

# CIÊNCIA HOJE



REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

NÚMERO 312 | VOLUME 52 | MARÇO 2014 | R\$ 10,95

**SB  
PC**

**Ch**  
INSTITUTO  
CIÊNCIA HOJE



## AMBIENTE ESTIMULANTE

Meio pode influenciar  
aprendizado e memória

## DOMINAÇÃO CULTURAL

Antropólogo propõe  
mudança de atitude  
contra colonialismo  
do Norte

## IMUNIZAÇÃO POLÊMICA

Vacina contra HPV  
é recebida com  
ressalvas

# MAIS E MAIS

Até onde a tecnologia deve intervir no esporte?

# É MAIS FÁCIL SALVAR O PLANETA DO QUE SE ESCONDER DE AMIGO CHATO NO BATE PAPO.

USE O **SEU PODER**  
E SALVE O PLANETA.

60+

HORA DO  
PLANETA

O WWF-Brasil faz a parte difícil: atuar em projetos para combater a extinção de espécies ameaçadas, para a conservação de recursos naturais, redução do impacto ambiental e crescimento sustentável. Para você, fica o mais fácil: ajudar. É só se afiliar ao WWF-Brasil. Você vai perceber que tem coisas muito mais complicadas na sua vida do que salvar o planeta.



Ligue ou acesse o site e afilie-se agora  
0300 789 5652  
[www.org.br/horadoplaneta](http://www.org.br/horadoplaneta)



DESDE 2012, A TAM LINHAS AÉREAS APOIA OS PROGRAMAS DESENVOLVIDOS PELO WWF-BRASIL

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

**REDAÇÃO**

**Editora Executiva** | Alicia Ivanissevich; **Editora Assistente** | Thais Fernandes; **Editor de Forma e Linguagem** | Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** | Ricardo Menandro; **Setor Internacional** | Cássio Leite Vieira; **Repórteres** | Henrique Kugler, Marcelo Garcia e Sofia Moutinho; **Estagiários** | Gabriel Toscano, Isabelle Carvalho, Isadora Vilardo e Lucas Lucariny; **Colaborou neste número** | Camille Dornelles; **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@ampersandesign.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@ufrj.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. Fabrício Vampré, 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 Araújo

**RECURSOS HUMANOS** | Luiz Tito de Santana

**EXPEDIÇÃO** | Gerente | Adalgisa Bahri

**IMPRESSÃO** | EDIGRAFICA

**DISTRIBUIÇÃO** | FC Comercial e Distribuidora S/A

**CIÊNCIA HOJE** | Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ Tel.: (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.



**APOIO:**



# ESPORTE: QUAL É O LIMITE?

Tênis mais leves, maiôs aderentes, pisos emborrachados, próteses especiais. Volumosos recursos são investidos cotidianamente para melhorar o desempenho de atletas e superar marcas até o momento intranponíveis. Mas qual é o limite para a intervenção da ciência e da tecnologia nas competições esportivas? Que vantagens são obtidas quando se introduz um novo material ou se emprega uma substância promissora? Que prejuízos decorrem das exigências impostas a competidores profissionais?

Essas são apenas algumas das questões que aparecem quando o assunto são Jogos Olímpicos e demais campeonatos internacionais de esporte. Em nome de uma boa performance e conquistas rentáveis, governos e indústrias movimentam grandes somas de dinheiro. As últimas três décadas assistiram ao nascimento de um mercado olímpico multibilionário, que se aproveita de áreas como bioquímica, biomecânica, eletrônica e engenharia para alavancar seus lucros.

Prestes a sediar a Copa do Mundo e as Olimpíadas, vale perguntar como o Brasil está se preparando para encarar esses desafios e de que forma o país poderá contribuir para assimilar os avanços tecnológicos nas competições sem afetar o espírito esportivo.

*A redação*



CAPA: REUTERS/STEFANO RELLANDINI

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

<b>CH ON-LINE</b>	<b>3</b>	
<b>O LEITOR PERGUNTA</b>	<b>4</b>	É verdade que comer banana alivia câimbras?   O que é <i>bitcoin</i> ?   Como é calculado o peso de um dinossauro em vida se seus fósseis não preservam todas as estruturas corporais?
<b>ENTREVISTA</b>	<b>6</b>	CLÁUDIO PINHEIRO   DESCOLONIZAÇÃO DO PENSAMENTO   Antropólogo propõe respostas à dominação cultural no mundo contemporâneo
<b>EXATAMENTE</b>	<b>9</b>	O SACI E A FÍSICA DA INVISIBILIDADE   Físicos avançam no esforço para tornar objetos invisíveis
<b>MUNDO DE CIÊNCIA</b>	<b>10</b>	
<b>A PROPÓSITO</b>	<b>15</b>	NO FIM, TODOS GANHAM   Negligência mundial com certas doenças ajuda a perpetuar distorções

<b>FUGIR OU LUTAR?</b>	<b>16</b>	Plantas das chamadas matas secas adotam diferentes estratégias para evitar ataque de insetos herbívoros Por Jhonathan de Oliveira Silva, Mário M. do Espírito Santo, Karla Nunes Oliveira e Frederico de Siqueira Neves
<b>NO LIMITE</b>	<b>20</b>	Esporte de alto desempenho busca ciência e tecnologia para obter resultados e gera mercado multibilionário Por Marcelo Garcia
<b>DESVENDANDO A VISÃO</b>	<b>26</b>	As pesquisas sobre os olhos revelam variadas formas de ver o mundo e trazem esperanças contra a cegueira Por Thiago G. dos Santos Martins, Ana L. F. de Azevedo Costa, Elisabeth Nogueira Martins, Ricardo Vieira Martins e Otaviano Helene
<b>ESTÍMULOS, ENVELHECIMENTO E MEMÓRIA</b>	<b>32</b>	Estudo com camundongos mostra que ambiente de vida afeta a formação do cérebro, o aprendizado e a memória Por Daniel Guerreiro Diniz, Graziella de Assis Malerba, Eduardo A. Duarte Cavalcante e Cristovam W. Picanço Diniz



20



26

<b>LINHA DO TEMPO</b>	<b>37</b>	A NOITE DE VARENNES   Monarquia na França não resistiu a tentativa de fuga do rei Luís XVI
<b>EM DIA</b>	<b>38</b>	MUITAS INCERTEZAS   Brasileiras terão vacina contra HPV, mas iniciativa ainda provoca polêmica
	<b>41</b>	MAIS PRÉDIOS, MAIS RAIOS   Relação entre descargas atmosféricas e urbanização é comprovada em Manaus
	<b>42</b>	MAIOR RAPIDEZ E QUALIDADE   Uso de óxido nítrico e erva-mate favorece regeneração de tecidos
	<b>43</b>	BRILHO ÚNICO   Estudo revela origem da cor do capim-dourado e pode levar a novos usos da planta
<b>PERFIL</b>	<b>44</b>	SÉRGIO HENRIQUE FERREIRA E MARIA CLOTILDE R. FERREIRA   OPOSTOS E COMPLEMENTARES   Em áreas diferentes, a mesma dedicação à ciência
<b>ENSAIO</b>	<b>52</b>	A REVOLUÇÃO DA EVOLUÇÃO   Darwin trabalhou por décadas para fundamentar e lançar suas ideias
<b>MEMÓRIA</b>	<b>54</b>	A FAVOR DE DARWIN   Livro de Fritz Müller que reforçou teoria da evolução faz 150 anos
<b>CIDADE INTEIRA</b>	<b>56</b>	EM SE PLANTANDO, DÁ   Brasil repete erros antigos na estratégia oficial de urbanização
<b>RESENHA</b>	<b>57</b>	AMPLO LEQUE PARA TODO PÚBLICO   Resenha do livro <i>Nanomundo – Um universo de descobertas e possibilidades</i> , de José Eduardo Carvalho
<b>CARTAS</b>	<b>58</b>	
<b>QUAL O PROBLEMA</b>	<b>59</b>	PROBLEMAS DE BASE   Sistemas numéricos podem variar conforme a conveniência
<b>SOBREHUMANOS</b>	<b>60</b>	FREUD E A GUERRA DE 1914   Para fundador da psicanálise, conflito rompeu processo civilizatório



**MEDICINA > Compartilhando diferenças**  
Projeto Varioma Humano pretende coletar e distribuir livremente entre cientistas informações sobre todas as alterações genéticas associadas à saúde humana. *CH On-line* conversa com o geneticista John Burn, um dos líderes da iniciativa.

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



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

**CIÊNCIAS AMBIENTAIS >** Amazônia em pauta  
Balanço de carbono da maior floresta equatorial da Terra depende do regime de chuvas, segundo artigo da *Nature*. Na mesma edição, novas interpretações sobre imagens de satélite explicam 'verdeamento' da mata em época seca.

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

**PALEONTOLOGIA >** Qual a cor do réptil marinho?

Com auxílio de técnicas sofisticadas, pesquisadores determinaram a cor predominante de três espécies de répteis marinhos fósseis. Esse trabalho, tema da coluna de Alexander Kellner, abre perspectivas para definir cores de organismos extintos.



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

**NUTRIÇÃO >** Repórteres sob análise

Jornalistas da *Ciência Hoje* participam de estudo clínico que visa comparar a saúde vascular de vegetarianos, veganos e onívoros. A pesquisa está aberta a mais voluntários.

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

**EDUCAÇÃO >** Antídoto contra pseudociências

Educadora recorre a sugestões de Carl Sagan para propor o ensino de ciências como método de raciocínio crítico. Desconfiar de ideias facilmente vendáveis é ferramenta básica de auxílio a professores.



e muito mais >>>

Acompanhe a *CH On-line* também no

[facebook](#)

[twitter](#)

[YouTube](#)

[tumblr](#)

[del.icio.us](#)

NEUZA BORGES DA SILVA, RIO BONITO/RJ

## É verdade que comer banana alivia câimbras?

Sim, a ingestão de banana pode ajudar, mas não é o único tratamento. As câimbras são contrações súbitas e involuntárias que ainda permanecem incógnitas para a ciência. Algumas situações que podem ocasionar as câimbras já são conhecidas, como a atividade exagerada de neurônios que comandam os músculos, a perda intensa de água e sais minerais (sódio, potássio e cálcio) pela sudorese exagerada, a repetição de movimentos, o acúmulo de ácido lático no músculo gerado pela glicólise (quebra da glicose para obter energia em exercícios físicos) e algumas condições clínicas como, por exemplo, a hipocalcemia (baixo nível de cálcio) ou a hipopotassemia (baixo nível de potássio). No entanto, a hipótese mais provável é que, em cada indivíduo, esses fatores se associem em uma circunstância fisiológica específica para gerar a contração.

A falta de consenso sobre o assunto impulsionou o imaginário popular e muitos tratamentos foram sendo indicados sem embasamento científico. Mas, mesmo sem uma determinação exata da causa, pode-se agir sobre alguns dos fatores que conhecemos para evitar ou reverter o problema. Por exemplo, parar o movimento muscular e respirar fundo realizando uma massagem no local afetado ajuda a oxigenar a área e pode interromper a câimbra se ela tiver sido ocasionada pela concentração de ácido lático ou baixa oxigenação. A baixa oxigenação pode ser causada pela falta de ferro; então, uma alimentação rica nessa substância, bem como em vitamina C e ácido fólico, também é recomendada para evitar câimbras.

A deficiência de potássio pode ser outra causa das contrações. Logo, comer banana, que é rica nesse nutriente, pode colaborar para prevenir a câimbra. Mas, dependendo do caso, pode não surtir efeito algum, já que a câimbra pode ser uma deficiência de outros nutrientes ou estar relacionada com qualquer outro fator, entre os já citados. Além disso, para suprir a necessidade diária de potássio ingerindo somente bananas, teríamos que comer cerca de 10 unidades. Outros alimentos que também têm alto teor de potássio, como molho de tomate, peixes, abacate e mamão, podem ser incluídos na dieta junto com a banana.

*Luciana Gonçalves Wanderley*  
NUTRICIONISTA DA PETROBRAS

FERNANDA BARUCKE, POR CORREIO ELETRÔNICO

## O que é *bitcoin*?

*Bitcoin* é uma moeda que existe apenas sob forma digital. Não existe qualquer controle centralizado sobre essa moeda, ao contrário do dinheiro físico, controlado pelo banco central de cada país. As transações feitas com *bitcoins* são monitoradas por uma rede em que seus usuários realizam o controle, de forma compartilhada (esse tipo de rede é denominada *peer-to-peer*, ou P2P).

A ideia das *bitcoins* surgiu em 2009. Elas são protegidas por criptografia, ou seja, somente o dono de uma moeda conhece a senha para usá-la, o que torna praticamente impossíveis os roubos. Como *bitcoins* só existem sob forma digital, seria fácil fazer cópias das moedas e gastá-las duas ou mais vezes. Para impedir isso, cada compra ou venda feita com elas deve ser informada à rede *peer-to-peer*, mantendo um histórico para cada moeda e o controle das transações.

Para usar essas moedas, é preciso ter uma carteira eletrônica, que pode ser obtida da internet (por exemplo, em <http://bitcoin.org/en/choose-your-wallet>). O dono de uma *bitcoin* não é identificado por seu nome, mas por um endereço eletrônico, composto por uma série de letras e números. Esse sistema mantém o anonimato dos proprietários, mas também facilita a lavagem de dinheiro e o mercado negro.

Também é possível fazer parte da rede que controla o sistema, instalando um programa de 'mineração' (*bitcoin mining*), também obtido na internet (por exemplo, em <http://www.bitcoinmining.com/bitcoin-mining-software/>). Os 'mineradores' controlam as transações, por meio de um código criptográfico que valida cada uma delas. O programa minerador que determina esse código é recompensado com *bitcoins*, e essa é a única forma de criação de novas moedas. A taxa de criação é reduzida à metade a cada quatro anos, para evitar inflação, e deve ser extinta quando 21 milhões de *bitcoins* estiverem em circulação (hoje, estima-se que existam cerca de 12 milhões).

*Bitcoins* não são regulamentadas, e nenhuma empresa é obrigada a aceitá-las — é uma decisão voluntária. Não se sabe, no entanto, se a ideia levará à criação de uma moeda digital mundial ou se especulações e mercados ilegais vão torná-la inviável.

*Raul Fernando Weber*  
INSTITUTO DE INFORMÁTICA,  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

## Como é calculado o peso de um dinossauro em vida se seus fósseis não preservam todas as estruturas corporais?

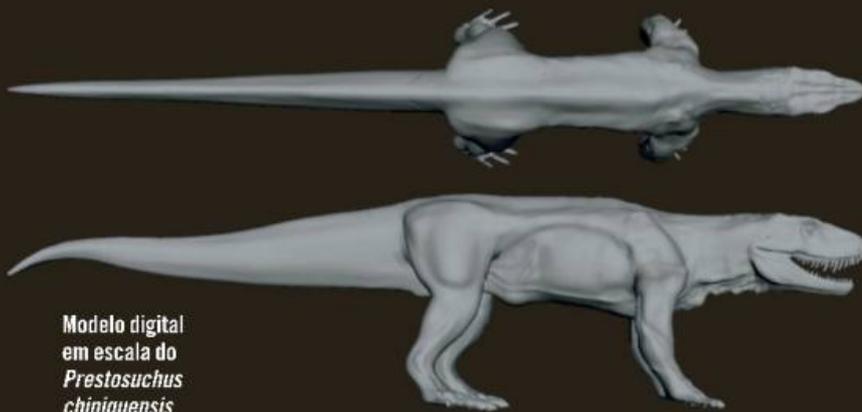
A massa corporal de espécies extintas, mesmo que apenas parcialmente preservadas, pode ser calculada, em geral, de duas formas. A primeira, mais comumente empregada, utiliza um procedimento matemático conhecido como 'regressão linear' e se baseia principalmente em estudos comparativos de espécies atuais. A segunda usa reconstruções de modelos tridimensionais em escala.

Na regressão linear, é obtida uma equação na qual a massa de vários organismos atuais é relacionada diretamente com uma determinada variável corporal, como, por exemplo, a circun-

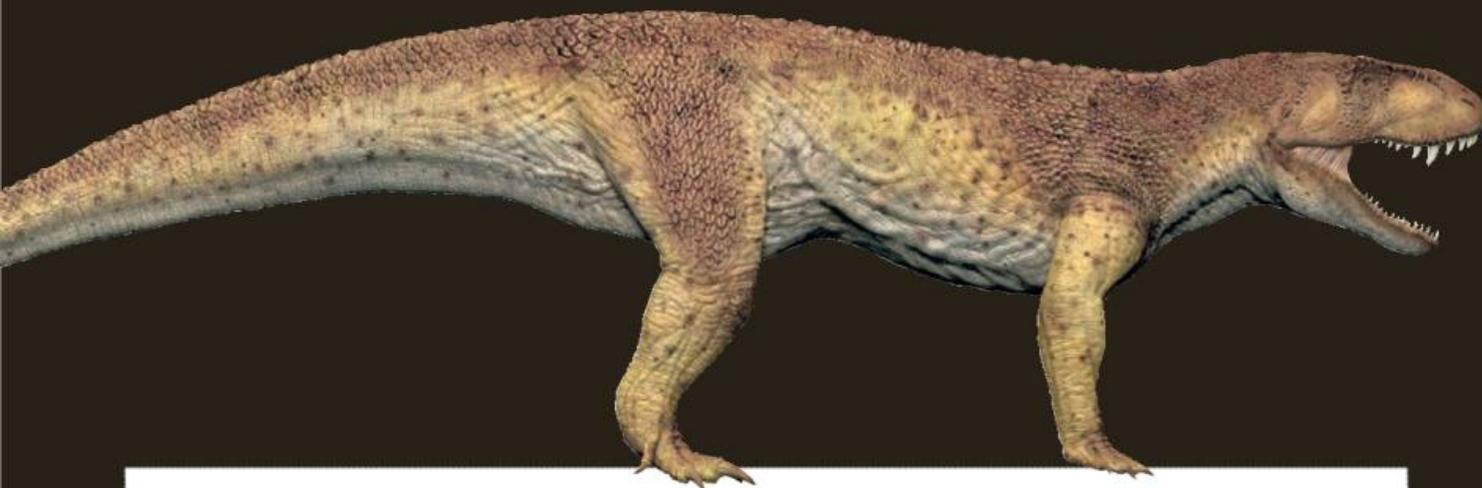
ferência dos ossos. Essa metodologia funciona muito bem quando as espécies extintas são morfologicamente semelhantes às espécies atuais utilizadas para a elaboração da equação.

Quando se trata de dinossauros muito maiores do que qualquer forma terrestre atual, como o saurópodo *Uberabatitan ribeiroi*, ou então de formas sem análogos atuais, como o terópodo *Oxalaia quilombensis*, a metodologia empregada é a dos modelos tridimensionais em escala. Paleontólogos e paleoartistas elaboram reconstruções que mantêm as proporções das medidas entre todas as partes preservadas da espécie em questão.

Essas reconstruções podem ser físicas – verdadeiras esculturas em miniatura – ou digitais, criadas por computação gráfica com base no esqueleto fóssil original, que é digitalizado em três dimensões por tomografia computadorizada ou *scanner a laser*. Com o modelo em escala finalizado, calcula-se o volume do mesmo, que é então multiplicado pelo cubo do fator linear da escala (quantas vezes o modelo é menor do que o esqueleto completo original) e pela densidade média dos vertebrados terrestres atuais (que varia em torno de 0,85 kg/l a 1,1 kg/l). A desvantagem dessa metodologia é que, em geral, são necessários esqueletos completos, ou pelo menos quase completos, de um ou mais indivíduos da mesma espécie, o que não é comum nos achados paleontológicos.



Modelo digital em escala do *Prestosuchus chiniquensis*



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

*Alexandre Liparini*

LABORATÓRIO DE PALEONTOLOGIA,  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA,  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

CLÁUDIO PINHEIRO

DESCOLONIZAÇÃO  
DO PENSAMENTO

Sejamos honestos: nós, brasileiros, tornamo-nos praticantes passivos de alguma espécie de mimetismo pós-colonial. Imitamos padrões europeus e estadunidenses em quase tudo – desde detalhes aparentemente banais, como vestimentas que usamos ou músicas que ouvimos; até estruturas políticas ou intelectuais reproduzidas a partir de matrizes do Norte. E a academia não foge à regra. Os autores que lemos, afinal, são quase sempre os clássicos do Velho Mundo.

Nos ventos do século 21, porém, as periferias geopolíticas pedem um mundo multipolarizado – e, cada vez mais, esse movimento configura a nova realidade global. Ainda perdura, no entanto, a clivagem do cenário internacional em dicotomias datadas que reforçam a segregação do mundo em dois hemisférios simbólicos. Sobre esse instigante tema, *Ciência Hoje* ouviu o historiador e antropólogo Cláudio Pinheiro, diretor da Sephis, agência holandesa dedicada à formação de quadros intelectuais de países do Sul, agora sediada no Fórum de Ciência e Cultura da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Pinheiro denuncia o colonialismo tardio do qual ape-

nas começamos a nos libertar. E, dono de um papo tão pertinente quanto sofisticado, aposta suas fichas nos países austrais como promissores espaços de enunciação política, cultural e intelectual.

HENRIQUE KUGLER | CIÊNCIA HOJE | RJ



MARCIA FANTINATO

**É correto afirmar que no Brasil, como em muitos países em desenvolvimento, ainda somos intelectualmente colonizados?** Essa colonização intelectual e acadêmica que vivemos não é uma conversa nova. Sua denúncia sistemática vem dos anos 1960. Mas, agora, a ideia está sendo desenvolvida com muito mais substância e continuidade. Dois anos atrás, veio ao Brasil uma das grandes intelectuais que debate a ideia de Sul: a antropóloga australiana Raewyn Connell. Sabe o que ela disse? “No evento acadêmico do qual participei aqui, as bancas de livros vendiam o mesmo que eu encontraria em um evento acadêmico na Austrália: Pierre Bourdieu, Jürgen Habermas, enfim, os autores clássicos europeus. Mas eu gostaria de ler, na verdade, autores clássicos brasileiros! E também os africanos, os indianos...”

