuvas pesadas.

O governo, naturalmente, assumiu o compromisso de financiar ajuda imediata para as vítimas. Essa ajuda é obviamente necessária, mas não trará soluções se não vier acoplada a ações para solucionar o problema em médio e longo prazos. O conhecimento científico acumulado e a tecnologia existente já não permitem mais culpar a natureza pelas catástrofes anunciadas. A raiz do problema é mais profunda.

Nas várias leis federais que regulam o uso da água no Brasil, é encontrado com frequência o termo técnico 'recursos hídricos', mas este não é definido. Quais são os recursos hídricos brasileiros? Na discussão sobre o novo Código Florestal, entre 2011 e 2012, não foi considerado o impacto de várias alterações relacionadas à questão dos recursos hídricos. Descartou-se, por exemplo, o argumento de que as chamadas áreas úmidas atuam como esponjas, estocando água em excesso em períodos de chuva e liberando essa água durante épocas secas. Os alertas dos cientistas de que a nova versão des-

*O conhecimento científico acumulado
e a tecnologia existente já não permitem mais culpar
a natureza pelas catástrofes anunciadas*

sa lei reduziria dramaticamente a proteção das áreas úmidas não foram considerados, alegando-se que não existia uma definição brasileira do termo.

Diante das pressões do agronegócio, foi modificado, no novo Código Florestal, o marco regulatório para a proteção das margens dos rios. Esse marco passou a ser o 'nível regular' da água (ou seja, a calha normal do rio), enquanto no Código anterior era a média dos níveis máximos das cheias. A história mostra que as catástrofes econômicas e sociais ocorrem sempre durante as secas e inundações extremas, e que enchentes grandes atingem com maior frequência a população mais pobre, que ocupa as áreas de risco, mais próximas dos rios, por falta de outras opções.

Inundações e secas catastróficas vêm sendo aceitas pela maioria dos políticos como forças superiores, fora de seu controle. Na realidade, a legislação brasileira que regula o manejo e a proteção dos recursos hídricos é inadequada, permitindo variadas interpretações, conforme o interesse de grupos econômicos.

O novo Código Florestal, apoiado pelo agronegócio, permite a destruição acelerada das áreas úmidas, fundamentais no ciclo hidrológico, e abre caminho para a colonização, pela população de baixa renda, de grande extensão de áreas sujeitas ao risco de inundações catastróficas. Essa população cobra do governo indenizações, quando vitimada, o que significa dizer que os lucros dos grupos interessados na ocupação das terras das áreas úmidas vão para a iniciativa privada, mas os prejuízos recaem sobre os cofres públicos, ou seja, sobre o conjunto dos contribuintes.

HÁ SAÍDA? Afinal, qual é a saída para o problema?

Em primeiro lugar, é urgente que o Brasil atualize sua legislação sobre o manejo de seus recursos hí-

É urgente que o Brasil atualize sua legislação sobre o manejo de seus recursos hídricos, incluindo no texto legal as áreas úmidas como parte importantíssima do ciclo hidrológico

dricos, incluindo no texto legal as áreas úmidas como parte importantíssima do ciclo hidrológico. Para isso, é necessária uma definição oficial, cientificamente correta, do termo 'recursos hídricos'. Tal definição já foi feita por um grupo de especialistas e encaminhada, no final de 2013, ao Ministério do Meio Ambiente (MMA): "Recursos hídricos abrangem a água de chuva e todos os corpos de água, naturais e artificiais, superficiais e subterrâneos, continentais, costeiros e marinhos, de água doce, salobra e salgada, parados (lagos e águas represadas) e correntes (rios – intermitentes, efêmeros ou perenes – e seus afluentes, hidrovias e canais artificiais), e todos os tipos de áreas úmidas, permanentes e temporárias". O estudo foi publicado em *Aquatic Conservation*, v. 24, p. 5, 2014.

Além disso, é preciso definir e delinear as áreas úmidas do país. No mesmo trabalho, o grupo de especialistas também propõe uma definição para a extensão das áreas úmidas: "A extensão de uma área úmida é determinada pelo limite da inundação rasa ou do encharcamento permanente ou periódico, ou, no caso de áreas sujeitas aos pulsos de inundação, pelo limite da influência das inundações médias máximas, incluindo-se aí, se existentes, áreas permanentemente secas em seu interior, habitats vitais para a manutenção da integridade funcional e da biodiversidade das mesmas. Os limites externos são indicados pela ausência de solo hidromórfico e/ou pela ausência permanente ou pe-

riódica de hidrófitas e/ou de espécies lenhosas adaptadas a solos periodicamente encharcados". Falta aplicar essas definições na legislação nacional.

O Brasil necessita ainda classificar suas áreas úmidas, trabalho parcialmente feito ou em andamento. Sabe-se que cerca de 20% do território brasileiro corresponde a áreas úmidas, diferentemente de dados anteriores que indicavam apenas entre 4% e 7%. Esse conhecimento deve ser introduzido nas leis.

Falta realizar um levantamento detalhado dos macro-habitats das áreas úmidas brasileiras, incluindo sua descrição ecológica. Essa tarefa é difícil e precisa do apoio do governo, pois a maioria das áreas úmidas é de pequeno porte e seu levantamento é demorado e caro, mas vital.

Finalmente, é necessária uma legislação específica para o manejo sustentável e a proteção das áreas úmidas. Essa tarefa é multidisciplinar e exige a liderança de um ministério – por exemplo, o do Meio Ambiente, com seu braço prático, a Agência Nacional de Águas. Os cientistas já têm dados à disposição e estão plenamente interessados em cooperar nessa tarefa importantíssima.

Enquanto esses problemas não forem resolvidos, continuaremos a sofrer secas e inundações dramáticas, além da falta de água potável, com danos econômicos e sociais crescentes. Quadro incompatível com o país que detém o maior sistema fluvial do mundo! 

VACINA CONTRA HPV

ALGUNS ESCLARECIMENTOS

MARGARETH C. PORTELA

Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz e Universidade de Leicester, Reino Unido (pesquisadora visitante)

O programa de imunização contra o papilomavírus (HPV), dirigido a meninas entre 11 e 13 anos, acaba de ser implantado no Brasil, gerando dúvidas e resistências. Diante dos debates sobre o assunto, seria oportuno acrescentar alguns esclarecimentos, considerando experiências internacionais e estudos científicos recentes.