**Se o debate já tem quatro décadas, por que essa colonização permanece?** As agendas de pensamento estão muito profundamente ancoradas em conjuntos de teorias, temas, categorias de análise e agendas de financiamento à produção científica que se referem a uma experiência histórica particular, que é a do Atlântico Norte – tanto europeia, quanto norte-americana. É nessas experiências que nós, da periferia, acabamos baseando nosso discurso intelectual sociológico, antropológico, político e historiográfico.

Um dos grandes autores a denunciar isso, nos anos 1990, foi o indiano Dipesh Chakrabarty, da Universidade de Chicago. Ele escreveu um livro, em 2000, chamado *Provincializando a Europa* [*Provincializing Europe*, editado pela Princeton University Press, sem tradução para o português]. O argumento básico está no título: a Europa é uma paróquia. Só que essa paróquia se mundializou, a partir de um longo processo histórico associado ao colonialismo. E passamos a acreditar que nela estaria alguma espécie de grande verdade.

Pense em um estudante de ensino médio. O que ele estuda em história? História europeia. Estudos sobre África entraram para o nosso currículo apenas recentemente, em 2003, por uma medida governamental. Certo: o estudante sabe então sobre Europa e África. O que falta? Falta tudo. Conhecemos mais detalhes sobre a queda da Bastilha do que sobre grandes revoluções africanas. Estas passam completamente ao largo de nosso conhecimento. Como estudar história mundial sem estudar a história da África? Como entender o impacto que teve a diáspora de africanos nas Américas e na própria África? Como isso interferiu, por gerações e séculos, na capacidade africana de recuperar sua economia? Nossa própria forma de datação do tempo é marcada pela experiência europeia. Compreendemos o mundo em termos de história antiga, medieval, moderna e contemporânea. E é nesse trem que nos localizamos: o Brasil passa a existir no mundo a partir da história moderna – durante a expansão europeia.

**Com a emergência de novas forças geopolíticas, a exemplo dos BRICs (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul), essas 'categorias de análise' podem ser remodeladas?** Não obstante países como os BRICs sejam mais e mais importantes no cenário político internacional, continuam não sendo donos do próprio arcabouço que define a maneira pela qual se conhece o conhecimento: a forma de datar o tempo, a forma de classificar sociedades, as categorias de compreensão do mundo. Exemplo: se falamos em 'família', um aluno do ensino médio pensa em pai, mãe, avós, tios, filhos, netos. Em muitas sociedades é assim. Mas em muitas outras, não. Para

## QUE AUTORES PENSARAM AS SOCIEDADES QUE HOJE SÃO PERIFÉRICAS? É UM DESAFIO CONTEMPORÂNEO INCLUIR OUTROS CLÁSSICOS NO ENSINO E NO DEBATE

povos nativos brasileiros ou sociedades asiáticas, por exemplo, a noção de família engloba relações mais amplas, que podem incluir até animais.

O conceito ocidental baseado na experiência europeia não dá conta de toda a realidade. Acontece que os demais modelos são invisibilizados por outros que nos fazem compreender o mundo de forma engessada. Isso vale não só para a ideia de família como também de Estado, política, democracia. Para alguns autores, não é o dinheiro que faz uma sociedade ser classificada como "periférica". Mas sim o não domínio sobre as categorias que organizam o pensamento, a política e a sociedade.

### Essa imitação subalterna é muito perceptível na academia...

Quase todo aluno de graduação no Brasil (desde enfermagem a agronomia, passando pela engenharia) estuda ciências sociais como disciplina obrigatória. Em muitos casos isso envolve a leitura dos 'clássicos': Karl Marx [1818-1883], Max Weber [1864-1920], Émile Durkheim [1858-1917]. Eles são interessantíssimos, não há dúvida. Mas parece uma igreja com seus santos principais. Cadê os santos da periferia? Que autores pensaram as sociedades que hoje são periféricas? É um desafio contemporâneo incluir outros clássicos no ensino e no debate. Muito se perde diante do fato de que as estruturas para conhecer o 'outro' estão marcadas pela experiência de uma província, de uma paróquia específica, que é a Europa. É preciso universalizar o vocabulário de categorias de análise de modo que o mundo seja mais polifônico.

**Meia dúzia de editoras sediadas no hemisfério Norte concentra a imensa maioria dos periódicos científicos considerados importantes no mundo. Qual o impacto disso?** Essa concentração acontece em praticamente todas as áreas do conhecimento: medicina, astronomia, ciências sociais. Os padrões pelos quais se mede a relevância dessas publicações são definidos por esse contexto que estávamos discutindo. Os grandes índices que medem produção de conhecimento continuam marcados por estruturas que reforçam essa clivagem Norte-Sul, ou centro-periferia. Isso renova a marginalidade da periferia; e reforça a centralidade do centro. Emerge aí

>>>

uma questão: como qualificar a circulação de conhecimento fora da estrutura majoritariamente centralizadora que está na Europa e nos Estados Unidos? É um desafio importante. Envolve a sensibilidade das agências de fomento à pesquisa em acompanhar esses desdobramentos políticos. Envolve as agendas de divulgação científica também.

**Nesse movimento, quão avançada está a academia brasileira?** Mudando, mas ainda muito timidamente. Entre os 20 países com os quais o Brasil mais desenvolve cooperação internacional, nenhum é do Sul. Nenhum! Curioso: em nossa agenda política internacional, a tendência é realmente valorizarmos diálogos e iniciativas Sul-Sul. No entanto, a capilaridade dessas decisões nas instâncias operacionais é bem menor. Vejamos o exemplo do programa ‘Ciência sem fronteiras’: os intercâmbios se concentram quase exclusivamente em países do Atlântico Norte, isto é, Europa e Estados Unidos. Detalhe: as ciências humanas estão fora do programa, mas essa é outra discussão. A ciência é, majoritariamente, reconhecida a partir de padrões do Norte. Pesquisa-se; publica-se. Sim. Mas seriam bem-vindas alternativas ao mecanismo achapante de publicações como forma de indexar trajetórias intelectuais. Cientistas e intelectuais realizam outras iniciativas. Eles são agentes políticos – e o impacto disso para nossa sociedade é, certamente, muito relevante, ainda que difícil de ser quantificado.

**Na construção de um mundo multipolarizado, há algum exemplo bem-sucedido de valorização desse “diálogo mais polifônico”?** O Brasil é signatário da ASPA [Cúpula América do Sul-Países Árabes], que é um mecanismo de cooperação inter-regional. O acordo desenvolve agendas comerciais e também culturais. Por exemplo, os países árabes traduzem localmente clássicos de literatura brasileira (já há Guimarães Rosa em árabe; Machado de Assis também). Isso faz parte da tentativa de enquadrar outras conformações políticas nesse mundo multipolar. Os BRICs são a bola da vez, mas há outros arranjos também, como a ASEAN [Associação de Países do Sudeste Asiático].

**Esforços louváveis, mas, na prática, as regras do jogo se mantêm: nações periféricas, ainda que sob acrônimos amistosos ou parcerias diplomáticas, continuam sendo concorrentes comerciais no mercado internacional. Isso não pode fazer com que países periféricos mais pujantes, como o Brasil, reproduzam as mesmas lógicas de exploração de que outrora foram vítimas?** Perfeitamente. Não estariam alguns BRICs reproduzindo uma velha gramática com um novo vocabulário? Deveriam sugerir novos modelos de desenvolvimento ou apenas reproduzir os ve-

lhos modelos de exploração? Ponto importante. Muitos dos BRICs têm sido severamente denunciados por trajetórias imperialistas sobre outras periferias. Como o Brasil, por exemplo, se relaciona com seus parceiros comerciais na África?

**Não parece sensato crer que essa relação é de bom-mocismo...** Há coisas muito interessantes acontecendo nesse terreno, que espelham tentativas de ações concretas. A Sephis foi convidada para um encontro anual da CUT [Central Única dos Trabalhadores], recentemente. Os sindicalistas brasileiros vivenciaram, nas décadas de 1970 e 1980, a chegada do neoliberalismo e das multinacionais norte-americanas e europeias, que deterioraram as relações trabalhistas no continente. E, segundo eles, estamos agora vendo a entrada desse mesmo capitalismo, renovado, na África – só que desta vez protagonizado, também, por empresas brasileiras! Para eles, a história está se repetindo. O mal-estar está na ironia de que empresas brasileiras estão tendo esse tipo de prática.

**Acerca disso, o antropólogo Gustavo Ribeiro costuma dizer que “o capitalismo continua sendo uma máquina de produção de desigualdades”.** É uma estrutura exploratória. Aí está um dos grandes desafios dos BRICs: como pensar outros modelos de desenvolvimento? É o debate da hora. Desigualdade é um assunto pujante – notoriamente nos países do Sul, mas também nos do Norte. O próprio presidente dos Estados Unidos, Barack Obama, vem sinalizando o crescimento da desigualdade no mundo desenvolvido.

**O senhor dirige a Sephis, que pela primeira vez mudou sua sede de Amsterdam para outra cidade – no caso, o Rio de Janeiro (RJ). Por que exatamente os holandeses estão tão engajados nesse debate acerca da relevância do Sul?** A Holanda tem larga tradição em se interessar por temas da periferia. Isso tem a ver com sua posição de país ex-colonizador – teve colônias na Ásia, na América. E também com uma sensibilidade importante para a promoção da igualdade em agendas do desenvolvimento. É uma reflexão sobre a condição pós-colonial. O próprio conceito de ‘Sul’ teve origem no debate intelectual e político holandês dos anos 1960 e 1970. E a Sephis foi fundada com o compromisso de pensar agendas criativas de desenvolvimento a partir do Sul. Na prática, a agência financia pesquisas, eventos, fóruns de debate político-intelectual, circulação de intelectuais e, especialmente, a formação de quadros intelectuais e políticos do Sul. Ela reconhece que os países do Sul têm uma base material de produção de conhecimento mais depauperada, e tenta colaborar na minimização desse tipo de circunstância. ■



FOTO: DICERO RODRIGUES

É quase certo que, em um futuro próximo, os metamateriais tornarão realidade o sonho de brincar de Saci

## O SACI E A FÍSICA DA INVISIBILIDADE

Toda uma geração de brasileiros – entre os quais me incluo – passou a infância ouvindo as histórias de Pedrinho e Narizinho, as maldades da Cuca e as intervenções precisas do Saci, cuja característica mais marcante era a de se tornar invisível por meio de seu gorro vermelho.

Além de salvar Narizinho dos apuros, a invisibilidade do saci servia também para fazer cócegas nos outros e praticar todo tipo de diabruras. Esse poder era (e continua sendo) o sonho de muitas crianças.

O desejo da invisibilidade tem longa história: o filósofo grego Platão (427-347 a.C.) contava que um pastor, Giges, havia descoberto um anel que o tornava invisível. Giges, então, assassina o rei, se relaciona com a rainha, se torna governante do país e gera uma longa linhagem de reis. Mais recentemente, no cinema, Harry Potter consegue se safar de situações complicadas com uma capa de invisibilidade (ver ‘Manto da invisibilidade: mais próximo da realidade’, em *CH* 260, e ‘Sob o manto da invisibilidade’, em *CH* 286).

Mas as leis da física permitem que alguém ou algo se tornem invisíveis?

Sim! Embora a tecnologia não esteja ainda madura.

Invisibilidade é um dos tópicos de física aplicada mais interessantes da atualidade. É, nesse tema, há dois protagonistas: os metamateriais e a capacidade de manipulação da luz (ondas eletromagnéticas).

Mas, antes de falar deles, devemos lembrar que o ato de ver significa decodificar a luz (ondas eletromagnéticas) que chega aos nossos olhos. E, por vezes, essa decodificação engana nossos cérebros, por meio das ilusões de óptica. Uma bem corriqueira: a colher mergulhada em um copo com água parece ‘quebrada’.

Esse fenômeno ocorre por causa de uma mudança que a velocidade da luz sofre ao passar do ar para a água e vice-versa. O quanto a colher parece ‘torta’ tem a ver com duas propriedades eletromagnéticas (constante

dielétrica e permeabilidade magnética) da água e do ar.

Nos materiais à nossa volta, os valores dessas duas grandezas são positivos e próximos a um – quando comparados com os valores delas do vácuo. Tornar um objeto invisível consiste em alterar a propagação da luz em torno dele, de modo que a luz que viria do objeto não incida em nossos olhos (ou em uma câmara fotográfica), o que esconderia a presença do objeto.

Em 1968, o físico ucraniano Victor Veselago imaginou materiais que fariam a luz se comportar de forma peculiar. Seu trabalho foi praticamente ignorado por uns 30 anos, considerado só uma curiosidade matemática. Recentemente, porém, suas ideias se corporificaram nos chamados metamateriais, que podem ser fabricados com valores negativos para aquelas duas grandezas, fazendo a luz não se espalhar e chegar até nós ou a um sensor. Esses novos materiais têm vastas aplicações, como na engenharia elétrica e de comunicações, física dos materiais, optoeletrônica, óptica clássica, nanociência e para uso militar.

Recentemente, o físico Felipe Pinheiro e colegas, do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), publicaram, no periódico *Physical Review Letters*, proposta teórica correlata para tornar um cilindro invisível. Isso ocorreria ao se recobrir o cilindro com uma camada de um metamaterial cujas propriedades poderiam ser controladas por um campo magnético externo aplicado sobre ele. Os raios de luz que incidissem no cilindro não seriam espalhados e, portanto, não chegariam a nossos olhos (ou câmeras fotográficas). Ou seja, o cilindro se tornaria invisível.

O trabalho desse grupo da UFRJ se insere em uma intensa atividade teórica e experimental no mundo atual. E, é quase certo que, em um futuro próximo, os metamateriais tornarão realidade o sonho de brincar de Saci. ■

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

DESTAQUE > ENGENHARIA GENÉTICA > MÉTODO FAZ CÉLULAS ADULTAS TRAUMATIZADAS SE TORNAREM PRIMITIVAS

## Embrionárias estressadas



Células-tronco obtidas a partir de adultas submetidas a estresse geraram um feto completo de camundongo, com o coração batendo

HARUNO OBIKAWA

**D**epois de observar um fenômeno que ocorre com as plantas, pesquisadores submeteram células adultas de camundongos a estresse, trauma e ambientes ácidos e, com isso, as fizeram regredir à fase de células-tronco embrionárias. Obtida com técnica relativamente simples, essa regressão celular foi recebida com entusiasmo, pois abre avenida — bem larga — rumo à chamada medicina personalizada. E, ao mesmo tempo, elimina problemas éticos.

Células-tronco embrionárias (CTEs) têm, em princípio, a capacidade de se transformar em qualquer tecido do organismo. Porém, o problema com essas células é o adjetivo 'embrionárias', pois são extraídas de embriões, que, para isso, podem acabar destruídos. Não é difícil, portanto, imaginar os problemas éticos — principalmente, com grupos religiosos — associados ao uso da técnica.

Assim, buscar um meio de obter células com a capacidade das CTEs sem

destruir embriões tem sido tema constante nas ciências biológicas nos últimos anos. Um dos motivos é que tal capacidade de formar qualquer tecido, denominada pluripotência, faz com que esse tipo de célula tenha um cabedal amplo de aplicações — muitas delas, vale ressaltar, ainda só no plano da futurologia. Podemos citar dois exemplos interessantes: tecidos podem ser criados a partir das CTEs em laboratórios, e órgãos doentes podem ser restaurados.

### ENGENHARIA BIOMÉDICA

## Advinhe o que é isso na sua mão?

Para Dennis Sørensen, a experiência foi sensacional. Esse dinamarquês é o primeiro humano amputado a ter a sensação de tato em tempo real. E isso graças a uma mão biônica desenvolvida por pesquisadores suíços e italianos.

Sørensen, que perdeu o braço esquerdo há nove anos, teve quatro eletrodos implantados nos nervos da parte superior do membro. Esses fios, por sua vez, chegavam a uma mão biônica (figura). Nos testes com a prótese, o dinamarquês, de 36 anos, foi vendado e usava plugues auditivos (para não escutar). Aí, objetos eram colocados na mão biônica. Segundo ele, foi possível sentir consistência, forma e regular a intensidade da empunhadura.

“Pude sentir se o objeto era macio ou duro, redondo ou quadrado”.

A mão biônica tem dispositivos que coletam informação por meio do toque. Antes de serem enviados ao cérebro, esses dados são trabalhados e melhorados por um computador, para ficarem mais parecidos com as correntes elétricas que o cérebro está acostumado a interpretar.

A mão biônica é obra da equipe de Silvestro Micera, da Escola Politécnica de Lausanne (Suíça), e de colegas da Escola Superior Sant'Anna (Itália), ambas parte de uma colaboração científica europeia, a *Lifehand 2*. A mão e os resultados dos testes estão em *Science Translational Medicine* (05/02/14).

Os eletrodos foram retirados do braço de Sørensen, porque o protocolo clínico exigia isso. Mas os pesquisadores acreditam que eles poderiam ficar lá por anos, sem causar danos aos nervos do portador.

Sørensen perdeu a mão esquerda ao lidar com fogos de artifícios e, desde então, tem usado uma prótese que permite a ele abrir e fechar a mão e segurar objetos — mas sem os sentir.

Uma versão comercial da mão biônica ainda levará anos. E isso só ocorrerá caso a tecnologia consiga vencer os problemas que recheiam o caminho da bancada do laboratório até a linha de produção da indústria.

Mas usar células de um embrião para desenvolver um tecido e depois enxertá-lo em um adulto leva a outro problema: rejeição, pois o material genético do primeiro difere daquele do segundo, e o organismo pode vê-lo como invasor e atacá-lo. Esse problema foi, de certo modo resolvido, em 2006, quando foram descobertas as chamadas células-tronco embrionárias induzidas (ou células-tronco pluripotentes induzidas ou CTPi), criadas a partir de células adultas, que, reprogramadas – intervindo em seu material genético, com a introdução de novos genes –, voltavam à condição primitiva de células-tronco embrionárias.

Sem dúvida, um avanço e tanto, pois embriões não eram mais destruídos. Mas o método é trabalhoso, e o rendimento dessa manipulação genética é de apenas 1%.

**EXEMPLO DAS PLANTAS** Sabe-se, há muito, que fatores ambientais podem reprogramar células de plantas. Um exemplo disso ocorre quando, ao sofrerem trauma mecânico, células dão origem a um calo, do qual nasce uma nova planta. A equipe de Haruko Obokata, do Centro para Biologia do Desenvolvimento, em Kobe (Japão), em conjunto com a de Charles Vacanti, do Brigham and Women's Hospital, em Bos-

ton (EUA), imaginou se células de mamíferos, também sob estresse, sofreriam essa regressão.

Para isso, coletaram células de camundongos e as submetem a basicamente três fatores ambientais estressantes: trauma, baixos níveis de oxigênio e alta acidez. Dias depois, parte das células adultas havia retornado à condição de células-tronco embrionárias, confirmada por experimentos adicionais. Essas células chegaram a gerar um feto completo com batidas cardíacas.

Essa técnica de obtenção de CTEs foi batizada pelas duas equipes com a sigla STAP (em inglês, aquisição de pluripotência disparada por estímulos). Esses resultados estão em *Nature* (30/01/14).

**MAIS SIMPLES E EFICIENTE** Aspecto importante aqui é que as CTEs obtidas por meio da STAP foram capazes de formar até o tecido placentário, algo que as CTPis não conseguem – elas só formam tecido embrionário. Isso, segundo os autores, mostrou que a técnica gera CTEs ainda mais primitivas que as CTPis.

A STAP teve rendimento superior àquele com que se obtêm as CTEs. Cerca de 20% das células adultas submetidas a estresse sobreviveram, e de um terço a um

quinto destas adquiriram a pluripotência. Ou seja, não só mais simples e rápida, mas também mais eficiente.

Qual o mecanismo pelo qual células maduras, submetidas a estímulos, se reprogramam para voltar à condição de embrionárias? Não se sabe.

É muito provável que, a essa altura, vários laboratórios do mundo já estejam tentando estressar células adultas humanas para verificar se é possível obter CTEs. Se sim, será outro passo importante para tentar pôr em prática as aplicações com propósitos terapêuticos e para a área de medicina personalizada.

Talvez, um dia, células extraídas, por exemplo, da pele ou sangue de um paciente e submetidas a estresse ambiental possam ser revertidas a embrionárias e, posteriormente, em uma cultura apropriada, transformadas em um tecido que curará um órgão doente. Sem rejeição. Sem questões éticas.

Em cima da hora: *Nature* (17/02/14) relata que os resultados de Obokata estão sob suspeição. Motivos: imagem duplicada e falhas em reproduzir os resultados. A pesquisadora não se manifestou.

**MAIS EM:** [www.cienciahoje.org.br](http://www.cienciahoje.org.br)

**MAIS EM:** [www.cienciahoje.org.br](http://www.cienciahoje.org.br)

O dinamarquês Sørensen, vendado, tenta adivinhar o que sua mão biônica está segurando



FOTO: LIFEWAZ/PATRICIA TOCCI

SINTONIA FINA

“Se vi mais longe...”

“... foi porque me apoiei nos ombros de gigantes”. Essa frase notável foi escrita pelo físico e matemático inglês Isaac Newton (1642-1727), em 5 de fevereiro de 1676, em carta para seu colega (e futuro rival) Robert Hooke (1635-1703), também físico e matemático. Com isso, Newton, que não era dado a momentos de humildade intelectual, como mostra a biografia definitiva dele, *Never at rest*, de Richard Westfall (1924-1996), queria não só justificar sua impressionante obra – que inclui uma teoria da gravitação, das cores e o cálculo integral e diferencial –, mas também fazer justiça aos mestres do passado. Hoje, se a humanidade vê mais longe, é porque está apoiada em uma das máquinas mais fabulosas da história: o magnífico telescópio Hubble, que acaba de tornar pública a imagem mais profunda do universo.



A mais profunda imagem do universo

Buracos negros existem. Ou não?

Se há alguém no planeta cujo nome é facilmente associado a buracos negros, essa pessoa é Stephen Hawking, da Universidade de Cambridge (Reino Unido). Isso se deve, em parte, a resultados que Hawking obteve na década de 1970. Neles, mostrou que radiação pode, sim, escapar de um buraco negro, levando esses corpos lentamente à total evaporação. Essa é a chamada radiação... claro, Hawking. Enfim, esse físico britânico – hoje, preso a uma cadeira de rodas –, autor do campeão de vendas *Uma breve história do tempo*, que muita gente leu, mas pouca entendeu, é o que mais se assemelha a um ídolo *pop* na ciência.

Mas, agora, Hawking alega, para a surpresa de muitos e infelicidade geral de parte da nação mundial de físicos, que buracos negros... não existem – pelo menos, não no sentido em que são entendidos hoje. Sim, o criador quer destruir sua criatura. E o artigo em que ele chega a essa conclusão – depositado em um banco de dados (arxiv.org/abs/1401.5761)

e ainda sem revisão de pares – tem quatro páginas. Sem equações. Sem contas. Só palavras e ideias.

Contextualizando o porquê da polêmica.

Buracos negros são estruturas no espaço com gravidade altíssima. Em torno delas, há uma região imaginária, denominada horizonte de eventos, da qual luz e matéria, uma vez ultrapassada essa fronteira, não conseguem mais escapar. Buracos negros, portanto, funcionam como ‘aspiradores’ cósmicos.

Publicada em 1916, pelo físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955), a teoria da relatividade geral – que é, na verdade, uma teoria da gravitação – diz que o horizonte de eventos é uma região igual às outras do espaço. Assim, se uma pessoa descuidada ultrapassasse esse limite, ela nem notaria inicialmente. Essa queda livre rumo ao buraco negro só seria percebida mais tarde, quando o puxão da gravidade fosse mais forte, digamos, nas pernas do que na

cabeça do tal viajante, que, sim, acabaria morrendo.

Até aí é o que se vem pensando nos últimos 30 anos.

Mas, recentemente, a equipe do físico teórico Joseph Polchinski, da Universidade da Califórnia, em Santa Bárbara (EUA), chegou à seguinte conclusão: com base na mecânica quântica (teoria sobre fenômenos atômicos e subatômicos), o horizonte de eventos estaria longe de ser tranquilo. Na verdade, seria uma região altamente energética, apelidada ‘muro de fogo’ (*firewall*). Essa energia viria da informação que, acreditasse, estaria vazando do buraco negro.

Como resolver esse dilema? Tranquilo como o céu ou quente como o inferno? Relatividade geral ou mecânica quântica?

Aí, entra Hawking, que critica a ideia de ‘muros de fogo’. E sua nova teoria é uma proposta para pôr abaixo essa construção teórica.

Para preservar esses dois pilares da física atual, Hawking resolveu

Na imagem – a primeira de uma série –, vê-se, à frente, o aglomerado Abell 2744 (ou de Pandora) e suas centenas de galáxias – como eram há 3,5 bilhões de anos. Um especialista diria que, até aí, não há novidade, pois esse aglomerado já foi exaustivamente estudado. Mas o ‘truque’ aqui foi usar Abell 2744 como um tipo de lente – a chamada lente gravitacional –, para aumentar as luminosidades e os tamanhos de cerca de 3 mil galáxias muito jovens, ao fundo. Na imagem, essas galáxias têm cerca de 1,5 bilhão de anos, e sua luz é cerca de 10 a 20 vezes mais fraca que a de qualquer outra galáxia até hoje observada. Abell 2744, que fica na constelação de Escultor, serve, no caso, como uma máquina do tempo que nos permite ver o universo em sua infância.

Essa é a primeira imagem do programa Campos de Fronteira (*The Frontier Fields*), recém-lançado no encontro da Sociedade Astronômica Norte-americana, ocorrido em Washington. O conjunto dessas imagens aju-

dará a mapear de forma precisa a chamada matéria escura, que responde por 25% da massa do universo. Assim, será possível observar como essa ainda misteriosa forma de matéria distorce a luz de galáxias distantes.

Participam da colaboração o Telescópio Espacial Spitzer e o Observatório de Raios X Chandra, todos da Nasa (agência espacial dos EUA). Cada um desses experimentos colherá imagens em uma frequência de luz: o Hubble, na luz visível; o Chandra, em raios X; o Spitzer, no infravermelho (calor). Espera-se que essas imagens ajudem a construir um cenário muito mais detalhado da evolução das galáxias e de seus buracos negros (ver ‘Buracos negros existem. Ou não?’, abaixo).

Na imagem desta nota, as galáxias azuis são as que estão formando estrelas, vistas como eram há 8 bilhões de anos; e as vermelhas, maiores, são galáxias nas bordas de Abell. Aquelas mais luminosas têm massas cerca de 100 vezes maior que a da Via Láctea, onde fica o Sistema Solar.

abrir mão do horizonte de eventos e voltar com uma ideia antiga: o horizonte aparente, local onde a gravidade é forte, mas não é um ‘ponto de não retorno’ para a luz e matéria. Para ele, essa região, sob certas condições, poderia desaparecer.

Ou seja, Hawking retirou a ‘alma’ dos buracos negros e a trocou por algo efêmero. Assim, em princípio e condições extremas, toda a luz e matéria poderiam escapar de um buraco negro. “A ausência do horizonte de eventos significa que buracos negros não existem”, resumiu.

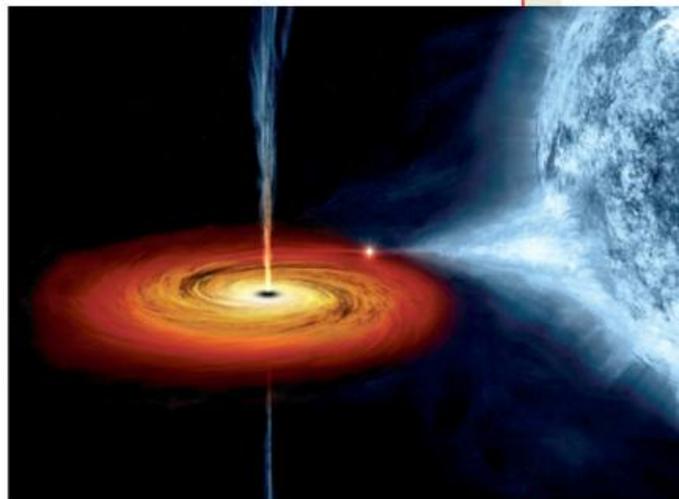
Segundo a nova teoria, poderia nem mesmo haver a chamada singularidade, ‘caroço’ central para onde migra toda a informação (na forma de matéria e luz) que adentra o buraco negro e que estaria perdida para sempre, caso o buraco negro evaporasse. Sem a singularidade, essa informação só ficaria temporariamente armazenada no horizonte aparente. E, se esse desaparecer, diminuindo por causa do puxão gravitacional, essa informação seria... liberada.

Sim, soa como heresia: as coisas escapariam do objeto que ganhou o

apelido de ralo cósmico – por sinal, a ideia do ‘muro de fogo’ é uma tentativa de dizer que a informação engolida por um buraco negro não está perdida para sempre e, com isso, seguir uma imposição da mecânica quântica, segundo a qual a informação nunca se perde.

Mas Hawking diz que essa informação fugitiva não serviria para reconstituir, com precisão, o objeto que nele caiu. E, assim, a seu modo, também estaria perdida, como aquela que se esvai com a evaporação do buraco negro. Por causa dessa imprecisão, Hawking deu o título a seu artigo de ‘Preservação da informação e previsão do tempo para buracos negros’ – a segunda parte do título tem a ver com o fato de ser muito difícil prever com precisão o clima.

Especialistas estão (muito) divididos. E a maioria parece – ao menos os ouvidos pela mídia e por esta seção – achar que Hawking está equivocado. A polêmica está só começando, e espera-se uma enxurrada de artigos – arrisca-se dizer, contra as



ideias de Hawking. Mas, como disse um entrevistado no serviço noticioso *Nature News*, a parte boa da celeuma é que 40 anos após os artigos semanais de Hawking sobre buracos negros ainda haja tanto a se discutir sobre o assunto. E isso, claro, é bom.

A coluna ‘Exatamente’ da *CH308*, com o título ‘Paradoxo da ‘desinformação’ em buracos negros’, do físico George Matsas, adiantou premonitivamente essa discussão aqui na revista. Vale a releitura.



## Gêmeos alterados e promissores

Ningning e Mingning, saudáveis aos 2,5 meses, guardam uma esperança para portadores de Alzheimer, autismo ou Parkinson. Eles provaram que a CRISPR, técnica que permite alterar com precisão genes específicos, funciona em primatas – para levedura, camundongos e ratos isso já havia sido feito. Com ela – que permite passar as alterações para os descendentes –, já se vislumbram modelos animais para estudar as três doenças acima. E muitas outras.

Publicado em *Cell* (30/01/14), o feito é da equipe de Sha Jiahao, da Universidade Médica de Nanquim (China). A CRISPR em primatas, no entanto, é mais complexa que em outros mamíferos – Sha e colegas queriam alterar três genes, mas só conseguiram fazer isso para dois deles.

Para chegar a modelos animais para a pesquisa, problemas terão que ser resolvidos. Um deles: a alteração genética não é igual em todos os tecidos. Mas os especialistas acham que esses e outros obstáculos serão removidos ao se estudar com mais detalhe a técnica.

O primeiro primata modificado geneticamente, ANDi, é de 2000. Mas a técnica empregada não podia inserir com precisão a modificação genética desejada.



FOTO: CECILIO RODRIGUES

As doenças negligenciadas persistem há tanto tempo que já são reconhecidas quase como uma especialidade da medicina – o que é um enorme equívoco

Como se sabe, pesquisadores de qualquer área científica publicam suas ideias e seus resultados em periódicos especializados. Assim, a qualidade e a quantidade das publicações são parâmetros que permitem ranquear os cientistas entre seus pares. Essa medida reflete a estatura intelectual de cada um e, portanto, é levada muito a sério por todos os que se engajam nessa prática.

Se um trabalho é aceito para publicação, o autor atinge píncaros de autorrealização. Uma rejeição, ao contrário, o arrasta para o fundo do poço existencial. Em geral, para decidir publicar ou não um trabalho, os editores desses periódicos recorrem à opinião de outros cientistas sobre a contribuição. Naturalmente, esse julgamento pelos pares é passível de erros e vieses variados. Por isso mesmo, é hoje foco de intenso debate.

Esse é o lado ruim. O lado bom é que esse assunto adquiriu tal importância que, além da realização regular de congressos dedicados a ele, não se esgotam as publicações nas quais argumentos favoráveis e contrários são discutidos. A seção de correspondência da revista científica *Nature* é um desses foros. Assim, quem tem um trabalho rejeitado pode reclamar e obter outra publicação em um periódico de prestígio, ou apresentar sua queixa em algum congresso internacional.

Algo semelhante acontece em outras esferas. Recentemente, por exemplo, o parasitólogo belga Dirk Engels foi escolhido o novo diretor do Departamento de Controle de Doenças Tropicais Negligenciadas (NTD, na sigla em inglês) da Organização Mundial da Saúde (OMS). Ele sucede Lorenzo Savioli, há 23 anos no cargo, ocupado antes por outros diretores. Na verdade, as doenças negligenciadas persistem há tanto tempo que já são reconhecidas quase como uma especialidade da medicina – o que é um enorme equívoco.

Por que negligenciadas? Basicamente, porque não atraem interesse. Em artigo na

*Nature* (v. 505, p. 142, 2014), a jornalista Erika Check Hayden confirma isso e comenta que o desenvolvimento de novos fármacos não é muito democrático. O investimento desproporcional fica patente quando se constata que os males dos ricos, como câncer e doenças cardíacas, concentram os maiores orçamentos de pesquisa e desenvolvimento. É notório que a indústria farmacêutica também prefere investir nas doenças crônicas que afligem a população mais bem-sucedida economicamente.

No caso das doenças tropicais negligenciadas, a solução para a falta de verbas é apelar para os governos de países afligidos por elas, como o Brasil. Há muito tempo, a OMS recomenda que todos os países, inclusive os do Primeiro Mundo, reservem 0,01% do produto interno bruto anual para as doenças tropicais, mas apenas os Estados Unidos cumprem esse acordo. No Brasil e em outras economias emergentes, as prioridades estão alhures. Segundo Hayden, se Brasil, China e Índia (que integram, com a Rússia, o chamado grupo Brics) honrassem esse compromisso, o investimento voltado às doenças tropicais duplicaria, chegando a US\$ 6 bilhões por ano.

No entanto, assim como na questão do julgamento pelos pares, nem tudo está perdido. Enquanto persistir a negligência com as doenças tropicais, haverá justificativas para a existência de instituições como o próprio NTD, o Médicos Sem Fronteiras e tantas outras espalhadas pelo planeta (quase sempre com sede no Primeiro Mundo). E mais bonificações essas doenças podem gerar – por exemplo, publicações! Uma das revistas de maior impacto da série *PLoS* (do inglês *Public Library of Science*) é justamente a *PLoS Neglected Tropical Diseases* (Doenças Tropicais Negligenciadas). Pelo andar da carruagem, as doenças negligenciadas permanecerão como tal ainda por um bom tempo. 

**FRANKLIN RUMJANEK**

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

# FUGIR OU LUTAR?

## Estratégias das plantas contra insetos herbívoros em matas secas

As florestas marcadas pela ausência quase total de folhas durante a estação seca do ano, chamadas de matas secas, compõem um ecossistema incomum e pouco conhecido, no qual plantas e insetos interagem de modo peculiar. A complexa e intrigante evolução das estratégias de combate das plantas – envolvendo luta e fuga – contra a ação dos herbívoros e o importante papel das espécies ‘sempre verdes’ para manter a fauna de insetos durante a estação seca são alguns aspectos importantes abordados em estudos realizados em matas secas brasileiras.

**Jhonathan de Oliveira Silva**

*Departamento de Ecologia,  
Universidade de Brasília*

**Mário Marcos do Espírito Santo**

*Departamento de Biologia Geral,  
Universidade Estadual  
de Montes Claros (MG)*

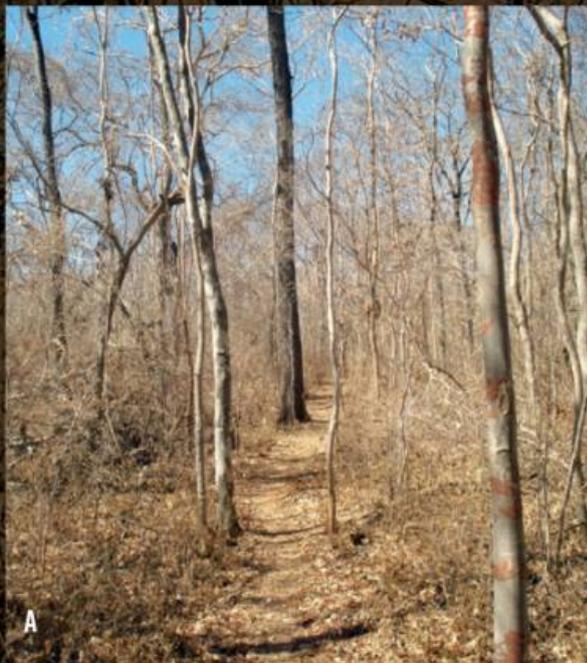
**Karla Nunes Oliveira**

*Departamento de Biologia Geral,  
Universidade Federal de Viçosa (MG)*

**Frederico de Siqueira Neves**

*Departamento de Biologia Geral,  
Universidade Federal de Minas Gerais*

**A**s florestas das áreas temperadas do planeta perdem as folhas nos períodos frios do ano. Em regiões mais quentes, uma estratégia semelhante – a queda de folhas, para evitar a perda de água – ocorre nas chamadas florestas tropicais secas ou matas secas (tecnicamente, florestas estacionais decíduais). Nos climas temperados, o desfolhamento se deve ao congelamento da água no lençol freático, no inverno. Nas matas secas, porém, essa resposta biológica decorre da redução das chuvas no período de estiagem, que diminui a disponibilidade de água para uso das plantas perenes (ver ‘O que são matas secas?’).



A



B

FOTOS DE CLEONSON FERREIRA

## O QUE SÃO MATAS SECAS?

São florestas situadas sobre solos ricos em nutrientes e caracterizadas pela perda de mais de 50% das folhas no período seco (figura 1), que dura em média seis meses (maio a outubro, no Brasil). Embora 42% das florestas tropicais do mundo se enquadrem na definição de floresta tropical seca, esse ecossistema ainda é pouco conhecido, se comparado às florestas temperadas ou tropicais úmidas. No Brasil, as matas secas, distribuídas de maneira descontínua, são encontradas principalmente na região central e no Nordeste, ocupando cerca de 3,02% do território nacional.

Existem matas secas nos domínios do cerrado e da caatinga. Adota-se o termo 'floresta seca calcária' para designar as que ocorrem em solos calcários no cerrado, e 'caatinga arbórea' para aquelas sob influência direta da caatinga. Estas crescem sobre solos planos e ocorrem em especial na margem esquerda do rio São Francisco. Alguns estudos apontam as florestas secas como o ecossistema com maior perda de área do mundo. O alto grau de ameaça e perda de habitat nesse ecossistema e o elevado número de espécies de plantas que só existem ali (espécies endêmicas) evidenciam a necessidade prioritária de sua conservação. Esse tipo de vegetação, porém, ocorre em áreas de transição entre biomas (em que há tensão ecológica) e que são fortemente afetadas por atividades humanas, o que ameaça sua conservação no Brasil (ver 'Mata seca é mata atlântica?', em CH288).

Figura 1. Floresta seca brasileira durante a estação seca (A) e a chuvosa (B) – na primeira, ocorre grande perda de folhas em mais de 90% das plantas

Durante a estiagem, portanto, essa estratégia fenológica (a fenologia é o estudo das relações entre clima e fenômenos biológicos periódicos) minimiza a perda de água pelas superfícies transpirantes das plantas, ou seja, as folhas, órgãos responsáveis pela troca de gases e vapor d'água com a atmosfera. Plantas com a cobertura normal de folhas eliminam nessas trocas cerca de 95% da água absorvida pelas raízes.

Embora apresentem aspecto que alguns consideram 'feio', semelhante a uma floresta morta e sem habitantes aparentes nos períodos secos do ano, as matas secas abrigam uma fauna bastante diversificada, que inclui invertebrados e vertebrados. Entre os primeiros, desta-

cam-se os insetos herbívoros (ou seja, que se alimentam de tecido vegetal), tanto em riqueza de espécies quanto em abundância de indivíduos. Na estação seca, quando as folhas caem, os insetos são encontrados em fase de latência, na qual ficam em dormência, retomando as atividades quando as condições favoráveis retornam, ou em diapausa, ou seja, com seu desenvolvimento suspenso, independentemente das condições ambientais.

Com as primeiras chuvas, a vida parece 'brotar da lama' – uma alusão aos insetos que emergem de ovos ou pupas presentes no solo. Essa estratégia é similar à dos animais que, em florestas temperadas, hibernam nos períodos frios. As folhas voltam a crescer nas plantas, >>>



Figura 3. A abundância de herbívoros mastigadores de folhas, como lagartas de mariposas e borboletas (A), e besouros (B) diminui ao longo da estação chuvosa, enquanto aumenta a de predadores, como aranhas (C)

FOTOS DE JONATHAN SILVA (A), LARISSA FERREIROS (B) E CLAYTON FERREIRA (C)

que retomam seu posto na base da cadeia alimentar (formam o chamado primeiro nível trófico). Além do elevado número de insetos, entre eles herbívoros, uma ampla fauna de predadores, como aves, répteis e mamíferos, colabora para o 'despertar' das atividades na floresta.

Por que enfatizar insetos e plantas? Os insetos – 57% do total de espécies conhecidas – são os animais mais diversos e abundantes nas florestas. Os herbívoros representam quase metade dessa classe. Além disso, a forte pressão seletiva exercida por insetos herbívoros é um fator importante na evolução das plantas – eles consomem em torno de 72% da área foliar produzida por ano. Em ambientes tropicais, é sugerido que a produção, pelas plantas, de compostos químicos de defesa contra herbívoros esteja envolvida nesse mecanismo evolutivo, em resposta a essa grande pressão (ver 'Insetos herbívoros e plantas: de inimigos a parceiros?', em CH 192).