O primeiro ponto significativo e tranquilizador é que, desde 2007, muitos países adotaram programas de imunização contra o HPV para mulheres jovens (de 10 a 14 anos), inclusive aqueles com tradição firmada na qualidade e segurança do cuidado à saúde, como Austrália, Reino Unido, Canadá, Estados Unidos e Suécia. Entre mais de 50 países, o Japão foi o único que lançou um programa oficial, em 2013, e o suspendeu em cer-

ca de três meses, sob a alegação de medo de eventos adversos. O governo deixou de promover a vacinação, mas a vacina está disponível para quem desejar se vacinar. A decisão, no entanto, segundo carta de cientistas daquele país publicada na revista *The Lancet* (v. 382, p. 768, 2013), ocorreu sem um processo rigoroso de investigação de efeitos adversos e no contexto de um programa de imunizações ao qual falta “governabilidade”, com vacinas contra caxumba, rotavírus e hepatite B ainda fora do calendário oficial.

Infecções com o HPV são muito frequentes. Em sua maioria, são transitórias e assintomáticas, mas existe a possibilidade de infecção persistente com tipos associados a alto risco de desenvolvimento do câncer de colo de útero (cervical). Dos cerca de 100 tipos de HPV, 16 estão nessa categoria, e em torno de 70% dos casos de câncer cervical podem ser relacionados a dois deles, o 16 (mais frequente e oncogênico) e o 18. As duas vacinas existentes protegem contra esses tipos. A vacina quadrivalente, usada no programa brasileiro, também protege contra os tipos 6 e 11, ligados a alterações celulares não malignas, a mais de 90% das verrugas genitais e a papilomatoses (lesões tumorais na pele e mucosa) respiratórias recorrentes.

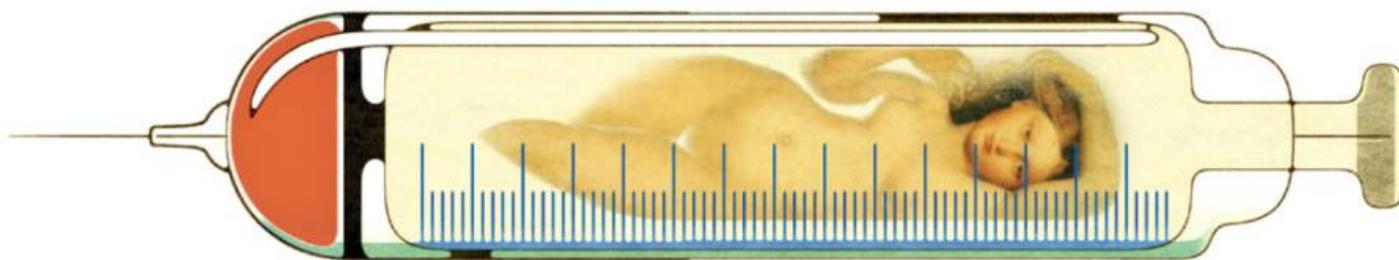
O foco principal da vacinação contra o HPV tem sido reduzir a incidência e a mortalidade por câncer de colo

de útero, ainda elevadas apesar dos avanços no rastreamento da doença com o exame papanicolau. No Brasil, estima-se que haja cerca de 15 mil novos casos e 5 mil mortes por ano. Cabe destacar, porém, que a vacinação não substitui os exames periódicos ou a prática de sexo seguro, com uso de preservativos. Ela se soma às demais estratégias de prevenção.

A vacina pode ser indicada para mulheres jovens mais velhas, mas o foco nas meninas não se dá ao acaso. Cerca de 3/4 das infecções novas ocorrem na faixa entre 15 e 24 anos e, principalmente, pesquisas indicam que os anticorpos contra o HPV se mantêm mais elevados, e por mais tempo, nas meninas vacinadas entre nove e 15 anos. Idealmente, a vacinação deve ocorrer antes da iniciação sexual, garantindo proteção por sete a nove anos (esse dado não é preciso), quando a revacinação é uma possibilidade.

A vacinação de meninos/homens com a vacina quadrivalente também é recomendada, para prevenir o condiloma acuminado (tipo de verruga genital ou oral), cânceres anogenitais e de orofaringe e, indiretamente, do próprio câncer de colo de útero. Como estratégia de saúde pública, entretanto, a relação custo-efetividade não é considerada vantajosa, o que pode vir a mudar. Os programas da Áustria e da Austrália incluem meninos.

OS PRIMEIROS RESULTADOS PRÁTICOS DOS PROGRAMAS DE VACINAÇÃO CONTRA O HPV [...] FORAM PUBLICADOS RECENTEMENTE. ELES CONFIRMAM A SEGURANÇA DA VACINA E SUA EFETIVIDADE NA REDUÇÃO DE INFECÇÕES POR HPV, VERRUGAS GENITAIS E LESÕES CERVICAIS GRAVES



O cuidado à saúde não é uma ciência exata. Dizer que um procedimento, medicamento ou vacina são seguros significa que os benefícios superam significativamente os riscos, e que estes são toleráveis. A vacina quadrivalente é considerada altamente eficaz em relação aos tipos 6, 11, 16 e 18, e segura. Em cerca de 10% das pessoas vacinadas ocorrem efeitos colaterais menores, mais associados à aplicação do que à vacina em si. Mais raramente, podem ocorrer desmaio, vertigem, náusea, vômito, dor de cabeça, febre, urticária e fraqueza generalizada. Outros efeitos têm sido investigados, mas não têm comprovação científica.

A vacina pode ser aplicada em mulheres amamentando e em pes-

soas com deficiência imunológica, mas não é recomendada para gestantes (dada a limitação de dados científicos) e pessoas hipersensíveis a leveduras (devido ao risco de reações anafiláticas). Apesar da repercussão, as reações adversas noticiadas em março no Rio Grande do Sul precisam ser mais investigadas, para, de fato, se avaliar se estão ligadas à vacina e, nesse caso, se estão dentro ou fora do esperado.

Os primeiros resultados práticos dos programas de vacinação contra o HPV em países como Austrália, Inglaterra, Escócia, Suécia e Dinamarca, foram publicados recentemente. Eles confirmam a segurança da vacina e sua efetividade na redução de infecções por HPV, verrugas

genitais e lesões cervicais graves. As evidências existentes ainda não permitem associar a vacina à redução no câncer, pois essa avaliação exige mais tempo, mas, na análise de intervenções, o uso de resultados intermediários com elevado valor prognóstico acerca de resultados finais é legítimo e desejável quando o desenvolvimento da doença se dá em mais longo prazo.

Enfim, sem quaisquer conflitos de interesse a declarar, destaco que uma estratégia de vacinação visa muito mais do que a proteção individual de pessoas. Ela tem o potencial de quebrar a cadeia de propagação do vírus e até erradicá-lo. Mas, como conclamam alguns, requer solidariedade. 

IMUNIZAÇÃO CONTROVERSA



SILVIA M. B. CAVALCANTI

Laboratório de Diagnóstico Viroológico,
Instituto Biomédico, Universidade Federal Fluminense

Em março de 2014, a vacina contra infecções causadas por papilomavírus humanos (HPV) passou a integrar o Programa Nacional de Imunizações do Ministério da Saúde, sendo oferecida a meninas de 11 a 13 anos. Entretanto, seu uso como estratégia de prevenção do câncer do colo de útero vem gerando discussões. Vários pontos controversos devem ser avaliados.