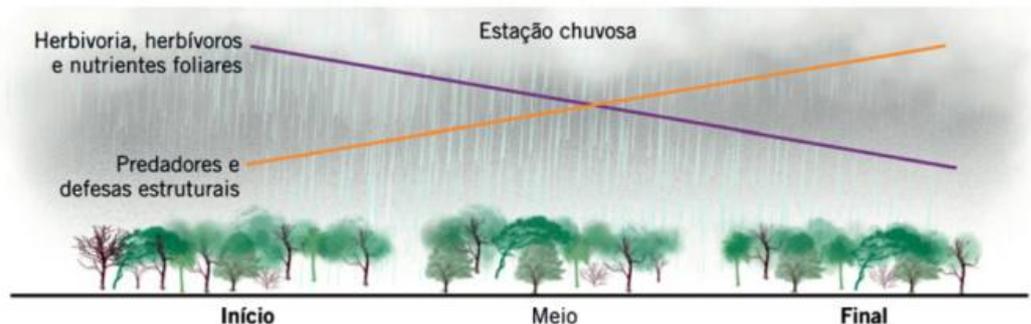
**A estação chuvosa** Em florestas secas, como a maioria das espécies vegetais perde as folhas na estação sem chuvas, a herbivoria é concentrada principalmente na estação chuvosa, mas as taxas de consumo de folhas podem variar bastante nesse período. Algumas plantas podem apresentar defesas constitutivas, ou seja, que fazem parte de seus tecidos estruturais, como espinhos,

pelos ou cerdas, fibras e compostos químicos capazes de reduzir sua digestibilidade. Essas defesas são produzidas continuamente pelas plantas ao longo da estação chuvosa. Além disso, as folhas, à medida que envelhecem, se tornam mais duras, indigestas e menos nutritivas para os herbívoros.

Esse fato já foi confirmado por estudos realizados em matas secas no México e na Costa Rica, que constataram um pico, na atividade de insetos herbívoros e nas taxas de herbivoria, na primeira metade da estação chuvosa, seguida de redução desses insetos e de sua atividade de consumo foliar na segunda parte dessa estação (figura 2). Esse mesmo padrão foi constatado em matas secas no norte de Minas Gerais em estudos feitos com duas espécies de ipê-amarelo (*Handroanthus ochraceus* e *H. spongiosus*). Tais estudos detectaram ainda, ao longo da estação chuvosa, um aumento na abundância de predadores, como aranhas (figura 3), revelando que, além da defesa natural das plantas, não pode ser ignorado o papel dos inimigos naturais dos herbívoros nessa redução do consumo de folhas.

Também é sugerido que plantas de matas secas podem apresentar a chamada defesa induzida (produzida ou mobilizada após um ferimento). Esse mecanismo tem sido verificado para algumas plantas desse ecossistema, como *Croton pseudoniveus* (da família das euforbiáceas), *Piper stipulaceum* (piperáceas) e *Bursera instabilis* (burseráceas). Essa defesa, similar a um 'contra-ataque', é vantajosa em ambientes onde os recursos são escassos e onde as taxas de herbivoria são variáveis, como nas matas secas. Isso porque as plantas destinariam recursos para essa reação apenas quando sofrem um ataque, e com isso economizam energia para se defender.

Figura 2. Ao longo da estação chuvosa, em florestas secas, as taxas de herbivoria (consumo de folhas) diminuem, devido à redução da abundância de herbívoros e de nutrientes foliares e/ou ao aumento de predadores e compostos foliares defensivos



**Escape no tempo** No início da estação chuvosa, ocorre a produção sincronizada de folhas pelas plantas decíduas (as que perdem folhas na estação seca), mas em algumas espécies desse grupo as novas folhas surgem ainda no final do período sem chuvas. Essa ‘antecipação’ parece estar associada à percepção de mudanças no período de luz ao longo do dia ou a uma reação às primeiras chuvas durante a transição seca-chuva. Curiosamente, as taxas de herbivoria foliar são menores nessas plantas, quando comparadas às que só produzem folhas após o começo da estação chuvosa.

O surgimento precoce de folhas já foi observado nas plantas de floresta seca *Hybanthus prunifolius* (no Panamá) e *Plumeria alba* (em Porto Rico), revelando uma estratégia contra herbívoros chamada de ‘mecanismo de escape no tempo’. Nesse mecanismo, a planta produz folhas novas quando a probabilidade de herbivoria é baixa – os insetos que as consomem ainda não estão ativos. Além disso, na primeira parte da estação chuvosa, quando as folhas são um ‘prato cheio’ para os herbívoros, as folhas geradas antes já estarão maduras, mais resistentes e bem defendidas, e, assim, de baixa qualidade nutricional para esses insetos.

No cenário das matas secas brasileiras, *Enterolobium contortisiliquum* produz folhas antes do início da estação chuvosa e pode ser um exemplo do mecanismo de escape no tempo. Essa estratégia tem recebido pouca atenção em ambientes tropicais e não foi testada para matas secas brasileiras. Portanto, essas florestas apresentam espécies e estratégias evolutivas distintas para a proposição de teorias sobre a evolução da interação inseto-plantas.

**O período seco** Apesar de a disponibilidade de folhas variar de modo marcante entre as estações chuvosa e seca em praticamente todas as espécies vegetais, algumas permanecem com folhas por cerca de 11 meses e meio no ano – são as chamadas ‘sempre verdes’. Um exemplo dessas espécies em matas secas brasileiras é o itapicuru (*Goniorrhachis marginata*), árvore que pode atingir até 40 m de altura (figura 4).

Ao contrário das espécies decíduas, que têm o crescimento limitado a um curto período (a estação chuvosa), as plantas sempre verdes crescem o ano todo. No entanto, como suas folhas vivem mais tempo, a velocidade de expansão foliar e a taxa de crescimento dessas plantas é mais lenta que a das espécies decíduas. Além disso, as sempre verdes acumulam maior teor de fibras e dureza foliar, menor teor de nutrientes e, por isso, menores taxas de consumo por herbívoros.

Mesmo existindo menores taxas de herbivoria em plantas sempre verdes, em comparação com as decíduas, as condições de temperatura e umidade fornecidas pelas primeiras fornecem habitats apropriados para insetos durante a severa estação seca. Parte dos insetos capazes de voos longos pode migrar para áreas mais úmidas nas

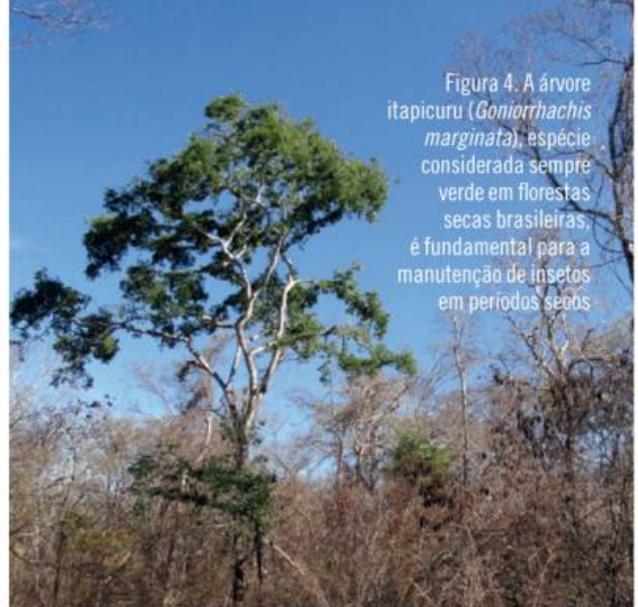


Figura 4. A árvore itapicuru (*Goniorrhachis marginata*), espécie considerada sempre verde em florestas secas brasileiras, é fundamental para a manutenção de insetos em períodos secos

FOTO DE JHONATHAN SILVA

proximidades, mas as espécies de insetos restritas a florestas secas têm a opção das árvores sempre verdes para buscar alimento, refúgio contra predadores ou proteção contra as condições climáticas adversas.

Nossos estudos apontam que, apesar da forte capacidade de defesa das plantas sempre verdes e do baixo nível de herbivoria que sofrem, a abundância geral de insetos herbívoros aumenta nessas plantas na estação seca. Esses insetos são, em geral, uma fonte de alimento para vertebrados ou outros insetos, exercendo papéis ecológicos importantes nas matas secas – na transferência de energia entre níveis diferentes da cadeia alimentar e na ciclagem de nutrientes nesse ecossistema, por exemplo. Portanto, apesar de altamente defendida, a árvore sempre verde *G. marginata* atua como espécie-chave para a manutenção de insetos em florestas secas.

As informações obtidas – e trazidas a público aqui – nas pesquisas feitas em matas secas de Minas Gerais revelam aspectos interessantes das interações insetos-plantas nesse tipo de floresta. Esse ecossistema fornece evidências da adaptação de plantas para diferentes estratégias de combate ou fuga à ação de insetos herbívoros, além da importância de algumas espécies que não perdem folhas para a conservação e o manejo natural dessas matas extremamente ameaçadas e pouco conhecidas. ■

## Sugestões para leitura

- ESPÍRITO-SANTO, M. M.; FAGUNDES, M.; SEVILHA, A. C.; SCARIOT, A. O.; SÁNCHEZ-AZOFEIFA, G. A.; NORONHA, S. E. e FERNANDES, G. W. 'Florestas estacionais decíduas brasileiras: distribuição e estado de conservação', em *MG Biota*, 2008, v. 1(2), p. 5, 2008.
- NEVES, F. S.; MADEIRA, B. G.; OLIVEIRA, V. H. F. e FAGUNDES, M. 'Insetos como bioindicadores dos processos de regeneração em matas secas', em *MG Biota*, v. 1(2), p. 46, 2008.
- SCARIOT, A. O. e SEVILHA, A. C. 'Biodiversidade, estrutura e conservação de florestas estacionais decíduas no cerrado', em SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C. e FELFILI, J. M. (eds.), *Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2005.

# Até onde deve chegar a intervenção da ciência no esporte?

# NO

O importante não é competir. O esporte de alto desempenho, em sua procura incessante por cada milímetro ou milésimo de segundo, aposta cada vez mais na ciência e na tecnologia para superar os limites do corpo humano. As últimas três décadas testemunharam o nascimento de um mercado olímpico multibilionário, mas a interseção cada vez maior de áreas como bioquímica, biomecânica, eletrônica e genética suscita questões fundamentais para o futuro: Quais os limites para a aplicação da ciência e da tecnologia no esporte? Como o Brasil vem aproveitando a oportunidade de sediar os próximos Jogos Olímpicos para se aproximar das potências internacionais?

**Marcelo Garcia**  
*Ciência Hoje/RJ*

**2044.** O maior evento da Terra começou de vento em popa. Na televisão e na internet, bilhões de pessoas acompanham as provas olímpicas, espetáculo de mais alto custo e de maior audiência da história. Na pista central do estádio olímpico, projetada para devolver a energia cinética das passadas em forma de impulso para os atletas, homens com próteses eletrônicas nas pernas correm como deuses ciborgues, sem dar chance aos concorrentes tradicionais. No campo, saltadores erguem-se a dezenas de metros, impulsionados por varas eletrônicas retráteis extremamente flexíveis. No ginásio ao lado, atletas vestindo exoesqueletos levantam toneladas para descobrir quem é o mais forte.

Os treinadores acompanham as estatísticas dos atletas em tempo real: velocidade, deslocamento, aceleração, fadiga, tudo captado por *chips* e sensores de movimento e projetado em telas holográficas. Os competidores, é claro, devem passar por rigorosos exames *antidoping* feitos momentos antes da competição, e que podem ser repetidos nos 20 anos seguintes, em caso de suspeitas.

Três décadas nos separam desses hipotéticos Jogos Olímpicos. Embora algumas das tecnologias citadas nesse exercício de futurologia pareçam ficção científica, muitos aspectos do cenário são realistas e refletem como a ciência e a tecnologia modificaram intensamente as várias modalidades esportivas nas últimas três décadas – e continuarão a fazê-lo nos próximos anos. Sobre essa moderna base tecnológica, nasceu o esporte de ‘alto desempenho’, explorando cada vez mais os limites do corpo humano – e levando a humanidade a se questionar sobre quais limites podem e valem a pena ser batidos.

# Limite

**Uma história tecnológica** A introdução da ciência e da tecnologia no esporte não é algo recente. Desde a recriação das Olimpíadas, em 1896, vem ocorrendo gradativamente, acompanhando a evolução do próprio conhecimento – muitas vezes em áreas de vanguarda, como a indústria aeroespacial. “Quando olhamos para os primeiros Jogos Olímpicos da era moderna, é possível ver o enorme contraste e a evolução tecnológica que ocorreu desde então – da incorporação de inovações muito simples a outras muito complexas”, destaca o engenheiro biomédico Alexandre Pino, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que trabalha com análises biomecânicas aplicadas ao remo.

No atletismo, por exemplo, Pino lembra que uma das primeiras inovações aconteceu na própria posição de largada: ao começar agachado, com o corpo preparado para o próximo movimento, o atleta ganha tempo. “Antes disso, cada um dos competidores saía como queria, de lado, de frente, era uma bagunça.” Ao longo do tempo, tecnologias ganharam espaço, como tênis mais leves e roupas que diminuem o arrasto.

Os locais de competição também avançaram, para melhorar desempenhos e prevenir lesões. No halterofilismo, por exemplo, o piso emborrachado evoluiu junto com a técnica da modalidade, para que o atleta possa simplesmente largar os pesos no chão após erguê-los. “As quadras de vôlei de anos atrás, cujos pisos duros facilitavam a ocorrência de lesões, também deram lugar a novas arenas, com pisos que absorvem o impacto dos saltos, o que aumentou a ‘vida útil’ dos atletas”, explica Pino.

O grande marco para a entrada da ‘alta’ tecnologia e da ciência no esporte, no entanto, foi a década de 1980, segundo a psicóloga e educadora Katia Rubio, da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo (USP), integrante da Academia Olímpica Brasileira. Após o grande prejuízo dos Jogos de Montreal (Canadá), em 1976, percebeu-se que a estrutura dos Jogos Olímpicos não podia mais ser bancada apenas pelo poder público (ver ‘Comercialização e profissionalismo’). Foi o primeiro passo para a chegada oficial das grandes empresas, dos atletas profissionais e, conse-

>>>

## COMERCIALIZAÇÃO E PROFISSIONALISMO

Numa época em que o COI ainda resistia à venda da marca olímpica, os Jogos de 1976 marcaram um retumbante fracasso comercial, com um dos maiores prejuízos da história do evento – US\$ 2 bilhões, que a cidade pagou pelos 40 anos seguintes. A eleição do espanhol Juan Antonio Samaranch para presidência da entidade, em 1980, mudou esse panorama: o Comitê passou a explorar o potencial da mídia televisiva e dos mercados publicitários e, já na edição de Los Angeles, em 1984, registrou lucro sem precedentes de US\$ 225 milhões. Também na década de 1980, a exigência de amadorismo para participação nos Jogos foi extinta e, a partir de 1988, atletas profissionais puderam participar da disputa. Hoje, as únicas modalidades que não aceitam profissionais são boxe e luta.

quentemente, dos enormes investimentos em tecnologias que garantissem bons resultados.

“O Comitê Olímpico Internacional teve que abrir os Jogos ao interesse das empresas que desejavam patrocinar os atletas e das emissoras de televisão, que perceberam o belo nicho comercial que eles representavam”, afirma Rubio. “Essa ruptura levou o esporte olímpico a outro patamar, alterando radicalmente não apenas o ‘consumo’ dos Jogos, mas também o imaginário que envolve o atleta e sua formação.”

**Concorrência esportiva** A abertura comercial levou à criação de um mercado esportivo extremamente dinâmico, lucrativo e multibilionário. Grandes empresas e governos, em geral nos países desenvolvidos, investem alto na formação de atletas e no desenvolvimento de tecnologia de ponta. Só os Estados Unidos, que têm como base o esporte universitário e a participação da iniciativa privada, conquistaram 46 medalhas de ouro na última Olimpíada, o dobro do total acumulado pelo Brasil em toda a sua história. Países como Austrália, Coreia do Sul, Inglaterra e Alemanha, com gestões mais centralizadas do esporte, como a nossa, também têm investido pesado.

Nesse contexto, o Brasil apresenta uma situação singular. Embora ainda estejamos longe de ser uma potência esportiva, o país tem colhido o resultado de trabalhos de longo prazo em algumas modalidades, como o vôlei multicampeão e o handebol feminino (que acaba de consagrar-se também campeão mundial). Além disso, como país-sede, corre contra o tempo para dar um salto no quadro geral de medalhas: o plano do Comitê Olímpico Brasileiro (COB) é chegar entre os 10 primeiros lugares e conquistar entre 25 e 30 medalhas – dois feitos inéditos (ver ‘Quadro de medalhas’).

Para isso, o COB investe num trabalho integrado que abrange áreas como fisiologia, fisioterapia, medicina, bioquímica e psicologia. Além de tentar suprir lacunas na preparação, ajudando na compra de equipamento de ponta e até na verba para participar de campeonatos, grande parte dos atletas de modalidades que fazem par-

te das prioridades para 2016 vem sendo acompanhada de perto pelo comitê: uma vez por ano, eles passam por uma análise médica e fisioterápica completa, um *check-up* que inclui exames dermatológico, odontológico e até do perfil de sono. Eles também são regularmente submetidos a ‘exames de campo’: testes no próprio local de treinamento, que avaliam aspectos bioquímicos e biomecânicos em situações mais próximas da realidade.

“A partir desse trabalho, orientamos a preparação de acordo com especificidades de cada modalidade e buscamos prevenir lesões”, afirma o ex-judoca Sebastian Pereira, gerente de Performance Esportiva do COB. “Quanto mais informação, mais condições temos de trocar o ‘achismo’ pela ciência na preparação e, assim, explorar com mais consciência os limites do corpo.”

Um dos principais focos do projeto é aprimorar o processo de recuperação dos atletas para que rendam o máximo em cada fase das competições. “De acordo com o tipo de competição, a recuperação varia muito: para modalidades em que tudo se decide no mesmo dia, como o judô, é preciso recuperar as condições ideais em questão de horas, diferentemente do que ocorre no vôlei ou na ginástica, em que há intervalos maiores entre cada disputa”, analisa o ex-judoca. Dessa forma, o COB procura, também, prevenir lesões e evitar que estas deixem nossos atletas de elite de fora de competições.

**Paraolimpíadas** Se a meta do COB para 2016 é ousada, o Comitê Paralímpico Brasileiro (CPB) sonha ainda mais alto: quer pôr o país entre os cinco primeiros do quadro de medalhas. “Somos referência mundial no esporte paraolímpico e talvez o principal trunfo para esse bom desempenho seja o fato de que o CPB trabalha, desde sua criação, em parceria com diversas universidades no estudo da dinâmica e dos limites dos corpos de nossos atletas”, destaca o educador físico Ciro Winckler, Coordenador Técnico de Atletismo do CPB.

Na área coordenada por Winckler, por exemplo, um dos grandes destaques é o sucesso de nossos atletas cegos. “Uma questão importante na preparação deles é a escolha do guia que os acompanha: deve ser um profissional? Qual perfil físico, psicológico e nutricional deve ter?”, questiona. “Estudamos cada atleta para definir as características de seu parceiro ideal, de acordo com seus perfis de desempenho.”

O coordenador lembra que, de todas as aplicações da tecnologia no esporte, talvez nenhuma seja tão evidente quanto as do esporte paraolímpico, em especial quando falamos de competidores que utilizam próteses. “Eles são os nossos homens de 6 milhões de dólares, a simbiose homem-tecnologia”, afirma. No entanto, só recentemente o Brasil começou a ter atletas de destaque em categorias mais dependentes de equipamentos específicos (o velocista Alan Fonteles, por exemplo, é o atual campeão olímpico dos 200 m, categoria T44), justamente pela dificuldade de acesso à tecnologia.

## QUADRO DE MEDALHAS

A melhor colocação do Brasil nos Jogos Olímpicos foi um 16º lugar em 2004, em Atenas, quando conquistou 10 medalhas, sendo cinco de ouro. Nos Jogos de Londres, em 2012, o país bateu seu recorde em número total de medalhas, colecionando 17, sendo três de ouro. Para chegar à meta de alcançar o décimo lugar em 2016, o COB aposta no bom desempenho nas modalidades em que o Brasil costuma ter bons resultados, como vôlei, natação e vela, na recuperação de outras em que o país já teve mais destaque, como basquete e taekwondo, e investe em novas categorias, em especial nos esportes individuais, que concedem mais medalhas.



## POLÊMICO PISTORIUS

Uma das maiores polêmicas das Olimpíadas de Londres 2012 foi a participação do paratleta sul-africano Oscar Pistorius nas provas de 400 m e no revezamento 4 x 100 m. O medo de que suas próteses pudessem desequilibrar a competição não se concretizou – Pistorius sequer chegou à final dos 400 m, mas saiu dos Jogos feliz por realizar o sonho de participar de uma Olimpíada. Meses depois, outra polêmica: paradoxalmente, ao ser derrotado pelo brasileiro Alan Fonteles na prova dos 200 m categoria T44 nas Paraolimpíadas londrinas, o sul-africano acusou o rival de levar vantagem pelo tamanho de suas próteses, pelo que viria pedir desculpas mais tarde.

O mais curioso sobre o episódio é que Pistorius não foi o primeiro para-atleta a competir nas Olimpíadas tradicionais – e muitos deles ganharam medalhas! O primeiro a conseguir o feito foi o ginasta norte-americano George Eyser, que competia com uma prótese de madeira na perna e acumulou seis medalhas na edição de 1904, sendo três de ouro. Depois da criação dos jogos Paraolímpicos, em 1960, diversos atletas estiveram nas duas competições – a primeira foi a arqueira neozelandesa Neroli Fairhall, primeira paraplégica a competir numa Olimpíada, em 1984.

No exterior, uma cadeira de corrida custa cerca de US\$ 3 mil, mas chega ao Brasil por R\$ 24 mil, sem contar os gastos com ajustes e mecânico. Próteses de corrida são vendidas por aqui por valores entre R\$ 10 mil e R\$ 30 mil. “Como é muito mais fácil apostar na alta tecnologia no exterior, nossa opção foi buscar caminhos alternativos, como o trabalho com corredores cegos.”

Vale destacar que, no esporte paraolímpico, esse custo se reflete desde a base. “Para a iniciação no futebol, basta uma bola e uma chuteira, mas e para um corredor que usa prótese ou precisa de uma cadeira adaptada?”, indaga Winckler. Por isso, ele defende que é preciso aproveitar que sediaremos os próximos Jogos para desenvolver tecnologia de iniciação, que amplie o acesso.