Historicamente, a melhor estratégia para prevenir e controlar o câncer cervical é o rastreamento rotineiro

ro pelo teste papanicolau. Em países da Europa e América do Norte, programas consolidados de rastreamento controlaram as infecções e reduziram as taxas atuais de novos casos e de mortes por esse câncer. No Brasil, o programa de rastreio foi mais bem estruturado na década de 1990 e, desde então, houve queda progressiva de novos casos (hoje, cerca de 15 mil por ano, contra 50 mil nos anos 1990) e de mortes (5 mil/ano). Entretanto, o tratamento das pacientes, apesar da alta chance de

cura, tem sido um entrave, mantendo a taxa de mortalidade acima do almejado.

A vacina, contra os tipos 6, 11, 16 e 18 do HPV, tem como proposta prevenir lesões precursoras e o câncer cervical. No entanto, outros 30 tipos do vírus, que a vacina não cobre, também podem causar lesões genitais, e 13 podem gerar cânceres. Assim, é fundamental que a vacina não acarrete a redução do programa de prevenção e controle. Além disso, mesmo que a vacina

tenha alta eficácia, é esperada uma alteração no perfil de tipos do HPV que circulam no país – a tendência natural é a substituição dos tipos combatidos por outros. Essa alteração e suas consequências precisam ser medidas e avaliadas, como é feito em outros países. Assim, é prioritário criar uma rede de diagnóstico e vigilância para fazer essa avaliação no caso do HPV, semelhante ao que é feito para dengue, sarampo, rotavírus, hepatites virais etc.

Estudos com base em dados de clínicas de doenças sexualmente transmissíveis da Austrália (onde foram vacinadas mulheres de nove a 26 anos) apontam bons resultados após a adoção da vacina, com queda nas taxas de novos casos de infecção pelo HPV. No entanto, pesquisas de outros grupos australianos, com base em resultados anormais em exames papanicolau, não refletiram as

quedas indicadas nos dados das clínicas. Isto é, no diagnóstico de rasteiro, não houve redução de doença, exceto pequena taxa na faixa de 15 a 19 anos. Essa divergência põe em questão a eficácia da vacina.

É importante lembrar que ainda não são totalmente conhecidos os mecanismos de proteção gerados pela vacina, nem a correlação entre a presença de anticorpos e o efeito protetor. Isso porque a aplicação da vacina é intramuscular, gerando resposta de anticorpos presentes no sangue, e o HPV não circula na corrente sanguínea – ele se instala e causa lesões na pele e nas mucosas.

Vacinas compostas de antígenos virais (proteínas a serem reconhecidas pelo sistema imune) podem induzir extensa resposta de anticorpos, inclusive daqueles que identificam como ‘inimigas’ proteínas do próprio organismo, desencadeando doenças autoimunes. Inúmeros relatos descrevem efeitos adversos pós-vacinais, como a síndrome de Guillain Barré, doença autoimune que paralisa os membros inferiores (e, embora seja reversível, requer longo tratamento). A médica norte-americana Diane Harper, pesquisadora que ajudou a desenvolver vacinas contra HPV e hoje contesta sua eficácia, alerta: estamos informando as meninas e suas famílias desse risco?

Problemas semelhantes foram descritos no México, no Japão e no sul do Brasil. O Japão suspendeu o programa de vacinação contra o HPV. Estudo norte-americano apontou relevante taxa de doença congênita (10%) em crianças nascidas de mães que engravidaram cerca de um mês após a vacinação, em relação ao grupo-controle (0%).

Os efeitos adversos, as dúvidas quanto à eficácia da vacina e seu alto custo indicam que seria necessário pesar melhor os riscos e benefícios. Em vários países, os programas de vacinação incluíram campanhas de informação e educação para prevenir doenças sexuais, o que não foi estruturado no Brasil. Essas campanhas

OS EFEITOS ADVERSOS, AS DÚVIDAS QUANTO À EFICÁCIA DA VACINA E SEU ALTO CUSTO INDICAM QUE SERIA NECESSÁRIO PESAR MELHOR OS RISCOS E BENEFÍCIOS

visam evitar uma falsa sensação de proteção, por parte das meninas vacinadas, que pode levar à redução do uso de preservativos e de exames preventivos. Até porque estudos (simulações em computador) indicam que são necessários de 15 a 20 anos de vacinação contínua para a redução relevante da incidência do câncer cervical.

Por outro lado, existem no Brasil populações isoladas, com baixo acesso ao rastreamento e ao tratamento da doença genital, que seriam alvos importantes para a vacinação. Vem sendo sugerido que a vacina também previne cânceres de boca, garganta, pênis e ânus. A Organização Mundial da Saúde, porém, reconhece o HPV como agente apenas de câncer cervical e anal. Nos demais, outros fatores de risco são mais relevantes: fumo e álcool (boca/garganta); falta de higiene e fimose (pênis).

Em 2013, o Programa Nacional de Inquérito em Saúde e Nutrição, dos Estados Unidos, anunciou uma redução da circulação dos tipos de HPV vacinais (de 11% para 5%), mas somente na faixa etária de 14 a 19 anos. O interessante desse estudo é que a queda já vinha ocorrendo nos últimos quatro anos e as taxas de circulação já estavam bem abaixo das que levaram a responsabilizar os tipos 16 e 18 por 70% dos casos de câncer cervical. Esse dado coloca em questão o real impacto da vacina.

Concluindo, cabe ressaltar que todos os estudos, feitos em diferentes continentes, apontam a visita regular ao ginecologista, para realizar exame clínico e teste papanicolau, como o principal fator de proteção contra o câncer cervical. **GR**



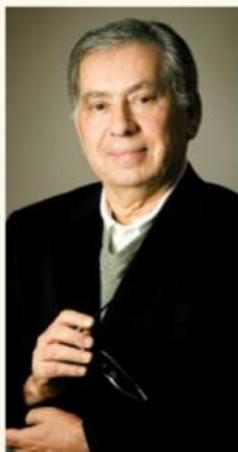


FOTO: CICERO RODRIGUES

Os gestores públicos enfrentam cada problema com o que lhe parece mais objetivo. Isso, porém, tende a conduzir a equívocos reiterados, como se dá na moradia popular

NADA DE RESPOSTA ÚNICA

Os movimentos populares por moradia apresentaram intensa mobilização nas últimas semanas em diversas cidades do país. A crise da habitação, porém, não se resolve com a construção de moradia. Na cidade contemporânea, habitar envolve uma multiplicidade de condições – a casa é apenas uma delas. Enfrentar o problema habitacional pressupõe tratar a questão urbana de modo abrangente: na infraestrutura, na mobilidade, nos serviços públicos, no espaço público, nos equipamentos urbanos e, obviamente, no abrigo.

Contudo, nossas políticas públicas, quando existem, são sempre setoriais. Os gestores públicos enfrentam cada problema com o que lhe parece mais objetivo. Isso, porém, tende a conduzir a equívocos reiterados, como se dá na moradia popular.

No Brasil, há décadas, os governos insistem, como política de habitação, na construção da moradia utilizando o modelo dos conjuntos residenciais. A experiência mostra um duplo fracasso dessa política: (i) na tentativa governamental de ter exclusividade na promoção habitacional popular; e (ii) na adoção de apenas uma modalidade, o conjunto residencial. Com isso, a produção de unidades é muito inferior à demanda, enquanto se amplia o número de moradias erguidas pelas famílias nas condições mais precárias. E vende-se a ilusão de que estamos enfrentando o problema da moradia popular.

Não há resposta única para um problema tão amplo. É a soma de respostas, pequenas e grandes, que poderá enfrentar a questão.

Entre elas está a qualificação do imenso patrimônio econômico, social e cultural já gerado pelo povo brasileiro na produção de suas moradias, muitas vezes mais bem inseridas no contexto urbano do que as dos programas oficiais. A urbanização desses assentamentos populares, em geral carentes de infraestrutura e equipamentos que somente o esforço coletivo pode proporcionar, é uma resposta essencial.

Bairros bem localizados, mas hoje degradados, podem recuperar sua vitalidade com estímulos à produção nova e com melhor tratamento dos espaços públicos e dos serviços. É o caso de muitos bairros centrais de nossas cidades. No Rio, São Cristóvão, Benfica e muitos outros são excelentes lugares habitacionais à espera de política de recuperação. Imóveis mais antigos também oferecem uma infinidade de oportunidades de aproveitamento para a população de renda baixa e média, em especial para o aluguel social, desde que se trabalhe de modo integrado com financiamento dirigido para a restauração desse patrimônio.

A valorização imobiliária, em geral, tem sido onerosa para as famílias que pagam aluguel, o que pode levar à sua expulsão para áreas periféricas. É um tema complexo. Políticas de moradia para aluguel vinculadas ao crédito para novas habitações, onde parcelas sejam necessariamente destinadas a famílias de renda mais baixa, têm sido testadas em diversos países com resultados satisfatórios.

Os financiamentos habitacionais estão dirigidos prioritariamente para governos e empreiteiros e é por meio deles que a família tem acesso ao bem. Com isso, prevalece o interesse comercial do construtor na escolha do lugar, da tipologia e da qualidade construtiva. A família precisa ter crédito independente – não pode ser um repasse do promotor – e deve poder escolher onde morar e em que condições.

Enfim, o programa federal Minha Casa Minha Vida, se deixar de ser visto como a única resposta para a crise de moradia popular, poderá prestar melhores serviços ao desenvolvimento social e urbano. Certamente estará mais bem inserido na cidade e com melhor qualidade projetual e construtiva.

O problema habitacional é do tamanho do Brasil urbano. Ele deve ter muitíssimas respostas.

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

O meio é a mensagem

1964. LANÇADA OBRA QUE SE TORNOU UM CLÁSSICO DA COMUNICAÇÃO. Herbert Marshall McLuhan (1911-1980), pensador canadense da comunicação, foi um teórico que, em suas investigações do mundo digital moderno – publicadas na obra *Os meios de comunicação como extensões do homem*, em maio de 1964 – renovou os domínios teóricos da comunicação, particularmente em referência aos meios, isto é, às tecnologias de informação e comunicação, como o cinema, o rádio e a tevê. Na obra, além de lançar o conceito de ‘aldeia global’, faz uma distinção entre ‘meios quentes’ e ‘meios frios’, tendo por base não o seu conteúdo, mas o grau de participação sensorial de seus usuários.

ALUIZIO R. TRINTA

Programa de Pós-graduação em Comunicação,
Universidade Federal de Juiz de Fora (MG)



McLuhan: ousadia

A ÚNICA VERSÃO de *Understanding Media [Os meios de comunicação como extensões do homem]* para o português que se conhece foi feita pelo tradutor, crítico e poeta concretista Décio Pignatari (1927-2012), tendo sido publicada em 1969, pela editora Cultrix (SP). Escrito em estilo de um ensaio em prosa poética, Marshall McLuhan punha em destaque o que chamava de ‘exploração’, preferindo esse termo a ‘explicação’ ou ‘justificativa’.

O uso de artifícios retóricos – a fala oracular, a fragmentação da escrita, o emprego de variados registros linguísticos e o gosto por aforismos – atribuiria ao autor qualidades de um pensador original. Professor de língua e literatura inglesa da Universidade de Toronto (Canadá), McLuhan fundou e dirigiu o Centro para a Cultura e Tecnologia daquela universidade. Teses ousadas, proposições arrojadas e ideias que fugiam ao senso comum: eis o modo inovador de pensar e escrever do autor.

O livro de 1964 oferece uma súpula das ideias de McLuhan, entre as quais destaca-se a de que os meios de comunicação (ou tecnologias) servem ao registro, à exteriorização e à compreensão de distintos saberes. Donde a proposição desses meios como significativo acréscimo das aptidões humanas – tais ‘extensões do homem’ são (seus) prolongamentos tecnológicos –, porque este as projeta e realiza. E, assim fazendo, nelas se projeta e se realiza.

A roda é uma extensão do pé, a roupa estende a pele, o binóculo prolonga a vista. O homem cria instrumentos de expressão – entre eles, os meios de comunicação – e estes, por sua vez, o mol-

dam e estendem, ampliando o raio de alcance da ação humana à dimensão do planeta. Assim a invenção da escrita, a do alfabeto, a do tipo móvel e muitas outras mais.

O lema 'O meio é a mensagem' constitui a questão central dessa obra, porque, se a eficácia de uma mensagem depende do meio em que é veiculada, então o que importa é sua 'forma' – sua conformação tecnológica –, não seu 'conteúdo'. Em referência a inventos tecnológicos, tem-se que o 'conteúdo' de um novo meio de comunicação é outro meio, que àquele tenha precedido. A tevê incorporou o rádio, o jornal fez-se meio na esteira do livro.

Do mesmo modo, a 'mensagem' de um meio de comunicação redundava em mudanças de escala, cadências ou padrões que tal meio venha a produzir e introduzir na sociedade e na cultura humanas. Um meio dá forma, explicita e controla tanto a proporção quanto o modo específico das ações humanas que, por seu intermédio, sejam tidas por normais. O hábito de 'ver televisão' (as telenovelas na linha de frente) configura e pauta agendas sociais, porque obriga telespectadores a marcar compromissos segundo horários de exibição de seus programas prediletos.