FOTO: EDDIE MEGGH / REUTERS

## Gargalos e possibilidades

Sem dúvida, a falta de recursos também é um problema no esporte tradicional, em especial nas modalidades em que o Brasil tem menos destaque. No entanto, outras questões parecem ser mais relevantes para alavancar a realidade esportiva brasileira – a principal delas talvez seja trazer para a prática o conhecimento produzido nas universidades. Para isso, são necessários projetos e parcerias continuadas e sistemáticas. “O que mais existe são projetos-pipoca, que estouram e somem; a universidade e o campo esportivo precisam se aproximar. Hoje, nossos resultados são, em geral, isolados, esporádicos e estão longe de modelos internacionais”, avalia Ricardo Barros, especialista em biomecânica da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Para tentar construir uma ponte sobre esse abismo, o COB criou em 2012 a Academia Brasileira de Treinadores, que visa formar profissionais mais preparados para aplicar o conhecimento científico na prática. Além disso, aposta em ‘integradores’ para mediar a relação entre os profissionais envolvidos nas áreas prioritárias para 2016 – pesquisadores, treinadores e atletas. Um novo Centro de Treinamentos a ser construído no Parque Olímpico do Rio de Janeiro e a inauguração do Laboratório Olímpico na cidade, prevista para este ano, também podem ajudar a aproximar ciência e esporte. Em iniciativa semelhante, o CPB criou a Academia Paraolímpica Brasileira, que investe na formação e capacitação de treinadores e profissionais, e deve inaugurar, em 2015, o Centro de Treinamento Paraolímpico, obra de R\$ 250 milhões, em construção em São Paulo, que deverá atender 15 modalidades paraolímpicas.

>>>

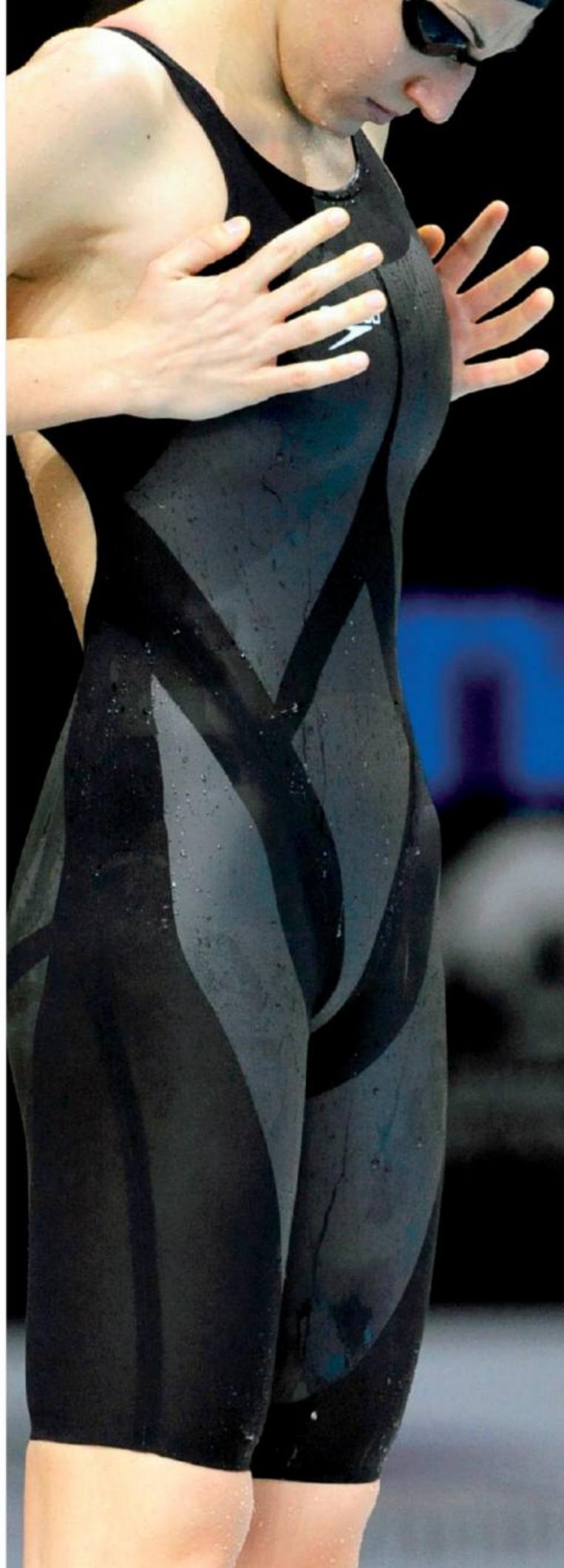
Outro elo problemático é a integração com a indústria e o setor privado. No exterior, alguns dos maiores laboratórios de biomecânica pertencem a empresas privadas, como Nike e Adidas, realidade bem diferente da nossa. “Aqui isso ainda é algo reduzido, dificilmente se ouve falar que uma confederação tem convênio com uma universidade ou que um atleta foi treinado num laboratório”, lamenta o engenheiro biomédico Orivaldo Silva, da Escola de Engenharia de São Carlos, da USP, que trabalha com análises biomecânicas aplicadas ao tênis.

Para Pino, o Brasil precisa tirar proveito da janela de oportunidade dos Jogos de 2016, que está se fechando, para impulsionar os investimentos. “Todo pesquisador quer ver seu trabalho aplicado na prática, o problema é encontrar uma forma de conciliar esses interesses”, destaca. “Hoje as ações são pontuais, dependem do interesse de um treinador mais bem informado, não se vai sistematicamente atrás do conhecimento.”

**Impondo limites** Se o acesso à inovação no esporte do Brasil ainda é complicado, no cenário mundial as possibilidades abertas pela tecnologia têm gerado muitos questionamentos. A discussão esquentou nos últimos anos com a participação do corredor amputado sul-africano Oscar Pistorius nas Olimpíadas de Londres (ver ‘Polêmico Pistorius’). “Muito se especulou sobre a potencial vantagem que as próteses dariam ao Pistorius e essa talvez seja uma das grandes questões do futuro: até que ponto a tecnologia representa uma vantagem em relação aos demais?”, indaga Ricardo Barros.

A resposta é complexa. “São muitas as variáveis envolvidas. Previsões biomecânicas mostram, por exemplo, que as próteses podem restituir mais energia ao movimento, mas sofrem mais com o atrito por permanecer mais tempo em contato com o chão”, avalia o engenheiro. É bom lembrar que as próteses de corrida atuais são apenas mecânicas, ou seja, capazes de se deformar e de se recompor. Componentes eletrônicos não são permitidos, embora essa tecnologia seja aplicada em próteses utilizadas no dia a dia. “Acredito que teremos que discutir caso a caso, de forma parecida como ocorre com o *doping*, para determinar o que faz parte do jogo ou não”, conclui Barros. Uma decisão desse tipo, em outro caso muito polêmico, banuiu os supermaiôs da natação, em 2010 (ver ‘Torpedos’).

Com o aprimoramento cada vez maior da tecnologia, parece claro que os limites de sua aplicação em determinados esportes pouco terão a ver com a capacidade do corpo humano. “Em categorias muito dependentes de equipamento, como arco e flecha e Fórmula 1, o limite é dado pela própria capacidade tecnológica e pelas regras – sem regulação, as possibilidades seriam infinitas”, pondera Pino. “Em outros esportes, no entanto, o corpo é o maior diferencial; os limites físicos de impacto, força e carga que pode suportar. Nesse caso, talvez algum dia



## TORPEDOS

Nos anos de 2008 e 2009, os chamados supermaiôs invadiram as piscinas do mundo todo e pulverizaram recordes. O primeiro supermaiô, lançado em 2008, foi produzido por uma marca esportiva em parceria com a Nasa. Feito de um polímero especial, o poliuretano, ele cobria a maior parte do corpo dos atletas, auxiliava o fluxo de oxigênio, diminuía o atrito com a água e comprimia os músculos para que gastassem menos energia nos movimentos, conferindo uma velocidade incrível na água. O sucesso foi copiado por outros fabricantes e permitiu que, apenas em 2009, 108 recordes mundiais fossem quebrados. Em 2010, a Federação Internacional de Natação decidiu, com a anuência de federações de mais de 180 países, proibir o uso do traje e criou uma nova regra, que impede os nadadores de utilizarem ou vestirem qualquer máquina ou maiô que possa dar velocidade, resistência ou flutuação extras durante uma competição.

nosso potencial máximo seja atingido, os recordes deixem de ser batidos e as regras sejam modificadas para torná-los de novo interessantes.”

Para Orivaldo Silva, no entanto, esse dia parece estar longe. “Existe um ponto extremo de desempenho do corpo além do qual a tecnologia não pode nos levar? A questão é apaixonante e muito difícil de ser respondida”, avalia Silva. “Os recordes continuaram a cair continuamente nos últimos 100 anos e a capacidade de estudar o movimento humano só aumenta; por isso, acredito que ainda estamos longe dessa linha final.”

Nem todos têm, no entanto, uma visão positiva dessa evolução. Para Katia Rubio, as mudanças trazidas pela tecnologia e pelo interesse econômico no esporte provocaram um distanciamento cada vez maior em relação ao espírito olímpico. “O esporte talvez seja o fenômeno social que mais se adequou às grandes transformações do século 20 e suas mudanças o levaram a abandonar conceitos que antes eram fundamentais, o amadorismo e o *fair play*”, avalia. “Hoje os atletas são supermáquinas desumanizadas, já que pouco se preserva de humano no corpo que vai ao limite, e deslocaram o interesse pela medalha para valores a ela associados – contratos, patrocínios e visibilidade.”

Rubio destaca que o esporte de alto desempenho não mantém qualquer relação com a saúde, já que levar o corpo ao limite causa lesões e doenças funcionais. A pesquisadora, que realiza um trabalho de resgate da história social dos atletas olímpicos do Brasil, teve a oportunidade de conhecer de perto essa realidade. “É impressionante conversar, por exemplo, com ginastas de 25 anos que já passaram por diversas cirurgias e que vão se aposentar em breve com lesões que impedem que tenham vidas normais como pessoas de sua idade.”

**O Rio e o doping** Possível consequência direta dessa miopia sobre o espírito olímpico, a dopagem é um fantasma que ronda o esporte há décadas. Volta e meia um caso de *doping* choca o mundo do esporte. O último envolveu uma lenda do ciclismo, o norte-americano Lance Armstrong, que foi banido do esporte em 2012 e perdeu sete títulos da tradicional ‘Volta da França’ pelo uso e distribuição de dopagem.

A descoberta foi considerada uma vitória das novas estratégias de inteligência da Agência Mundial Antidoping (Wada, na sigla em inglês). “A agência vêm trabalhando em colaboração contínua com autoridades policiais, como a Interpol, e com entidades internacionais, como a Organização Mundial Alfandegária, para identificar condutas suspeitas, como aconteceu nesse caso e em muitos outros”, conta Eduardo Henrique De Rose, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Uma das maiores ameaças, estimulada pelas dificuldades iniciais de detectar *doping* com proteínas e peptídeos endógenos (produzidas no próprio organismo), é a criação de técnicas de dopagens genéticas não detectáveis. Risco que, segundo Francisco Radler, chefe do Laboratório de Controle de Doping (Ladetec) da UFRJ, não existe mais. “Graças a esforços internacionais da Wada e de diversos laboratórios, descobriu-se que o *doping* genético deixa ‘marcas’ de longa duração no organismo”, comemora.

Para as Olimpíadas de 2016, a Autoridade Brasileira de Controle de Dopagem (ABCD), análogo nacional da Wada, criada em 2011, pretende reduzir os casos de brasileiros flagrados no *antidoping* a zero. E é bom mesmo: em 2015 entra em vigor o novo Código Mundial Antidopagem, que prevê aumentar a suspensão em casos de *doping* intencional de dois para quatro anos. Também existe a expectativa de que diversas modalidades empreguem em 2016 outra inovadora tecnologia *antidoping* – o passaporte biológico, documento que armazena dados do sangue e da urina dos atletas, como nível de hormônios e perfil hematológico, e que já será aplicado pela Fifa na Copa do Mundo do Brasil este ano. **ER**

## Sugestões para leitura

- BARROS, R.M.L. ‘Tecnologia da Informação para os esportes’, em *Kit pedagógico XXVI Prêmio Jovem Cientista*, capítulo 4, p. 86, 2012.  
FURTADO, F. ‘O futuro transumano’, em *Ciência Hoje*, nº 307, p. 18, 2013  
RADLER, F. ‘Dopagem: ética no esporte e saúde dos atletas’, em *Ciência Hoje*, nº 287, p. 28, 2011.  
RUBIO, K. *Medalhistas Olímpicos Brasileiros*. São Paulo, Casa Do Psicólogo, 2006.

### NA INTERNET

Leia mais na série ‘Supermáquinas do esporte’, na *CH On-line*.

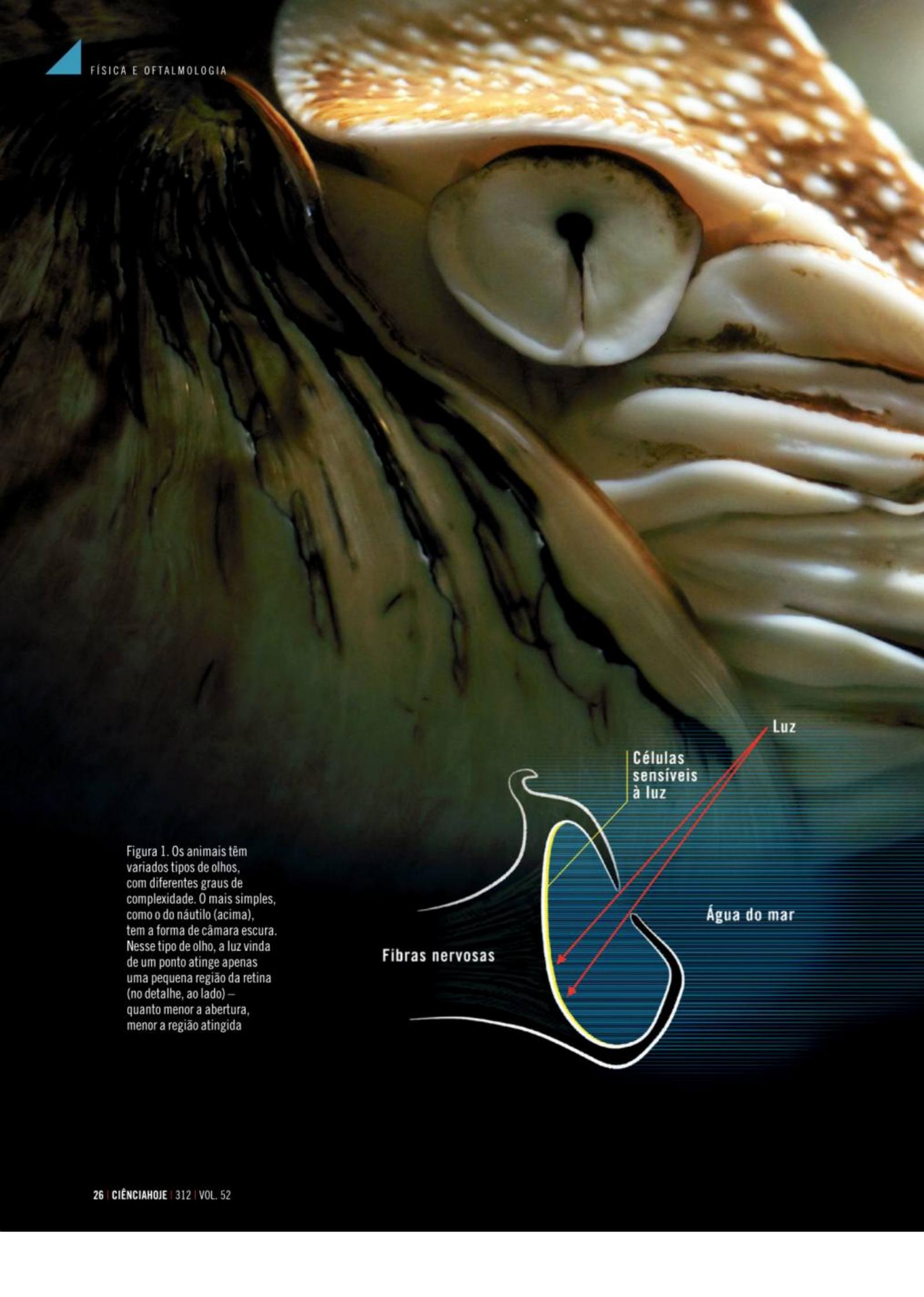
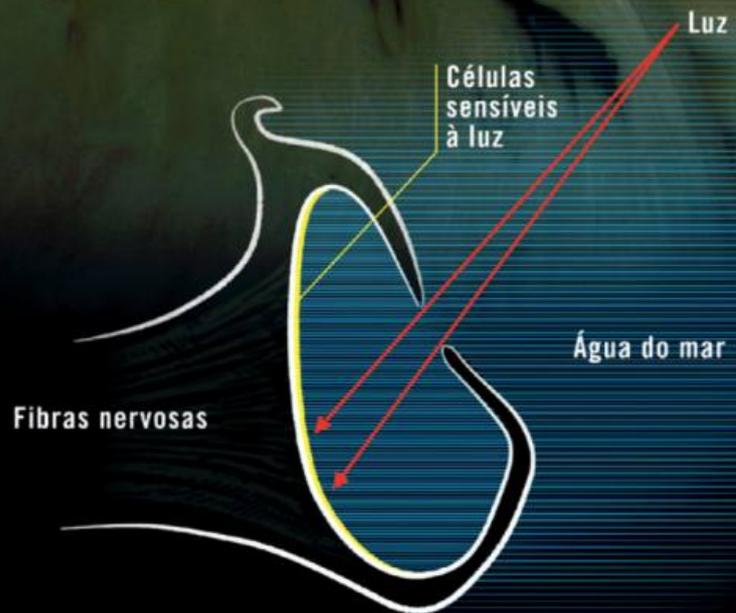
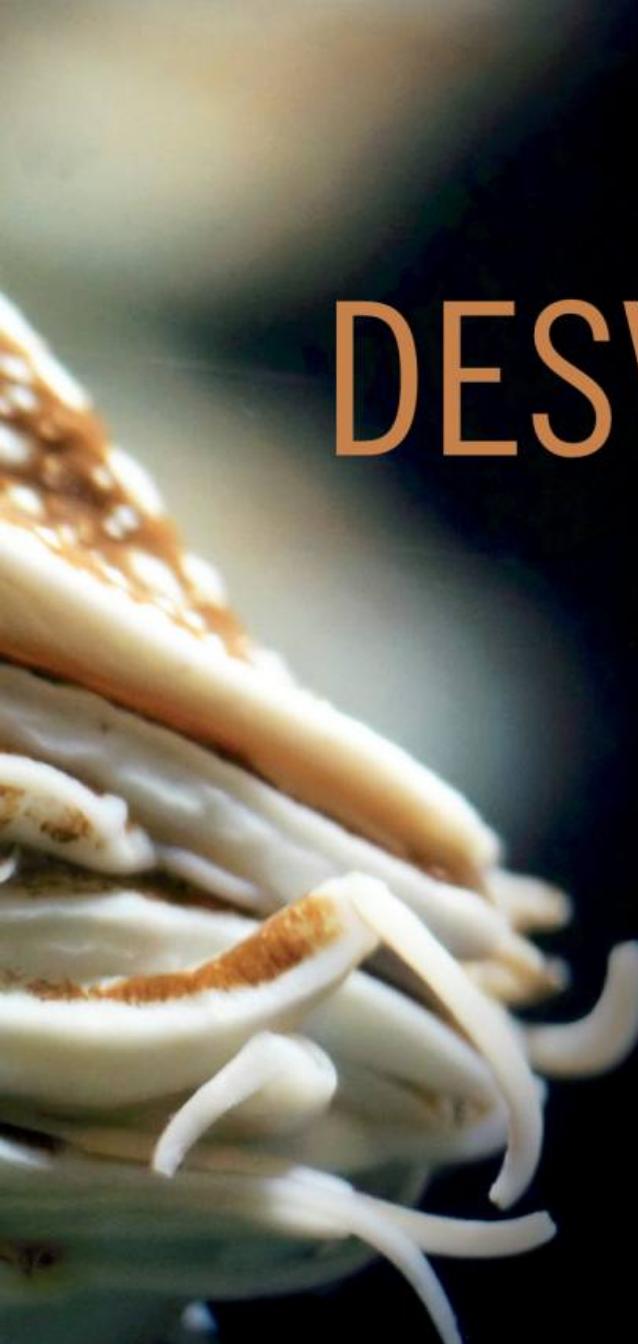


Figura 1. Os animais têm variados tipos de olhos, com diferentes graus de complexidade. O mais simples, como o do náutilo (acima), tem a forma de câmara escura. Nesse tipo de olho, a luz vinda de um ponto atinge apenas uma pequena região da retina (no detalhe, ao lado) – quanto menor a abertura, menor a região atingida





# DESVENDANDO A VISÃO

Os olhos são importantes na relação dos seres vivos com o ambiente em que vivem, mas a percepção do mundo que eles permitem varia com os tipos diferentes desses órgãos. O olho humano é do tipo mais complexo: seu sistema óptico tem duas lentes, que convergem os raios de luz recebidos para uma pequena área no fundo do olho, onde se forma uma imagem nítida do exterior.

O estudo científico dos olhos tem permitido avanços cada vez maiores, e um dos mais recentes é a possibilidade de restaurar a visão, em certos casos, por meio de implantes microeletrônicos na retina.