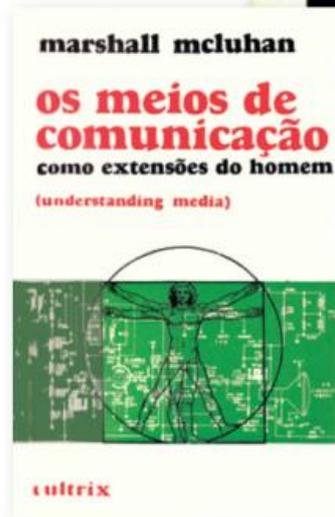
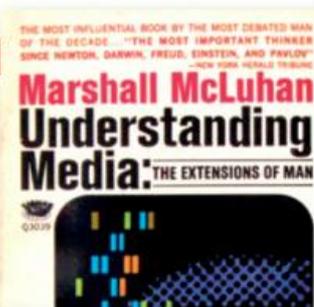
MEIOS 'QUENTES' E 'FRIOS' McLuhan observa ainda que, quando um de nossos sentidos elementares (visão, audição, paladar, tato e olfato) é 'prolongado' por um novo meio de comunicação, nosso equilíbrio sensorial se altera, fazendo com que os demais sentidos percam em intensidade. Referindo-se, implicitamente, a uma temperatura informacional, ele distingue 'meios quentes' de 'meios frios'.

Os primeiros estendem um só de nossos sentidos elementares, em alta definição, isto é, contando com um número considerável de dados, deixando assim pouco espaço para o exercício da sensibilidade e da imaginação. É o que se dá com a leitura de um manual do usuário ou de uma enciclopédia. Por sua vez, 'meios frios' oferecem poucos dados – e, em consequência, informação factual rarefeita –, obrigando o destinatário da mensagem a preenchê-la com a informação que lhe pareça faltante, à vista de seu entendimento. A leitura dos antigos gibis interessava às crianças porque, fixando imagens desenhadas, sua imaginação corria solta – algo bem diferente, portanto, da leitura de um livro didático.

ALERTA Longe de elogiar e recomendar a adoção de tecnologias criadas pelo homem para 'estender' suas faculdades e sua capacidade de domínio sobre a natureza, Marshall McLuhan soava um alerta, dizendo ser necessário manter uma atitude crítica em relação aos meios de comunicação. "Mais cuidado com os meios de comunicação!", dizia ele.

Em resposta às críticas que recebia – algumas irritadas e pouco construtivas; outras entusiásticas, mas que

Capa da primeira edição de *Understanding media*, lançada em 1964 pela editora McGraw-Hill



Capa da primeira edição brasileira da obra clássica de McLuhan, traduzida pelo poeta e crítico Décio Pignatari

IMAGEM CEDIDA PELO GRUPO EDITORIAL PENSAMENTO

pouco acrescentavam –, McLuhan cunhou um lema que valia por um programa de pesquisa: "Eu não explico; eu exploro". Em outras palavras, "não busco explicações satisfatórias; faço investigações exploratórias". Se ele disse coisas óbvias – que só os mais sagazes enxergam –, também trouxe à tona verdades profundas, mas obscuras, acerca da maneira radical pela qual tecnologias midiáticas vinham alterando a ordem do mundo, assim como hábitos, usos e práticas, individuais e coletivos, de seus habitantes.

O tom poético em que McLuhan se pronunciava contrasta com a dramatização do que prenunciou (ou anunciou) como cenário provável de um tempo por vir. Sua perspectiva teórica rompia abertamente com a visão instrumental das técnicas de comunicação, reafirmando sua importância como meios (ou intermediários qualificados) capazes de alterar o ambiente da ação e as formas psicológicas e sensoriais da percepção. E instaurar uma nova ambiência.

Finda a primeira década deste século, o teórico canadense nos aparece como um 'explorador sem medo', talvez um 'visionário lúcido', que traçou e pintou em cores vibrantes os contornos de um tempo futuro – o nosso presente. Suas antevistas se verificaram e suas intuições se provaram verdadeiras. Mesmo sem tê-las vivenciado ou conhecido como tais. McLuhan pôde, por exemplo, descrever (e antecipar) a natureza tecnológica e a dinâmica social próprias à internet. Nós fizemos a grande rede e, nela, criamos as mídias sociais. Hoje onipresentes na vida cotidiana, elas nos reinventaram.

O meio, enfim, é a mensagem.

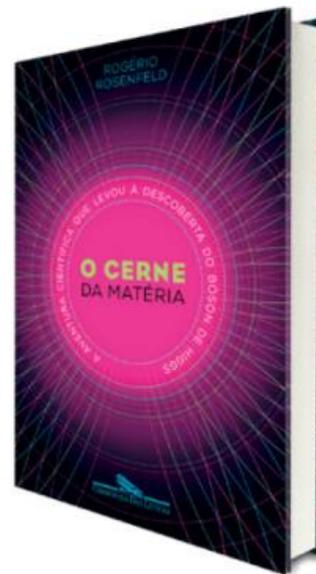
IMAGEM EXTRAÍDA DE: [HTTP://ISCOO.GALAXYBOOK.COM](http://iscoo.galaxybook.com)

UMA GRANDE HISTÓRIA

O cerne da matéria

Rogério Rosenfeld

São Paulo, Companhia das Letras, 216 p., R\$ 39,50



SÃO RAROS OS MOMENTOS verdadeiramente significativos na história das ciências, momentos em que uma descoberta experimental ou uma síntese teórica revolucionam o conhecimento humano, a ponto de renovar ou reformar um entendimento preexistente sobre processos fundamentais observados na natureza. Algumas vezes, os resultados de uma série de descobertas experimentais agem como indicadores ou estímulos para uma síntese teórica subsequente, como ocorreu, no século 19, com o eletromagnetismo clássico, proposto pelo escocês James Maxwell (1831-1879). Em outros casos, experimento e teoria caminham juntos, liderados e propostos por uma mesma pessoa ou grupo, como na descoberta do núcleo atômico pelo neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) no início do século 20.

Por vezes, propostas teóricas para a solução de problemas, puramente formais ou concretos, preveem a existência de novos fenômenos físicos observáveis, e que serão, portanto, objeto de buscas experimentais. Situa-se nessa categoria a história recente da busca e descoberta do bóson de Higgs, sem dúvida um marco significativo na história da física, narrada com propriedade e de forma clara pelo físico brasileiro Rogério Rosenfeld em seu segundo livro de divulgação sobre a física das partículas elementares, *O cerne da matéria*.

Com origem na década de 1960, uma proposta formal de unificação teórica para as forças eletromagnéticas e nucleares (uma grande síntese capaz de unir o que antes se acreditava se-

rem fenômenos distintos) levou à previsão da existência de uma partícula em princípio observável, mas que, por algumas décadas, frustrou seus perseguidores. Mais ainda, o contexto teórico do qual essa partícula – o bóson de Higgs – fazia parte consolidou-se mais e mais à medida que os testes experimentais se sofisticavam. O sucesso da descoberta da partícula, finalmente, em 2012, foi um evento motivador e um polo de atração para uma história necessariamente resumida, mas muito bem desenvolvida por Rosenfeld.

Fazendo valer a experiência profissional, que lhe deu intimidade com o ambiente que descreve, o autor imprime à narrativa uma perspectiva humanista e pessoal, tratando o tema científico com habilidade e utilizando uma linguagem coloquial e acessível. Sem prejudicar o texto, o bom uso de referências remete o leitor a material complementar – que, além da dimensão científica, inclui ainda fatos e curiosidades históricas pertinentes.

A história da física de altas energias na segunda metade do século 20 é também a história de uma revolução social no meio científico, com o surgimento das grandes colaborações de pesquisa, de início com centenas e agora com milhares de colaboradores construindo e operando o aparato experimental de uso comum. Este, gigantesco em escala e complexidade, torna-se possível quando sua fabricação e montagem são divididas por inúmeras mãos e seus custos por diversas instituições e países. Também nesse aspecto, que abrange elementos político-econômicos e sociais, o autor

acerta ao costurar seu roteiro em torno da história dos aceleradores e detectores de partículas e dos grandes laboratórios onde ocorreram as colaborações, mostrando seus problemas e conquistas, além da passagem lógica do bastão do progresso científico e tecnológico de uma geração de experimentos para a próxima.

O levantamento histórico é bem detalhado (com boas referências), e de particular interesse é a história da formação do Cern (Organização Europeia para Pesquisas Nucleares) como uma organização europeia no período confuso e politicamente sensível do pós-guerra. Enriquece em muito a leitura o debate, distribuído ao longo do livro, sobre as diferenças entre ciência básica e aplicada, esta com diversos exemplos de tecnologias e produtos derivados.

Igualmente hábil é a apresentação do universo das partículas elementares, que evita, com leveza e acuidade, os excessos de informação e os detalhes técnicos. Assim, mesmo que a discussão sobre quebras de simetrias e suas consequências seja insuficiente para satisfazer leitores de maior curiosidade, ali estão os conceitos principais que podem dar origem a boas conversas, a novos passos investigativos e, possivelmente, a revelações vocacionais nos mais jovens. Particularmente feliz e intuitiva é a discussão sobre a origem das massas e a natureza do campo de Higgs.

O bom humor na descrição dos momentos finais que levaram à descoberta dá o colorido certo ao ambiente de trabalho que prevalece

no Cern, mas sem esconder a grande pressão associada a uma corrida científica e às tensões que a cercam. Ficam claras as sensações de euforia (corretamente apresentadas como efêmeras) vividas pela comunidade internacional da física de altas energias, logo seguidas por um debate atual e importante sobre os verdadeiros significados dessa descoberta, suas consequências e os novos rumos possíveis de investigações.

Este pequeno livro atinge o objetivo de apresentar ao leitor de língua portuguesa uma grande história, já com diversas versões em outros idiomas, mas neste caso com o sabor especial da perspectiva de um brasileiro que, além de estar presente em diversos dos episódios narrados, mostra certas conexões existentes com o movimento dessa física no Brasil. Trata-se de material bem-vindo e necessário ao conhecimento geral dos que se interessam

pela ciência contemporânea e pelo modo como é feita. O livro tem o potencial de incutir entusiasmo e influenciar decisões de carreiras a serem seguidas pelos mais jovens, e pode dirigir os mais maduros para um novo mundo de ideias contemporâneas, ao mesmo tempo reveladoras e surpreendentes, deixando a impressão clara de que uma descoberta importante, mais que um final de capítulo, é o início de outro.

Arthur Kós Antunes Maciel

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

Antártica, 2048: mudanças climáticas e equilíbrio global

Alfredo Nastari (editor)

São Paulo, Marina Books,

144 p., R\$ 35

Múltiplas dimensões do continente gelado são apresentadas nesta inédita publicação. Em páginas bem ilustradas, e com certo primor fotográfico, o livro – redigido em linguagem de divulgação científica – introduz o leitor à eclética gama de conhecimentos necessária a quem quer melhor compreender a Antártida. Dos impasses presentes aos desafios futuros, 12 diferentes autores – de experientes navegadores a renomados cientistas – oferecem suas contribuições em áreas tão diversas quanto climatologia, biologia, política científica, ordenamento jurídico e mesmo turismo. A Antártida é um local crítico para a manutenção do equilíbrio climático do planeta, e a obra pode se tornar importante referência como introdução aos estudos acerca desta insospita região do planeta.



Dicionário da política republicana do Rio de Janeiro

**Alzira Alves De Abreu
e Christiane Jalles De Paula**

Rio de Janeiro, Fundação Getúlio

Vargas, 1.452 p., R\$ 191

Desde a proclamação da República em 1889, a cidade do Rio de Janeiro foi peça importante na transição do Brasil ex-colônia monárquica para o país que conhecemos hoje. Vários fatos históricos importantes se sucederam na cidade e este dicionário traz um pouco sobre eles. A partir de biografias dos principais personagens que se destacaram no mundo político-administrativo local e de personalidades importantes do campo cultural e científico, o livro conta a história da capital fluminense. A obra examina partidos políticos, movimentos sociais, instituições econômicas e culturais e órgãos da imprensa que marcaram a sociedade carioca, trazendo um panorama completo sobre a história política da cidade do Rio de Janeiro desde os primórdios da República até os dias atuais.