**Thiago Gonçalves dos Santos Martins**

*Programa de Pós-graduação em Oftalmologia,  
Departamento de Oftalmologia,*

*Universidade Federal de São Paulo*

**Ana Luiza Fontes de Azevedo Costa**

*Hospital dos Servidores do Estado do Rio de Janeiro*

**Elisabeth Nogueira Martins**

*Departamento de Oftalmologia,  
Universidade Federal de São Paulo*

**Ricardo Vieira Martins**

*Programa de Pós-graduação em História das  
Ciências e das Técnicas e Epistemologia,*

*Universidade Federal do Rio de Janeiro*

**Otaviano Helene**

*Instituto de Física, Universidade de São Paulo*

**O**s precursores dos olhos – órgãos presentes na maioria dos seres vivos, que captam a luz vinda do mundo exterior para que o cérebro a traduza em imagens – surgiram há pouco mais de meio bilhão de anos, na forma de simples sensores que apenas ajudavam os organismos primitivos a se adaptar ao ciclo dia-noite. Mas como aconteceu a evolução desses órgãos?

Estudos revelam que, se esses sensores de luz cobrissem de modo homogêneo toda a superfície de um ser vivo e gerassem o mesmo tipo de sinal, esse organismo não seria capaz de perceber uma mudança de direção na incidência da luz – não poderia, portanto, definir uma direção para se movimentar, caso precisasse buscar uma sombra para evitar a insolação. Para gerar esse tipo de informação, os sensores de luz têm que estar concentrados em áreas específicas, ou ‘ilhas’.

>>>

Essa 'concentração' dos sensores de luz proporciona um salto de qualidade na relação dos seres vivos com seu ambiente. As minhocas, por exemplo, não têm olhos, mas têm células sensíveis à luz na região da cabeça, o que permite a elas perceber a presença de qualquer luminosidade – e evitá-la.

A capacidade de detectar a luz e sua direção e de perceber a cor e a forma dos objetos é muito importante para a sobrevivência. Mas foram necessários dezenas de milhões de anos de evolução para que os olhos atingissem essas características, semelhantes às observadas hoje nos humanos.

**Sistemas visuais** Os diversos tipos de olhos existentes na natureza podem ser reunidos, de forma simplificada, em três grupos principais.

No grupo mais simples, estão os olhos formados apenas por câmaras escuras com uma abertura para a entrada de luz. Um exemplo é o olho do náutilo, um parente dos polvos, em que um pequeno orifício dá acesso a uma câmara escura (figura 1). Em uma câmara desse tipo, quanto menor o orifício de entrada de luz, menor é a região iluminada na parede oposta, onde é projetada a imagem da fonte da luz captada – como nas máquinas fotográficas. Esses olhos percebem não apenas a luz e sua direção, mas também permitem formar a imagem de sua fonte.

Esse momento foi crucial na evolução do sistema visual, permitindo desvendar o que até então era invisível. Um aspecto importante é que uma abertura muito pequena forma uma imagem nítida, mas pouco iluminada;

se a abertura aumenta, a quantidade de luz que entra no olho também cresce, mas a imagem perde nitidez – isso pode ser verificado em câmaras escuras caseiras (feitas com papelão, por exemplo).

O segundo grupo é o dos olhos compostos, que têm grande número de unidades (omatídeos) agrupadas em uma superfície convexa. Esse tipo é encontrado em insetos e crustáceos, principalmente. Cada unidade é um sistema óptico isolado, em forma de tubo, e a curvatura da superfície faz com que cada face externa (faceta) aponte para uma direção diferente (figura 2). Assim, a luz que entra em cada faceta vem de uma direção mais ou menos definida.

Essa estrutura leva à formação de imagens imperfeitas, como em um mosaico. Quanto mais facetas tiver o olho, menor será o ângulo coberto pela abertura de cada uma e melhor será a qualidade da percepção. Em cada olho, uma formiga tem cerca de 50 facetas, mas algumas moscas e mariposas podem ter 30 mil facetas.

**Olhos com lentes** O terceiro grupo de olhos inclui aqueles com sistemas ópticos convergentes, que formam apenas uma imagem sobre uma superfície sensível à luz, a retina. O polvo, certas aranhas e os vertebrados – entre eles os humanos – têm olhos desse tipo.

O sistema óptico do olho humano é formado, basicamente, por duas lentes convergentes, a córnea e o cristalino, que desviam a luz captada e projetam uma imagem na retina. A noção de que a visão está associada à projeção de uma imagem externa no fundo do olho foi lançada em 1604 pelo astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-

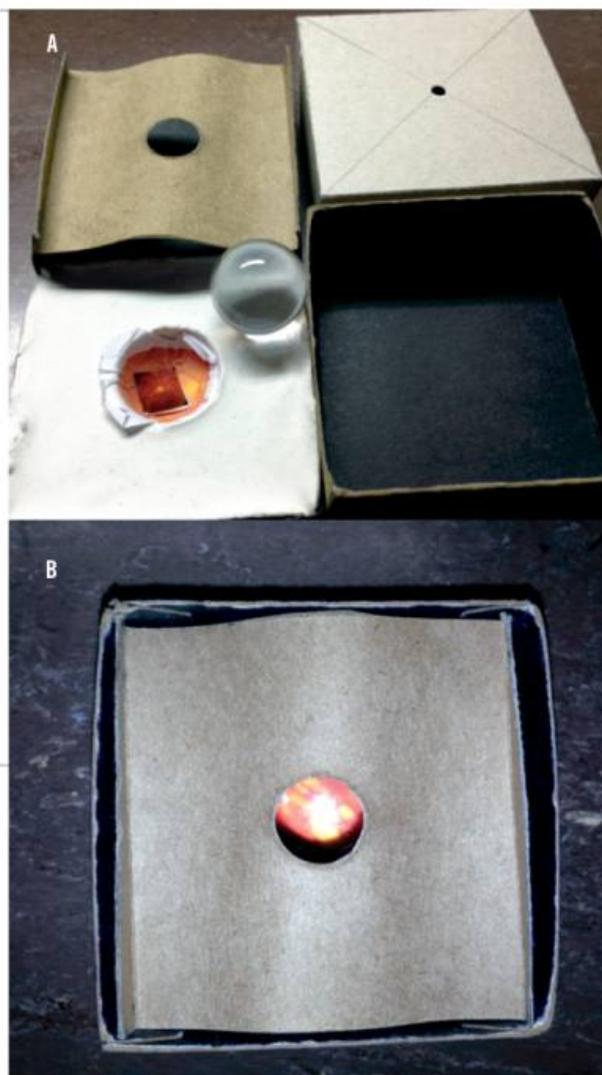


Figura 2. O olho composto, encontrado em insetos, por exemplo, apresenta muitas unidades, com facetas externas por onde entra a luz

## MODELO DIDÁTICO

Uma aplicação de física destinada ao ensino de medicina foi desenvolvida por pesquisadores das universidades de São Paulo, Federal de São Paulo e Federal do Rio de Janeiro. Trata-se de um modelo de olho humano, de fácil construção, que ajuda a ensinar a oftalmoscopia direta para alunos de medicina em nível de graduação. A oftalmoscopia direta (exame da retina) é importante para prevenir distúrbios capazes de causar cegueira. O modelo (figura 3) é composto por uma esfera transparente (que imita o globo ocular e simula o poder das lentes que o compõem), à qual é colada uma superfície onde estão desenhadas as principais características da retina.

Figura 3. Modelo do olho humano, para uso no ensino. Em A, material – papelão, esfera de vidro e imagem do fundo do olho – usado para construir a caixa-modelo. Em B, o modelo montado em uma caixa fechada, com um orifício simulando a pupila e a esfera de vidro simulando o cristalino



1630), mas só foi plenamente aceita em 1625, quando o jesuíta Christopher Scheiner (1573?-1650), também alemão, retirou o revestimento do globo ocular de um animal e observou, por trás da retina quase transparente, uma imagem reduzida e invertida da cena externa.

O olho humano, quase esférico, tem em torno de 22 mm de largura e um eixo óptico – direção de um raio de luz que entra perpendicularmente pelo centro da córnea – em torno de 24 mm. É envolto por um tecido resistente e flexível, a esclerótica, quase totalmente branca e opaca, exceto na córnea, necessariamente transparente.

Primeiro elemento óptico do olho, a córnea é responsável por cerca de 2/3 da convergência da luz que entra nesse órgão. Já o cristalino, separado da córnea pelo humor aquoso, um líquido transparente, responde por cerca de 1/3 da convergência da luz no olho humano. Esse segundo elemento óptico tem 9 mm de diâmetro e 4 mm de espessura, e tem forma similar à de um grão de lentilha. É formado por mais de 20 mil camadas finíssimas. O espaço interno do olho, entre o cristalino e a retina, é ocupado pelo humor vítreo, líquido também transparente que lembra a clara de um ovo (ver 'Modelo didático').

Embora a curvatura do cristalino seja bem maior que a da córnea, ele converge bem menos a luz porque o poder de convergência não depende apenas da forma da lente, mas também dos índices de refração desta e do meio de onde vem a luz (tais índices estão relacionados à velocidade da luz em cada material). A mudança de direção da luz, quando passa de um meio para outro, é tanto maior quanto maior for a diferença entre os índices

de refração desses meios – no olho, a diferença entre os índices do ar e da córnea é bem maior que entre os do humor aquoso e do cristalino, o que faz com que o poder de convergência da primeira seja muito superior.

A superfície interna do olho é revestida por duas camadas: a coróide e a retina. A coróide, situada sob a retina, é fortemente pigmentada com melanina, para reduzir a reflexão da luz, que tornaria a visão confusa (como acontece ao olharmos para luzes fortes), e abriga extensa rede de vasos sanguíneos, que levam oxigênio e nutrientes para a retina e para os demais componentes do olho.

A retina atua como uma tela, sobre a qual se formam as imagens. É formada por dois tipos de células sensíveis à luz (figura 4): bastonetes e cones. Cada um dos cerca de 120 milhões de bastonetes do olho humano está ligado a várias fibras nervosas e cada fibra pode ser ativada por centenas dessas células. Por isso, são muito sensíveis à luz e facilmente excitáveis, o que é importante em ambientes de pouca iluminação. No entanto, não permitem formar imagens nítidas: não se pode ler com a região da

retina coberta por bastonetes. Eles também são incapazes de identificar cores, pois respondem da mesma forma a qualquer comprimento de onda da luz.

Os cones (cerca de 6 milhões) concentram-se na região da visão central, a que usamos para ler e perceber detalhes. Essa região é uma pequena depressão (daí seu nome, fóvea, que significa fossa) na retina, que corresponde à visão frontal. Com diâmetro da ordem de 1 mm, a fóvea ocupa cerca de 0,05% da superfície total da retina. Apesar do tamanho relativamente pequeno, essa região fornece as informações carregadas por cerca da metade das fibras nervosas do nervo óptico. Existem três tipos diferentes de cones, e cada um deles é mais sensível a uma cor (azul, verde e vermelho) – essa diferença de sensibilidade permite a percepção de cores pelo olho humano. A grande quantidade de cones na fóvea e a ligação de cada um deles a uma fibra nervosa garantem que nessa região a qualidade de visão seja muito boa.

Como a fóvea é pequena, a luz que ela recebe em uma visão frontal equivale a uma abertura angular em torno de cinco graus. Com os olhos parados, a meio metro do rosto de uma pessoa, seria formada uma visão nítida apenas dentro desse ângulo: só seriam percebidos com nitidez os olhos ou a boca da pessoa, nunca todas as partes do rosto ao mesmo tempo. Os olhos humanos, porém, não ficam estáticos: eles realizam rápidos movimentos (sacadas) em frações de segundo. Assim, cada parte de um rosto é captada na fóvea, e o cérebro usa esses múltiplos fragmentos para ‘montar’ a imagem completa.

Na retina existe ainda uma pequena área sem células sensíveis à luz, o ponto cego, por onde o nervo óptico entra no olho. Esse ponto corresponde a uma abertura angular da ordem de cinco graus. Ele fica no lado dos olhos mais perto do nariz, mas como a projeção de uma imagem na retina é invertida (virada para baixo e com os lados trocados), a região cega é percebida do lado da visão mais perto das têmporas. No dia a dia, esse ponto não é notado porque o cérebro combina imagens dos dois olhos, que também estão sempre em movimento, o que cobre a falha. Mas alguns truques (basta buscar ‘ponto cego’ na internet) permitem confirmar sua existência.

Figura 5. O olho humano – a imagem mostra seus principais componentes – tem duas lentes, a córnea e o cristalino, que convergem a luz para um ponto da retina (a fóvea). A função da córnea e do cristalino é explicada no diagrama

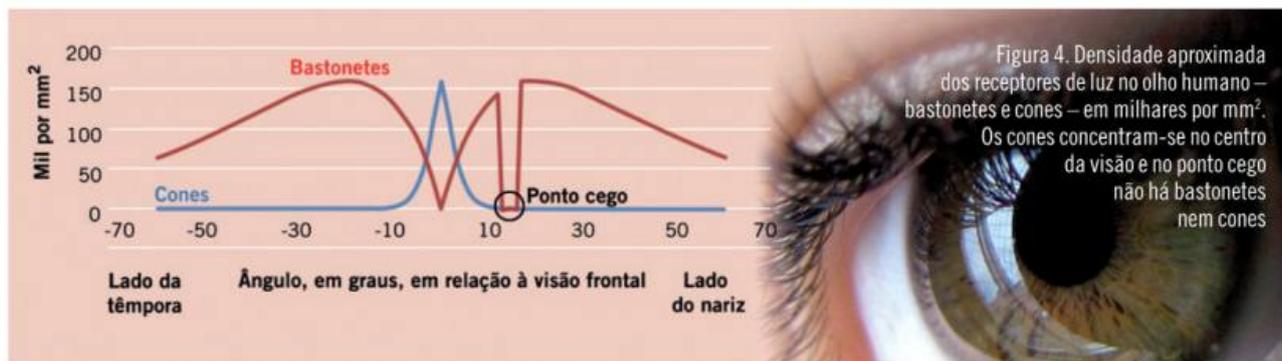
P

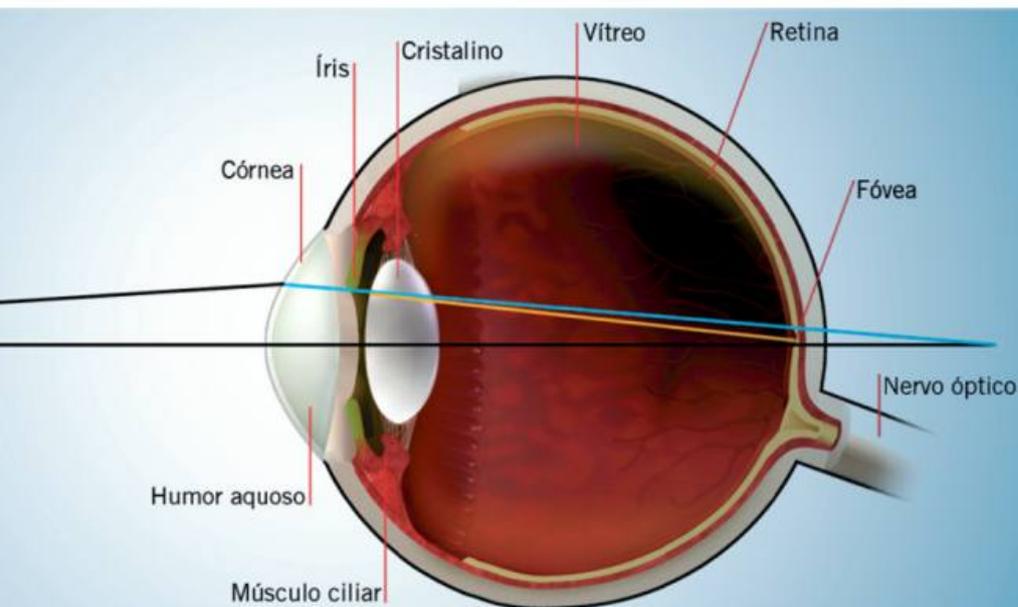
Dois raios luminosos que partem do mesmo ponto P atingem locais diferentes da córnea. O raio que incide no centro da córnea não sofre desvio e segue reto para o centro do cristalino, que atravessa também sem alterar sua direção. O outro raio, porém, sofre refração ao entrar no olho

**A visão humana** A finalidade do sistema óptico do olho humano é projetar na retina – mais especificamente na fóvea – imagens nítidas daquilo que olhamos. Para isso, todos os raios de luz que saem de um ponto luminoso no exterior devem convergir para um mesmo ponto da fóvea, o que é feito pelos componentes desse sistema (figura 5). Variações no formato dos olhos podem fazer com que o ponto de convergência (foco) se dê antes da retina (miopia) ou depois desta (hipermetropia).

Por não ser rígido, o cristalino, a segunda lente do olho, pode ter sua curvatura ajustada, o que permite focar objetos mais distantes ou mais próximos. Tal capacidade é grande em crianças e jovens (que conseguem focar desde objetos muito distantes até objetos a 10 cm dos olhos), mas diminui após algumas décadas de vida.

A qualidade da imagem também depende do tamanho da pupila. Se esta estiver contraída, as imagens ficam mais nítidas. Pessoas com miopia ou hipermetropia, por exemplo, conseguem ver imagens mais definidas quando, sem suas lentes corretoras, olham por um pequeno furo feito em um material opaco. É por causa des-





Se não existisse o cristalino, esse raio seguiria uma direção (linha azul) e seu ponto de convergência com o outro raio seria além da retina. O mesmo aconteceria com outros raios que saíssem do ponto P em direções intermediárias aos dois mostrados. Nesses casos, a imagem perderia nitidez.

O cristalino corrige esse problema, ao desviar mais uma vez todos os raios que partem do mesmo ponto luminoso e fazer com que cheguem à retina (linha laranja) exatamente no mesmo ponto.

se efeito – conhecido pelos fotógrafos como ‘profundidade de campo’ e associado à abertura do diafragma de uma máquina fotográfica – que pessoas com miopia ou hipermetropia enxergam melhor quando há muita luz e suas pupilas estão contraídas.

O estudo da visão envolve profissionais de diferentes áreas: oftalmologistas, é claro, mas também engenheiros e físicos interessados na óptica da visão; pintores, interessados nas sensações estéticas; psicólogos, biólogos, professores, biomédicos, enfermeiros, químicos, cada um abordando a visão por diferentes perspectivas. Um dos

resultados do conhecimento acumulado nesse campo está em estudos sobre a recuperação da visão com a ajuda da microeletrônica (ver ‘Implante na retina’).

Esse grande interesse talvez se explique pelo fato de a visão ser a forma mais intensa de relação com o meio externo, e por estar intimamente ligada ao bem-estar. Há diversas vertentes disponíveis para o aprofundamento do estudo nesse tema e grupos de pesquisa nas universidades brasileiras, em várias áreas, se dedicam a pesquisas sobre a visão humana. Vale a pena aprender mais sobre um sentido tão essencial na vida diária. **Gr**

### IMPLANTE NA RETINA

Um grupo de pesquisadores da Alemanha e do Brasil implantou um *chip* eletrônico (de 3 mm) no olho de pacientes com retinose pigmentar, doença que causa degeneração da retina e pode levar à cegueira. Com o implante, alguns pacientes voltaram a perceber a luz e até contornos dos objetos. A maioria dos protótipos de próteses visuais está baseada em estimulação elétrica de células nervosas em diferentes locais do sistema visual. A estimulação da retina transmite a informação ao sistema nervoso central, onde é construída nossa percepção das imagens. Em doenças como a retinose pigmentar, o início dessas informações está prejudicado, e o *chip* ajuda a contornar esse problema. Vêm ocorrendo importantes avanços nessa área, mas ainda é necessário elucidar questões como a avaliação do funcionamento, em longo prazo, dos implantes eletrônicos.

### Sugestões para leitura

- HELENE, O. e HELENE, A. F. ‘Alguns aspectos da óptica do olho humano’, em *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 33, nº 3, 2011 (acessível em <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v33n3/12.pdf>).
- LAMB, T. D. ‘A fascinante evolução do olho’, em *Scientific American Brasil*, nº 111, 2011 (acessível em [http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/a\\_fascinante\\_evolucao\\_do\\_olho.html](http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/a_fascinante_evolucao_do_olho.html)).
- STORK, D. G. ‘Óptica e realismo na arte renascentista’, em *Scientific American Brasil*, nº 32, 2005 (acessível em [http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/optica\\_e\\_realismo\\_na\\_arte\\_renascentista.html](http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/optica_e_realismo_na_arte_renascentista.html)).
- RODRIGUES, E. B.; ÁVILA, M. P.; HESSE, L.; SCHANZE, T. e KROLL, P. ‘Implantes eletrônicos para restabelecimento da visão em cegos’, em *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, v. 67, nº 2, 2004.

#### NA CH ON-LINE

<http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/08/novas-janelas-para-o-mundo/?searchterm=vis%C3%A3o%20e%20olho>

<http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/bilhoes-de-neuronios/no-horizonte-as-causas-da-miopia/?searchterm=vis%C3%A3o%20e%20olho>

# ESTÍMULOS, ENVELHECIMENTO E MEMÓRIA

As características do ambiente de vida podem afetar processos mentais como o aprendizado e a memória? Para buscar uma resposta, camundongos jovens e velhos foram criados em gaiolas diferentes – uma comum, sem qualquer atrativo, e a outra preenchida com objetos variados – e depois foi avaliada a capacidade desses animais de aprender e lembrar com testes específicos. O estudo mostrou melhor desempenho cognitivo daqueles mantidos no ambiente enriquecido e estimulante. A contagem de um tipo de célula – os astrócitos – em uma região do cérebro envolvida com a memória indicou ainda que variações no desempenho dos animais parecem estar associadas a diferenças importantes no número e na distribuição dessas células.