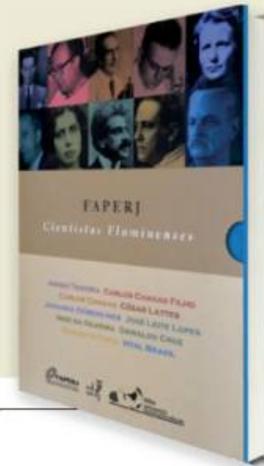
Cientistas fluminenses

**Ana Lucia Azevedo, Máximo
Masson, Renato Casimiro (Org.)**

Rio de Janeiro, EdUERJ/Faperj,

10 fascículos, distribuição limitada

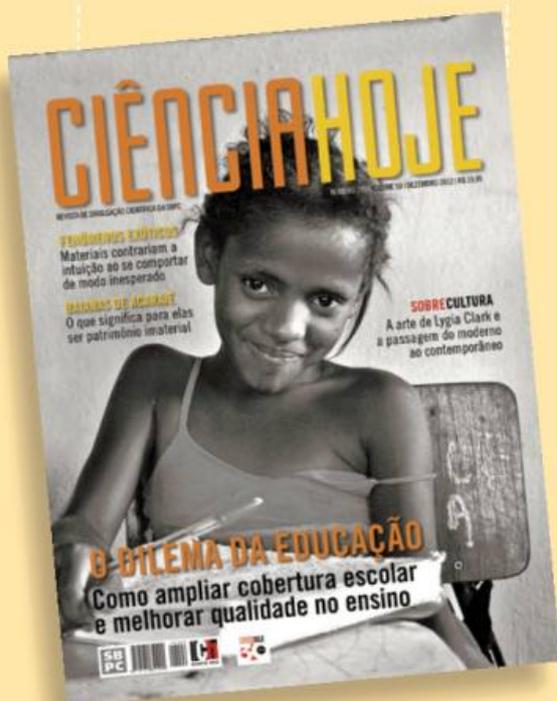
A Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, em parceria com o Centro Brasileiro de Estudos Latino-Americanos e com o apoio da Faperj, lançou a série 'Cientistas fluminenses', parte de uma coletânea de biografias que tem como objetivo disseminar a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico entre jovens, além de despertar vocações. Foram escolhidas 10 personalidades de destaque na história da ciência no estado do Rio de Janeiro: Anísio Teixeira, Carlos Chagas, Carlos Chagas Filho, Cesar Lattes, Johanna Döbereiner, José Leite Lopes, Nise da Silveira, Oswaldo Cruz, Edgar Roquette-Pinto e Vital Brazil. A série não será comercializada, mas distribuída para bibliotecas, escolas públicas estaduais e instituições científicas e tecnológicas.



COMO PUBLICAR EM CIÊNCIA HOJE?

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

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



VACINA CONTRA HPV I

A ampliação da faixa etária para aumentar a cobertura vacinal por qualquer imunobiológico ['Muitas incertezas', CH 312, p. 38] sempre foi observada com reservas pelo poder público em nosso país. Como o investimento no ser humano requer maiores custos, faltarão recursos para outras 'prioridades' eleitorais.

Heloiza Salles Nunes
Comentário na CH On-line

■ Leia, nesta edição, outros dois artigos sobre a vacina contra o HPV, na seção 'Polêmica'.

VACINA CONTRA HPV II

Um ponto que não foi comentado é a prevalência de cada um dos diferentes tipos de HPV. Se a prevalência desses quatro sorotipos protegidos pela vacina (6, 11, 16 e 18) for alta, em comparação com os outros presentes na população, ponto para a vacina, mesmo que deixe de fora diversos outros sorotipos.

Antonio Basílio de Miranda
Comentário na CH On-line

■ Embora não haja dados específicos sobre quais os sorotipos mais comuns no Brasil, os atingidos pela vacina são responsáveis pela maior parte dos casos de câncer no mundo. O texto da matéria diz que os sorotipos 16 e 18 são "responsáveis por cerca de 70% dos casos de câncer de colo de útero no mundo".

GUERRA E FREUD

Freud e seu conservadorismo político sempre tende a interpretar a história recente como essa tensão entre o instinto (sexual) e a cultura, ou melhor, barbárie ou civilização [ver 'Freud e a guerra de 1914', em CH 312, p. 60]. Toda a carga sexual reprimida pela

cultura e pela moral levaria os indivíduos a essa ruptura ou explosão da violência. Creio que autores posteriores, como Herbert Marcuse, que viam que pela liberdade sexual isso seria resolvido, acertam no alvo. Não se aplica mais a leitura freudiana para nossa atual insatisfação. Marcuse tem razão em afirmar que o que hoje impera é a indústria da propaganda e do desenfreado consumismo (mostra-me com que carro anda e te direi quem és). Freud é um importante teórico e nunca podemos subestimá-lo, pois as suas intuições e a sua leitura sobre a humanidade são corretas, mas ligam-se a um tempo. Não podemos usá-lo para explicar a história da humanidade em geral, universalmente, pois cada tempo produz a sua civilização e sua ideia de humanidade. O tempo passa e cada novo período cria um novo homem.

Rodolfo Denk Neto
Comentário na CH On-line

LIXO NAS PRAIAS I

Quanto ao artigo 'O que temos a ver com isso?' (CH 313), se for utilizado apenas plástico solúvel na água, ou ainda plásticos oxobiodegradáveis, o problema seria bem menor. No caso da primeira opção, vejam a página www.plasticohidrossolavel.com.

Juan Ignácio Reges Soulé
Comentário na CH On-line

LIXO NAS PRAIAS II

Esse artigo é muito interessante e surge no tempo certo. No entanto, não são considerados como detritos marinhos as fezes, que, convenhamos, deixam a praia com fedor e imprópria para banho. E são feios...

Gracilio
Comentário na CH On-line

Envie para nós seu comentário sobre qualquer texto publicado na *Ciência Hoje*. Sua opinião é importante. As mensagens devem ser encaminhadas para a Seção Cartas, no endereço eletrônico abaixo.
cienciahoje@cienciahoje.org.br



FOTO: LUCIANA RODRIGUES

DESAFIO

Caso os generais pudessem mandar muitos mensageiros, em vez de um de cada vez, será que isso melhoraria alguma coisa?

Em uma batalha, os generais Florêncio e Prudêncio se encontram em situação delicada. Para vencer o conflito, precisam atacar simultaneamente o inimigo, pois as tropas de cada um deles, isoladas, não têm poder de fogo para garantir a vitória.

O problema principal de Florêncio e Prudêncio é que eles – por suas tropas estarem separadas por um morro intransponível – têm que se comunicar por meio de mensagens. E cada um precisa ter certeza de que o outro participará do ataque.

Será possível bolar um sistema de comunicação que garanta a ambos saber exatamente o dia e a hora do ataque?

“Qual a dificuldade?”, pode perguntar o(a) leitor(a). “Não bastaria mandar uma mensagem do tipo ‘Ataque amanhã, às 7h’?”

Imagine que Florêncio tenha mandado uma mensagem assim. Ele precisaria confirmar que ela chegou a Prudêncio. “Ora”, diria o(a) leitor(a), “basta Prudêncio mandar uma mensagem dizendo ‘Ataque confirmado’”.

Mas... E a confirmação da confirmação? E a confirmação da confirmação da confirmação? E assim por diante.

Parece que os generais estão em maus lençóis...

Como podemos provar que, de fato, não há um modo de os dois generais se coordenarem?

Para mostrar que tal tarefa é impossível, raciocinemos por absurdo, ou seja, imaginemos que existe um protocolo de comunicação que garantirá que cada um dos generais tenha sua participação na batalha confirmada para o outro. E mostremos que isso leva a uma contradição.

Esse protocolo deve ter duas características. A primeira delas é um tanto óbvia: ser formado por um número finito de mensagens. A segunda (não tão óbvia) é a possibilidade de que nem toda mensagem será entregue. Razão: se tivéssemos certeza absoluta de que toda mensagem fosse entregue, bastariam duas delas – uma com a data e hora do ataque, e a outra com a confirmação.