## Daniel Guerreiro Diniz

*Programa de Pós-graduação em Neurociências e Biologia Celular, Instituto de Ciências Biológicas, Hospital Universitário João de Barros Barreto e Laboratório de Investigações em Neurodegeneração e Infecção, Universidade Federal do Pará*

## Graziella de Assis Malerba

## Eduardo Anderson Duarte Cavalcante

## Cristovam Wanderley Picanço Diniz

*Hospital Universitário João de Barros Barreto e Laboratório de Investigações em Neurodegeneração e Infecção, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará*





## Ambientes estimulantes geram benefícios cognitivos e células não neuronais parecem atuar no processo

O estudo dos mecanismos de aprendizado e formação da memória tem sido intenso nas últimas décadas. Sabe-se hoje que participam desses processos não apenas os neurônios, mas também outras células do sistema nervoso, entre elas os astrócitos, um dos tipos das chamadas células gliais. Até recentemente, acreditava-se que as células gliais só atuavam na sustentação e na nutrição dos neurônios, mas agora se sabe que fazem muito mais. Os astrócitos interagem com os neurônios para formar e modular suas estruturas de comunicação (as sinapses), além de permitir seu funcionamento, ao fornecer energia e propiciar um ambiente adequado para a transmissão de informações.

Em camundongos, os astrócitos (figura 1) são as células gliais mais numerosas no hipocampo, uma das áreas cerebrais responsáveis pela formação e consolidação da memória. Essas células auxiliares colaboram ativamente para construir, adaptar e operar os circuitos neurais envolvidos nessas tarefas.

Muitos fatores parecem influenciar o aprendizado e a memória. Um deles é a riqueza de estímulos disponíveis no ambiente, incluindo os que favorecem a atividade física e a interação social. Estudos com roedores evidenciam que a diversidade de estímulos no local de vida promove mudanças biológicas e comportamentais, as quais independem de idade ou gênero, embora sejam diferentes em animais jovens ou velhos. Ao contrário, ambientes empobrecidos, como gaiolas-padrão de laboratório, levam a disfunções de aprendizado e memória.

Resultados semelhantes são obtidos em estudos com humanos. Portanto, a vida em um ambiente com muitos estímulos parece funcionar como uma proteção contra os déficits de aprendizado e memória que ocorrem durante o envelhecimento – perdas essas relacionadas a várias mudanças cerebrais, inclusive na forma e na distribuição das células gliais, observadas nesse período da vida.



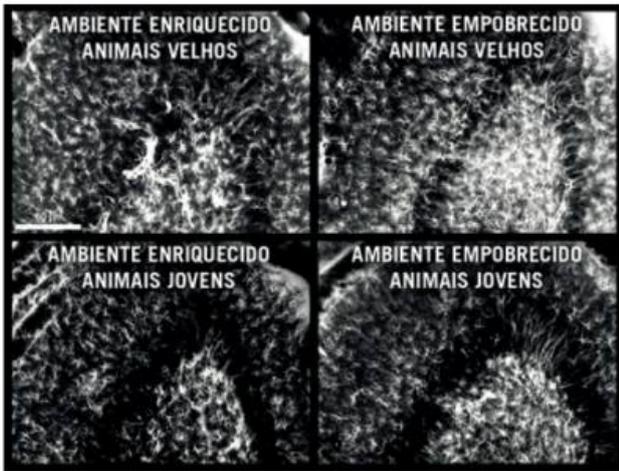


Figura 1. Imagens (em microfotografia) de astrócitos do giro denteado (os elementos brancos semelhantes a estrelas) mostraram que a intensidade da coloração dessas células varia nas três camadas dessa região do cérebro em animais de idades e ambientes diferentes. As áreas mais claras têm maior concentração de astrócitos

**Memória avaliada** O estudo aqui relatado teve como objetivo analisar os efeitos do ambiente e do envelhecimento no aprendizado e na memória e sua relação com a plasticidade dos astrócitos do giro denteado (uma parte do hipocampo) – a plasticidade é a capacidade das células cerebrais de se modificar e se reorganizar para corrigir falhas e melhorar o desempenho do sistema nervoso em resposta a estímulos externos.

Foram incluídos na análise 70 camundongos albinos suíços fêmeas com idades diferentes (9 meses e 23 meses) que cresceram, a partir de dois meses de nascidos, em ambientes distintos. Como essa linhagem de camundongos tem vida média de 24 meses, um animal de nove meses se aproxima da meia idade e um de 23 meses já está velho. Esses grupos foram divididos em duas partes, uma mantida em ambiente enriquecido e a outra em ambiente empobrecido (figura 2). O ambiente estimulante tinha túneis, rodas para exercício voluntário e brinquedos de plástico e metal com diferentes formas e cores, e novidades foram incluídas semanalmente. No ambiente

empobrecido (gaiolas-padrão), não havia equipamentos ou brinquedos.

Os efeitos do ambiente e da idade sobre a memória foram avaliados por meio de dois testes. Um desses testes avaliou o reconhecimento de objetos (figura 3), a partir da apresentação e reapresentação ao camundongo de conjuntos de objetos. O outro teste foi o chamado labirinto aquático de Morris, no qual o camundongo é posto em uma piscina da qual não pode sair e precisa encontrar uma plataforma escondida sob a água onde pode parar de nadar sem risco de afogamento.

O primeiro teste incluiu duas sessões de exposição de objetos, cada uma com cinco minutos e separadas por 50 minutos, e uma sessão de teste. Na sessão inicial, quatro objetos idênticos foram apresentados com determinada disposição espacial. Na segunda, os animais encontraram outros quatro objetos idênticos, mas diferentes dos expostos na primeira sessão e com outra distribuição espacial.

Nos testes, foram apresentados dois objetos da primeira sessão (ou seja, ‘antigos’) e dois da segunda (‘recentes’). Além disso, foi alterada a posição de um objeto antigo reapresentado (objeto ‘deslocado’) e mantida a do outro objeto antigo e dos objetos recentes expostos de novo (‘estacionários’). Esperava-se – com base na tendência natural dos camundongos de explorar objetos desconhecidos – que eles explorassem por mais tempo objetos da primeira sessão (antigos), pois a lembrança dos

Figura 2. Os animais estudados foram mantidos em ambiente muito estimulante (enriquecido) (A) ou em local com poucos estímulos (empobrecido) (B)



FOTOS DE DANIEL G. LINZ

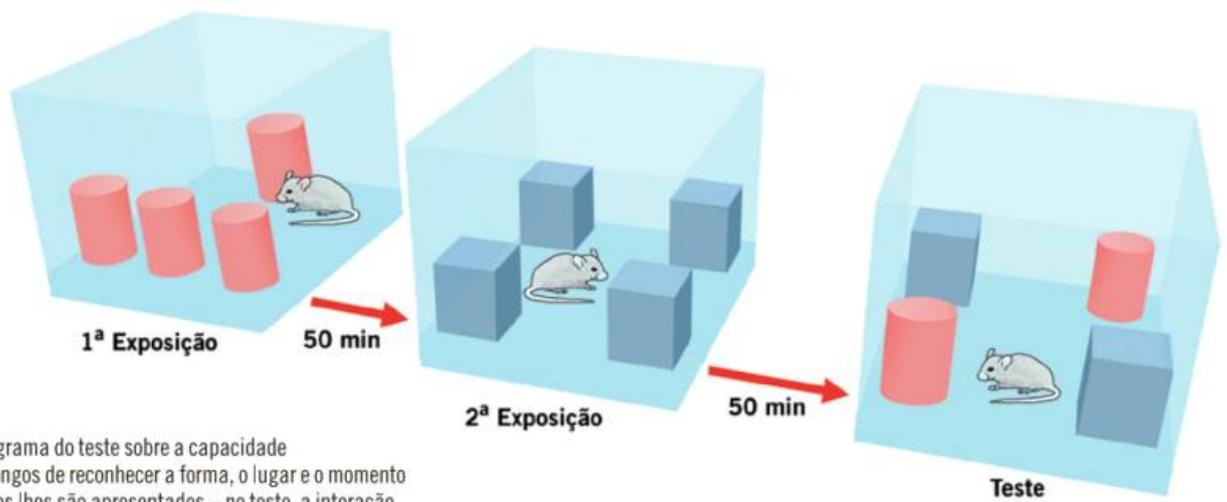


Figura 3. Diagrama do teste sobre a capacidade dos camundongos de reconhecer a forma, o lugar e o momento em que objetos lhes são apresentados – no teste, a interação com objetos antigos (da primeira exposição) ou recentes (da segunda) e com objetos mantidos na posição original ou deslocados permitiu avaliar o aprendizado e a memória dos animais

objetos recentes seria mais forte, e que seu interesse fosse maior pelo objeto antigo e deslocado, em seguida pelo outro objeto antigo (estacionário) e finalmente pelos objetos recentes (figura 4).

Os testes foram gravados em vídeo e analisados, contando-se o número e o tempo das interações a partir do instante em que o camundongo se aproximava do objeto de interesse e posicionava a cabeça a 3 cm ou menos deste. O desempenho foi definido pelo percentual do tempo total gasto com a exploração dos objetos.

No teste do labirinto aquático, a plataforma ficou escondida a 1 cm da superfície da água tingida com anilina comestível. Para encontrá-la, os animais tinham 90 segundos após colocados na água, com intervalos de 90 segundos entre as tentativas. A tarefa era considerada completa quando localizavam a plataforma e ficavam nela por ao menos cinco segundos. No primeiro dia era feita a adaptação do camundongo ao labirinto aquático e, nos dias seguintes, até o quinto, era registrado o tempo para achar a plataforma, a distância percorrida e a velocidade de natação de cada animal. O teste durou de sete a 10 dias, dependendo do grupo experimental.

Nos testes de reconhecimento, somente os animais jovens e velhos do ambiente enriquecido foram capazes de reconhecer de modo adequado os objetos antigos e recentes, estacionários e deslocados, indicando que sua memória estava preservada. Os animais do ambiente empobrecido não conseguiram fazer as distinções corretas, ou seja, apresentaram déficits de memória.

No labirinto aquático, os camundongos jovens do ambiente empobrecido e todos os do ambiente enriquecido aprenderam e lembraram a posição da plataforma, mesmo em dias diferentes. O ambiente ou a idade não afetaram a velocidade de nado, sugerindo que a maior parte do impacto negativo no aprendizado e na memória deveu-se ao prejuízo cognitivo. A trajetória do nado revelou que a habilidade de encontrar a plataforma rapidamente, percorrendo distâncias mais curtas, foi maior nos animais de 23 meses alojados em ambiente enriquecido (figura 5).

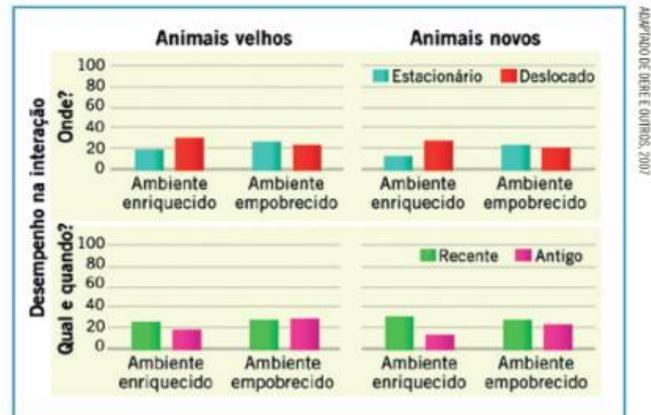


Figura 4. Os desempenhos dos animais jovens e velhos nos testes de reconhecimento de objetos revelam que apenas os vindos do ambiente estimulante têm sua memória preservada, interagindo mais com objetos deslocados ou com objetos recentes (já que reconhecem os antigos e os estacionários). Isso independe da idade, sugerindo que o enriquecimento ambiental protege contra os efeitos do envelhecimento

**Células importantes** Ao avaliarmos a plasticidade dos astrócitos, buscamos identificar mudanças no número e distribuição dessas células na região cerebral de interesse, o giro denteado. Para determinar o número de astrócitos, é preciso reconhecê-los ao microscópio. Isso é feito com uma técnica especial de coloração, exclusiva para essas células. A contagem, no giro denteado, é obtida com o método denominado fracionador óptico: as células são contadas em finas amostras do tecido da área de interesse, obtidas de modo sistemático e aleatório. Sabendo o tamanho da área de interesse e o número e tamanho das amostras, cálculos estatísticos permitem estimar a quantidade de astrócitos em todo o tecido.

Os resultados combinados dos testes de memória e da contagem de astrócitos revelaram diferenças, dependendo da camada examinada do giro denteado. Nos animais criados em ambiente empobrecido, a estimativa do número de astrócitos na camada polimórfica (uma das camadas da região) é significativamente maior (37%) nos animais velhos, em relação aos jovens. Esse aumento foi associado ao declínio observado no desempenho dos animais velhos em testes de memória (em comparação com os jovens mantidos no mesmo ambiente).

>>>

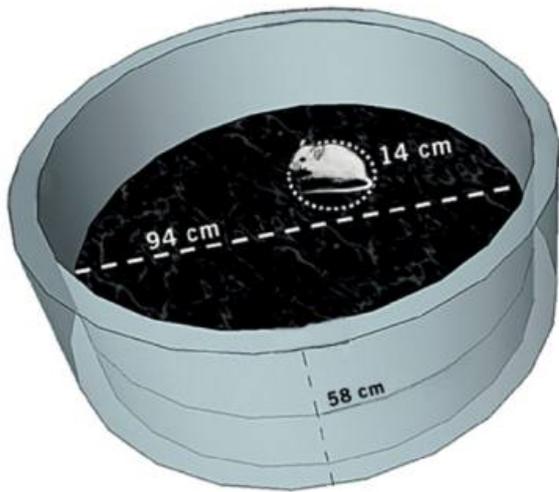
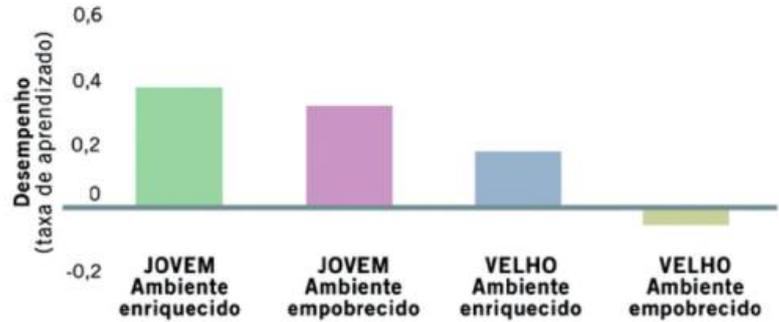


Figura 5. Na avaliação do desempenho no teste do labirinto aquático, animais jovens gastam menos tempo e nadam menores distâncias para achar a plataforma onde podem descansar. Entre os animais velhos, os de ambiente enriquecido encontram a plataforma mais rápido que os mantidos em ambiente pouco estimulante



PARA OBTER A TAXA DE APRENDIZADO, O TEMPO DE NADO NO DIA DE INTERESSE É SUBTRAÍDO DO TEMPO NO PRIMEIRO DIA E O RESULTADO É DIVIDIDO PELA SOMA DO TEMPO NO PRIMEIRO DIA COM O TEMPO NO DIA DE INTERESSE

No entanto, a estimativa do número de astrócitos em outra camada (molecular) do giro denteado também foi significativamente maior. O ambiente enriquecido alterou em 30% o número de astrócitos tanto nos animais jovens quanto nos velhos, em relação aos animais também velhos criados no ambiente empobrecido. Como os animais do ambiente enriquecido preservaram a memória espacial (no teste com os objetos) e aprenderam e lembraram a posição da plataforma (no teste do labirinto aquático), formulou-se a hipótese de que o aumento de astrócitos induzido pelo enriquecimento ambiental na camada molecular e o associado ao envelhecimento na camada polimórfica podem ter diferentes funções.

Os estudos não permitiram definir uma regra simples para associar o número de astrócitos e o desempenho nos testes. Isso foi atribuído ao fato de que as contagens não permitem distinguir os astrócitos alterados pelo envelhecimento daqueles influenciados pelo enriquecimento ambiental. De qualquer modo, os animais que cresceram em ambiente estimulante (gaiola enriquecida) tendem a exibir maior número de astrócitos na camada molecular do giro denteado, quando comparados aos que cresceram em ambiente pouco estimulante (gaiola-padrão).

Os resultados do nosso estudo estão de acordo com observações anteriores de que o alojamento de animais em ambientes pouco estimulantes, a partir do período de aleitamento, pode impedir o desenvolvimento cognitivo normal e que este é preservado nos criados em ambiente enriquecido. Esses achados parecem indicar que a plasticidade dos astrócitos da camada molecular do giro denteado está associada à estimulação sensoriomotora e cognitiva proporcionada pelo ambiente enriquecido.

Os experimentos, portanto, revelaram pela primeira vez que manter estímulos sensoriais, motores e cognitivos por toda a vida preserva nos camundongos estudados a capacidade de integrar e lembrar informações sobre o lugar, a forma e o momento em que objetos lhes

são apresentados, e melhora a capacidade de aprender e lembrar a posição da plataforma escondida no teste do labirinto aquático. Indicou ainda que os astrócitos do giro denteado talvez contribuam para ambas as tarefas. Estudos posteriores, recém-publicados, apontam que, além do número, a forma dos astrócitos também é alterada pelo enriquecimento ambiental e pela idade.

Dentro dessa linha de pesquisa, em nosso laboratório, a fonoaudióloga Thaís Oliveira, em dissertação de mestrado em neurociências, comparou o desempenho de idosos que vivem de forma sedentária em instituições (asilos) de longa permanência (ambiente pouco estimulante) e de idosos que vivem em casa, com suas famílias (ambiente enriquecido), usando testes apropriados de aprendizado e memória. Oliveira constatou maior declínio cognitivo senil nos idosos mantidos em asilos, e demonstrou ainda que a estimulação multisensorial e cognitiva desses últimos, graças a mudanças no ambiente em que vivem, recupera sua capacidade de aprender e lembrar em nível comparável ao dos idosos que vivem com suas famílias. 

## Sugestões para leitura

DINIZ, D. G.; FORO, C. A.; REGO, C. M.; GLORIA, D. A.; DE OLIVEIRA, F. R.; PAES, J. M.; DE SOUZA, A. A.; TOKUHASHI, T. P.; TRINDADE, L. S.; TURIEL, M. C. e outros. 'Environmental impoverishment and aging alter object recognition, spatial learning, and dentate gyrus astrocytes', em *European Journal of Neuroscience*, v. 32(3), p. 509, 2012.

LENT, R. *Cem bilhões de neurônios*. São Paulo, Atheneu, 2001.

OLIVEIRA, T. 'Efeitos da estimulação multissensorial e cognitiva sobre o declínio cognitivo senil agravado pelo ambiente empobrecido das instituições de longa permanência' (dissertação de mestrado no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará), 2012.

PURVES, D.; AUGUSTINE, G.; FITZPATRICK, D. e outros. *Neurociências*. Porto Alegre, Artmed, 2002.



FOTO: OCCIO RODRIGUES

*Em cerca de 48 horas, o clima da França mudara radicalmente. Como pode um rei fugir às suas obrigações, desertar de seu povo?*

Na noite de 20 de junho de 1791, Luís XVI, Maria Antonieta, seus dois filhos, uma irmã do rei e mais seis pessoas ligadas ao serviço real burlaram a vigilância pesada da Assembleia Nacional e deixaram o Palácio das Tulherias, no coração de Paris. Iam disfarçados: a governanta das crianças reais de nobre, os monarcas de pessoas comuns, o pequeno herdeiro do trono de menina. O destino era Montmédy, na fronteira noroeste, onde o rei se juntaria a oficiais franceses que já haviam deixado o país e, caso tudo corresse como se esperava, às forças de seu cunhado, o arquiduque austríaco e imperador romano-germânico, Leopoldo de Habsburgo.

Reconhecidos pouco antes do destino, o rei e seu grupo foram detidos a 21 de junho, na cidadezinha de Varennes, e reconduzidos sob escolta a Paris. Em livro eletrizante, *Varennes – a morte da realeza*, a historiadora francesa Mona Ozouf compara a ida, em que a carruagem avançou tranquila entre camponeses que trabalhavam nos campos, aos sobressaltos da volta, quando multidões hostis, brandindo foices e enxadas, empurraram o veículo, apuparam a família real, dirigiram aos reis insultos horríveis. Em cerca de 48 horas, o clima da França mudara radicalmente. Como pode um rei fugir às suas obrigações, desertar de seu povo?

De volta a Paris, a vigilância sobre Luís XVI se intensificou. Não quisera fugir, apenas viajar, aproximar-se das fortificações fronteiriças, ver de perto a população do reino: variadas foram as tentativas de justificação do monarca. Em poucos dias, os debates da Assembleia Nacional pegaram fogo, e aos poucos nasceu a suspeita de que o caminho da Revolução, aberto em 1788 pela convocação dos Estados Gerais, não levaria à preservação da realeza.

As discussões atingiram aspectos essenciais da natureza do poder político e das formas de governo. Enquanto a defesa da República ganhava corpo, incentivada por panfletos e toda uma iconografia detratora

(Luís XVI aparecia como um porco enorme, Maria Antonieta era associada a comportamentos fúteis e amorais), muitos deputados sustentavam a necessidade da monarquia e ressaltavam sua utilidade. Pretendiam que a Revolução arrefecesse o ímpeto, redesenhando o papel da realeza, mas sem aboli-la. Ainda se acreditava – no espírito das Letras do século 18 – que a Revolução era basicamente benfazeja.