Isso, de certa forma, é o que fazemos no dia a dia, quando marcamos um encontro. Temos quase certeza de que mensagens são entregues. E é por isso que conseguimos marcar compromissos, usando apenas mensagens enviadas por celular ou correio eletrônico, por exemplo.

Voltando aos generais. Se existe tal protocolo de envio de mensagens, então deve haver um conjunto mínimo entre essas mensagens que garanta o ataque conjunto – lembre-se de que estamos supondo que algumas podem se perder no meio do caminho – e, portanto, uma última mensagem; afinal, o número de mensagens trocadas deve ser necessariamente finito.

Analisemos essa última mensagem. Suponhamos que foi de Florêncio para Prudêncio. Assim, de seu ponto de vista, Florêncio está decidido a atacar. E o outro? Como não temos certeza de que Prudêncio recebeu a mensagem, sua presença na batalha não está garantida.

Esse argumento simples mostra que não há uma maneira 100% precisa – pelo menos, não com um número finito de mensagens – de fazer os dois confirmarem participação no ataque.

Esse problema é um exemplo da dificuldade em construir redes de comunicação no caso em que as conexões não são absolutamente confiáveis. E é um tema estudado em ciência da computação.

Nada melhor do que uma conversa cara a cara... 

MARCO MORICONI

Instituto de Física,
Universidade Federal
Fluminense

moriconi@cienciahoje.org.br

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO O cubo, com uma cavidade cúbica em seu interior, tem 16 vértices, 24 arestas e 12 faces. Assim, $V - A + F = 16 - 24 + 12 = 4$. Isso é um exemplo da utilidade dos invariantes: o cubo e o cubo vazado são ‘tipos’ diferentes de sólidos.

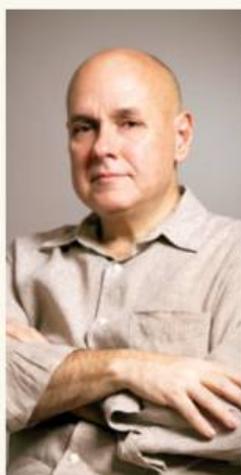


FOTO: CICERO RODRIGUES

A pergunta que se põe, de modo inevitável, é simples: por que fenômenos dessa natureza acontecem? Em termos diretos, o que faz com que seres humanos linchem outros seres humanos?

O ABISMO DO GUARUJÁ

Em um dos primeiros dias do mês de maio, um evento macabro impôs-se à atenção de leitores de jornais e de telespectadores no país: o linchamento de uma mulher, por força de uma campanha disseminada nacionalmente pelas tão decantadas ‘mídias sociais’. Via Facebook, circulou em escala nacional um retrato falado de uma suposta sequestradora de crianças. Dezenas de milhares de participantes da ‘democracia direta’ da internet ‘compartilharam’ as imagens. Outros tantos, imagino, devem tê-las ‘curtido’ e, dessa forma, sem mediação da ‘imprensa burguesa’ e das ‘odiosas’ instituições representativas, configurou-se a multidão que massacrrou e linchou Fabiane Maria de Jesus, cidadã brasileira, de 33 anos de idade, levando-a à morte, poucos dias depois.

A ‘acusação’ foi a de que a vítima praticava “rituais de magia negra” e, para tal, necessitava de crianças para realizar sacrifícios. O episódio reencena em tempos atuais prática comum na Idade Média: o massacre de judeus suspeitos de assassinar crianças para usar seu sangue nos pães ázimos consumidos no Pessach. Tal como então, no episódio mais recente é assustador constatar o processo instantâneo de criação de vítimas expiatórias (‘bodes expiatórios’), assunto brilhantemente tratado pelo pensador contemporâneo René Girard. O evento do Guarujá exibiu alguns componentes do modelo explicativo de Girard: a presença de uma vítima inocente, a realização do sacrifício e a construção de uma vontade coletiva homogênea que pratica um ato de purificação.

Tal vontade coletiva, no entanto, dissipa-se tão logo o evento é consumado. Cada um segue para casa ou para lugares habituais; a vida segue seu curso normal. José de Souza Martins, um dos mais importantes cientistas sociais brasileiros e atento estudioso do hábito dos linchamentos (sim, hábito, pois o Brasil, no mundo, só perde para Moçambique nesse macabro quesito), revela que os participantes de linchamentos são pessoas

normais, no sentido de que são sujeitos comuns e personagens da vida ordinária – a vida de todos os dias.

Gente como a senhora idosa que, após o linchamento de um homem, que acabou queimado vivo, apresenta-se com uma colher para arrancar os olhos da vítima, para que vagueie sem direção pela danação eterna. Tal como o imbecil que aplicou um golpe com uma pesada prancha de madeira na cabeça da vítima já semimorta, no linchamento do Guarujá. A pergunta que se põe, de modo inevitável, é simples: por que fenômenos dessa natureza acontecem? Em termos diretos, o que faz com que seres humanos linchem outros seres humanos?

Seria uma impostura intelectual explicar de modo cabal as razões de um linchamento. As ciências sociais enfrentam grande dificuldade para responder a perguntas dessa natureza, já que têm por máxima a definição dos humanos como ‘animais sociais’. Quer isto dizer que o comportamento humano e suas formas de ação resultam de fatores de natureza social.

A dificuldade está em que, por vezes, emergem padrões de comportamento que sugerem a presença de furos ou falhas na sociabilidade: é como se abismos se abrissem na superfície do social, dando a ver o inominável. Sob o nome de pulsões de morte, Sigmund Freud – em *Mais além do princípio do prazer* –, fortemente marcado pelo horror da Grande Guerra (1914-1918), indicou a presença no comportamento humano de disposições destrutivas e letais.

É claro que não estamos condenados a linchar as pessoas. A maioria de nós não o faria, posto que fomos recolhidos e acolhidos pelo processo civilizador. Um processo que, ao longo do tempo, criou mediações entre os humanos, limitando danos potenciais que podem infringir aos outros. Os tempos que correm, ao contrário, são de horror a mediações. É terrível, mas ao que parece linchamentos e ‘mídias sociais’ podem ter algo em comum.

RENATO LESSA

Fundação Biblioteca Nacional e Instituto de Ciências Sociais, Universidade de Lisboa
renato.lessa@bn.br

A APAVORANTE GELADEIRA DA LAGOA NEGRA



PARE DE CULPAR O VILÃO ERRADO. NÃO JOGUE LIXO NA ÁGUA.

Transporta 350 pessoas por vagão

Não polui

Não pega trânsito

É mais rápido

Não precisa de estacionamento

Menos poluição sonora e visual



Envie um SMS com a palavra GREEN + SEU NOME para 27800 e saiba como fazer a diferença.

GREENPEACE

O transporte coletivo pode ser tão atrativo quanto um carro. É só a gente cobrar.

#CADÊ? o plano de mobilidade urbana
greenpeace.org.br/cade 