Confinado nas Tulherias, o rei lia e lia a *História da Inglaterra*, do escocês David Hume (1711-1776), obcecado com o destino de Carlos I Stuart, executado pelos revolucionários de 1640. Rei e rainha, em cartas cifradas, acendiam uma vela aos deputados da Assembleia Nacional e outra às potências europeias: o rei se lamentava ao primo, Carlos IV, rei de Espanha; a rainha junto a seu irmão Leopoldo, que presumidamente comandaria um ataque à França insurgida. As desconfianças e o fosso entre Luís XVI e Assembleia só faziam aumentar.

O segundo semestre de 1791 foi um laboratório e um precipitador da radicalização política da França revolucionária. Para os que observavam tudo do lado de fora das fronteiras, o temor crescia. Para os que, dentro do país, viviam o dia a dia, os rumores se avolumavam e a sombra da guerra iminente ficava mais espessa. Em *O rei foge*, o historiador norte-americano Timothy Tackett defende que o período do Terror foi filho legítimo da fuga real.

Se a tentativa de 20 de junho de 1791 tivesse obtido êxito, a história da Europa poderia ter sido diferente? Muitos se deixam atrair por esse exercício de história contrafactual, até porque o episódio é fascinante e rocamboloso, do inusitado da fuga à captura reveladora, que removeu a máscara da sacralidade monárquica. Melhor é aceitar que fatos, por mais espetaculares que sejam, revelam estruturas profundas, e as da França revolucionária haviam sido abaladas para sempre. **En**

**LAURA DE MELLO E SOUZA**

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

# MUITAS INCERTEZAS

SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE COMEÇA A DISTRIBUIR VACINA CONTRA O HPV PARA MENINAS, MAS PERSISTEM DÚVIDAS SOBRE A EFICÁCIA E A SEGURANÇA DO IMUNIZANTE

A partir desse mês, o Sistema Único de Saúde (SUS) passa a oferecer uma vacina contra o papilomavírus humano (HPV), agente causador do câncer do colo de útero e responsável por outras doenças sexualmente transmissíveis, como verrugas genitais e cânceres de ânus, garganta e pênis. A campanha de imunização pretende atingir 5,2 milhões de meninas entre 11 e 13 anos. A vacina estará disponível durante todo o ano em 36 mil postos de saúde da rede pública e em escolas públicas e privadas. Apesar de anunciada como esperança contra o câncer, ainda há muitas dúvidas sobre o real impacto da vacina, além de questionamentos sobre a faixa etária alvo escolhida pelo Ministério da Saúde, o plano de vacinação adotado no Brasil e a sua relação custo-benefício como estratégia de saúde pública.

A vacina distribuída na rede pública é a quadrivalente Gardasil, do laboratório farmacêutico Merck, que protege contra a infecção para quatro sorotipos do vírus HPV: 6 e 11, relacionados com o aparecimento de verrugas genitais, e 16 e 18, responsáveis por cerca de 70% dos casos de câncer de colo de útero no mundo. Além da adotada pelo SUS, existe uma vacina bivalente, da GSK, disponível na rede privada, que protege apenas contra os tipos 16 e 18.

A vacina escolhida é a que cobre mais tipos de HPV, mas ainda assim deixa de fora 30 outros tipos, 13 deles também ligados ao câncer. Essa cobertura parcial tem preocupado médicos que acreditam que a cam-

panha governamental não tem sido clara sobre esse ponto.

“Do modo que a campanha vem sendo feita, como se a vacina fosse infalível, muitas pessoas podem achar que estão seguras e deixar de fazer o exame Papanicolau, estratégia crucial e já consolidada de prevenção ao câncer de colo de útero e outras doenças”, diz o médico Daniel Knupp, diretor de pesquisa e pós-graduação da Sociedade Brasileira de Medicina de Família e Comunidade (SBMFC), associação científica que lançou uma nota de repúdio à adoção da vacina pelo SUS. “Só com esse exame é possível evitar o câncer causado por todos os 13 tipos de HPV que a vacina não cobre.”

O Papanicolau foi até hoje a principal ação de saúde para prevenção de câncer de colo de útero e ovário no país. No exame, o médico recolhe um esfregaço de células do útero para análise. Esse material pode revelar a presença da infecção por HPV e as lesões precursoras do câncer. A cauterização ou remoção cirúrgica das lesões evita o desenvolvimento da doença. Desde que o preventivo foi implantado no país, a morte por câncer de colo uterino caiu 75%.

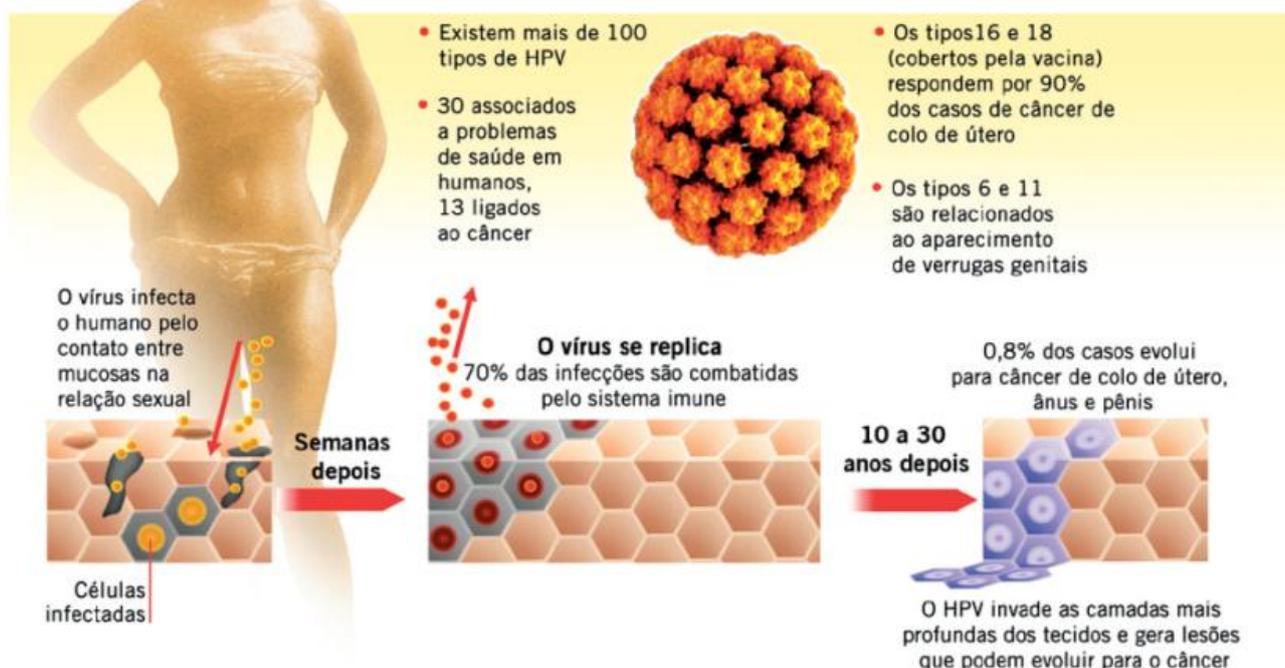
Apesar dos bons resultados do exame, a bióloga Luisa Villa, da Universidade de São Paulo (USP), afirma que não é possível compará-lo à vacina, por serem estratégias diferentes. “A vacina é o que chamamos de prevenção primária, ela elimina o vírus e a pessoa vacinada não tem chance alguma de ter o câncer causado por aqueles tipos vi-

rais”, explica a pesquisadora, que conduziu estudos clínicos sobre a vacina como consultora da Merck. “O Papanicolau é um rastreamento que identifica quem pode ter uma lesão pré-cancerosa; é prevenção secundária. Se ele fosse muito eficiente, teria erradicado o câncer de colo de útero, o que não ocorreu em país nenhum do mundo, porque as mulheres não fazem o acompanhamento devido de forma regular. As duas ações se complementam; juntos, exame e vacina formam uma estratégia muito efetiva para controlar o câncer.”

O médico pediatra e gestor de saúde pública Alberto Chamovitz não duvida da eficácia da vacina para combater os quatro tipos de HPV a que se destina, mas questiona sua adoção do ponto de vista dos gastos públicos e do seu benefício para a população. “A vacina não vai mudar o comportamento das pessoas, que é o que dissemina a doença”, aponta. “A mulher vacinada não deve deixar de fazer sexo com proteção e o exame preventivo porque se vacinou. Caso contrário, seria uma roleta-russa: ao fazer sexo desprotegido, seria uma sorte a mulher encontrar um parceiro infectado somente pelos tipos de HPV cobertos pela vacina. Por isso, não recomendo a vacina para as minhas pacientes, pois não faz diferença.” E continua: “Em gestão de saúde, temos o que chamamos de custo de oportunidade: quando você compra uma coisa, tem que deixar de comprar outra. Gastar milhões de reais com a com-

## Papilomavírus Humano (HPV)

Sexualmente transmissível e geralmente assintomático, é a única causa de câncer de colo de útero



pra de uma vacina de resultados ainda duvidosos e que dá uma falsa impressão de segurança não parece uma decisão acertada em termos de saúde pública.

Um preventivo custa hoje em torno de R\$ 12 para o SUS e deve ser repetido a cada dois anos. A dose de Gardasil está sendo comprada da Merck por US\$ 14 (cerca de R\$ 34) – abaixo do valor de varejo, em torno de US\$ 100. Cada menina deve receber três doses da vacina para estar imunizada, o que gera um gasto aproximado de R\$ 530 milhões para atingir o público-alvo da primeira etapa da campanha de vacinação. Além desse valor, o governo federal está investindo cerca de R\$ 15 milhões na divulgação da campanha de vacinação e mais R\$ 300 milhões para transferir a tecnologia da fabricação da vacina para o Instituto Butantan, em São Paulo. A instituição já iniciou o processo de preparação e treinamento e deve começar a produção do imunizante daqui a sete anos. Segundo o diretor do

instituto, o imunologista Jorge Kalil, o preço de cada dose deve baixar quando a vacina passar a ser feita aqui no Brasil. “O custo é pequeníssimo quando se verificam as vantagens obtidas para a saúde da população”, defende Kalil.

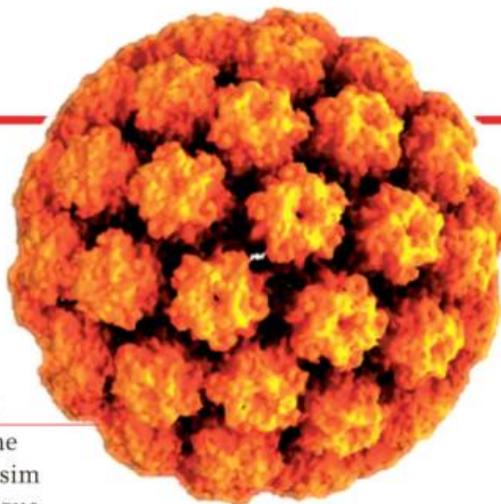
Diversos estudos foram feitos fora e dentro do país para avaliar o custo-benefício da vacina. No entanto, nenhum deles apresenta uma conclusão definitiva. Ainda há muitas lacunas sobre o efeito do imunizante. Não se sabe, por exemplo, o tempo de proteção da vacina, usada há apenas 10 anos. Em testes com mulheres vacinadas, os melhores resultados até agora mostraram imunização por oito anos.

Mas já é possível acompanhar o real impacto da vacina sobre a saúde pública em países como a Austrália que, desde 2007, a distribui gratuitamente para mulheres de 11 a 26 anos. Atualmente, cerca de 70% das jovens dessa faixa etária já foram vacinadas no país. Estudos de monitoramento mostram que,

cinco anos depois do início da vacinação, houve uma queda de 90% nos casos de verrugas genitais entre as mulheres e de 70% entre os homens heterossexuais, que passaram a se expor a menos mulheres com o HPV. “Esses dados mostram o quanto a vacina é eficaz e induz uma clara imunidade de grupo”, comenta Villa. “Imunidade que seria maior ainda se fosse oferecida também para homens, especialmente homossexuais.”

Apesar dos bons resultados com o controle de verrugas genitais na Austrália, não há dados sobre o impacto da vacina na redução do câncer de colo de útero entre a população. Isso porque a vacina só está disponível há uma década e o período entre a infecção por HPV e o aparecimento da doença é, em média, de 20 anos – enquanto o intervalo para o aparecimento de verrugas – é de apenas alguns meses.

Segundo Villa, no entanto, há dados ainda não publicados que mostram redução das lesões precursoras



do câncer de colo de útero na Austrália.

Por isso, o médico Daniel Knupp afirma que não é possível falar em redução do câncer. “Os estudos que avaliam os benefícios da vacina contra o HPV não indicam que ela previne o câncer de colo uterino, mas sim que reduz a incidência das lesões que às vezes são precursoras do câncer”, diz. “Essas lesões são divididas em três tipos, conforme sua gravidade, e cerca de 70% delas são curadas pelo próprio sistema imune da mulher. Os demais 30% podem ser tratados antes de evoluírem para um câncer.”

Por outro lado, Villa lembra que a vacina protege contra as verrugas e outras doenças, como o câncer de pênis e ânus. “As verrugas genitais, anais e orais são mais que um incômodo, e o câncer peniano pode, em casos mais graves, levar à amputação e à morte”, diz a médica.

**QUESTÃO DE IDADE** Outro aspecto controverso da vacina é a faixa etária a que vem sendo destinada. Nos Estados Unidos, a médica ginecologista Diane Harper, da Universidade de Missouri-Kansas, que coordenou estudos clínicos da vacina financiados pela Merck, causou rebuliço ao afirmar publicamente que a vacina traz mais riscos que benefícios para meninas que ainda não iniciaram a atividade sexual – justamente a faixa etária alvo da campanha de vacinação no Brasil, que será estendida para meninas de nove anos a partir de 2015.

Segundo a pesquisadora, sem conhecer ainda o tempo de proteção da vacina, não faz sentido imunizar essas meninas. “O preventivo nunca matou ninguém e sozinho previne mais cânceres de colo de útero que a vacina sozinha”, disse Harper ao jornal britânico *The Huffington Post*. “Já a vacina está associada a efeitos adversos sérios. Se administrada em meninas com 11 anos e não atingir validade de pelo menos 15 anos,

não haverá nenhum benefício, apenas riscos, pois os cânceres de colo de útero não se manifestam em faixas etárias tão novas.” Entre os efeitos adversos relacionados à vacina, já foram registrados casos de doenças autoimunes e morte. Embora esses eventos não tenham sido diretamente causados pelo imunizante, mas acionados por ele, a sua ocorrência levou o governo do Japão a suspender a recomendação de uso da vacina no país.

Knupp acrescenta que nenhum teste clínico da vacina foi feito com a faixa etária que vem sendo recomendada para vacinação. Todos os ensaios clínicos, até hoje analisaram mulheres com mais de 15 anos. “Não sabemos se o público-alvo da vacina vai reagir da mesma forma”, questiona o médico. “São poucos anos de diferença, mas pegam uma faixa etária crucial: a pré-adolescência, quando as meninas passam por muitas transformações que podem resultar também em uma diferença de resposta imunológica.”

Além disso, o médico destaca que a campanha do SUS segue um calendário de vacinação diferente do recomendado pelo fabricante da vacina. Segundo a Merck, a segunda dose da vacina deve ser tomada dois meses após a primeira, seguida de um reforço seis meses depois. No SUS, para reduzir custos, a segunda dose será oferecida seis meses após a primeira. A terceira, só depois de passados cinco anos. Outros países, como México, Colômbia e Canadá também adotaram esse esquema alternativo. Embora não tenham sido conduzidos testes clínicos especifi-

cos para esse calendário, a medida é aprovada pela Organização Panamericana de Saúde (Opas).

Não é possível saber se as meninas vacinadas já estarão imunizadas com a segunda dose ou se terão que esperar mais de cinco anos para obter a proteção. “Estudos mostram que duas doses geram uma resposta imune similar à de três doses”, diz Villa. “Mas não há garantia de que esse esquema alternativo funcione tão bem quanto o oficial. Esperemos que sim.”

Pesando os prós e contras, a bióloga ainda assim acredita que tomar a vacina é a melhor decisão. “Os eventos adversos podem ser graves, mas acontecem, entre as meninas adolescentes vacinadas, na mesma proporção que em meninas que não recebem a vacina”, pontua. “Eu prefiro que a menina em taxas muito baixas, tenha algum risco – o que acontece com qualquer medicamento, até uma aspirina – do que daqui a menos de 20 anos desenvolva um câncer que pode matar em proporção muito maior.”

O ginecologista Renato Ferrari, do Hospital Universitário da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que já vacinou a filha adolescente na rede privada, tem a mesma opinião. “Ainda há dúvidas sobre as vacinas, mesmo porque quem faz a maioria das pesquisas sobre elas são os próprios laboratórios que as fabricam, mas até o momento as vacinas contra HPV têm se mostrado eficazes”, comenta. “Em termos de saúde pública, pensando nos gastos de distribuir a vacina a todos, a questão é complexa, mas do ponto de vista particular a decisão é mais simples e individual. Se temos uma vacina que pode proteger de uma infecção, não vale a pena tomar? Como fica a consciência de um pai que não vacina a filha adolescente e depois ela desenvolve câncer?”

SOFIA MOUTINHO | CIÊNCIA HOJE | RJ

# MAIS PRÉDIOS, MAIS RAIOS

ESTUDO PIONEIRO EM MANAUS MOSTRA RELAÇÃO ENTRE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS E URBANIZAÇÃO

Dias de tempestade são um terror para moradores de várias grandes cidades. Basta uma chuva forte para que tudo se torne um caos: enchentes, desabamentos, trânsito engarrafado, quedas de energia, prejuízos econômicos e, muitas vezes, a perda de vidas humanas. Além disso, o número e a intensidade das tempestades vêm crescendo, e não se pode acusar apenas a natureza. Foi o que constatou o Grupo de Eletricidade Atmosférica (Elat), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

Ao analisar dados sobre tempestades de 14 cidades brasileiras, todas com mais de 500 mil habitantes atualmente, o Elat observou que, entre 1910 e 2010, o número de dias com ocorrência

de tempestades aumentou acompanhando a urbanização. A média, que na primeira metade do século 20 era de 43 dias com tempestade por ano, alcança hoje a marca de 77 dias.

Para conferir esses resultados em uma situação sem interferência de outros fatores além da urbanização, os pesquisadores do Elat decidiram realizar um estudo que relacionasse a quantidade de raios (evidência de tempestades) e o crescimento urbano em uma grande cidade cercada por floresta. A escolhida foi Manaus. Além de a cidade estar situada no meio da maior floresta tropical do mundo, a incidência de raios na região é uma das maiores em todo o planeta. O trabalho foi publicado na revista científica *American Journal of Climate Change* em dezembro passado.

O estudo comparou registros históricos da temperatura da superfície urbana e da incidência de raios na região, constatando que os padrões de variação de ambos estão diretamente associados. A conclusão é clara: a incidência de raios aumentou ao longo do tempo, em resposta ao crescimento da cidade, que levou a uma temperatura maior na superfície. Ou seja, os humanos são de fato agentes perturbadores do clima.

A surpresa ficou por conta da hipótese de que a floresta amazônica inibiria o efeito da urbanização. O processo, porém, se mostra

poderoso e deixa especialistas, como o geofísico Osmar Pinto Junior, coordenador do estudo, preocupados com o futuro. “Hoje, o aumento de temperatura devido à urbanização nas cidades tem uma contribuição pequena no aquecimento global do planeta, mas, como as pessoas se aglomeram cada vez mais em grandes centros, isso pode ter um impacto global futuramente”, alerta o pesquisador.

A relação entre o espaço urbano e o clima está vinculada às chamadas ‘ilhas de calor’ criadas pela urbanização. Áreas com muitos prédios, explica Pinto Junior, criam uma concentração de ar quente e esta, ao se elevar a grandes altitudes, pode levar à formação de uma tempestade repleta de raios. O caso de Manaus é sintomático: a cidade apresentou forte crescimento nas últimas décadas, quase triplicando sua área urbana e aumentando em 3°C sua temperatura máxima, e, em consequência, a incidência de raios aumentou por volta de 50% nos últimos 30 anos.

Outro fator relevante é a localização de Manaus em uma região conhecida como ‘chaminé de raios’ – essas ‘chaminés’ são as regiões do mundo que naturalmente já recebem maior incidência de descargas atmosféricas. As outras ‘chaminés’ ficam na Indonésia e na África Central. Portanto, qualquer efeito observado na capital do Amazonas pode revelar como se comportarão os raios nesse tipo de região.

O Elat vem realizando estudos para determinar com maior precisão os efeitos futuros do aumento de raios, e as projeções não são animadoras. “Os estudos sugerem que, na maior parte do planeta, em particular na região tropical, onde o Brasil se situa, a incidência de raios crescerá entre 10% e 30% para cada grau de aumento na temperatura, o que pode trazer muitos prejuízos”, conclui Pinto Junior.

GABRIEL TOSCANO | CIÊNCIA HOJE | RJ

## Primeiro do mundo

O Brasil tem pesquisas muito avançadas na área de descargas elétricas. Isso se deve ao fato de o país ser o campeão mundial de incidência de raios. São mais de 50 milhões de descargas atmosféricas por ano, que geram em média 100 mortes e 500 feridos. Esses números significam que, a cada 50 mortes por raio no mundo, uma ocorre no Brasil. Entre as vítimas fatais, 82% são do sexo masculino e 20% dessas mortes ocorrem durante atividades agropecuárias. Além das fatalidades, os raios causam, a cada ano, R\$ 1 bilhão de prejuízo ao país.

# MAIOR RAPIDEZ E QUALIDADE

## ÓXIDO NÍTRICO E ERVA-MATE PODEM ACELERAR A REGENERAÇÃO DE TECIDOS

Diabéticos, pacientes em pós-operatório e pessoas submetidas a cirurgias plásticas têm um desejo comum: cicatrização mais rápida e de melhor qualidade. A solução pode vir de laboratórios nacionais que estudam os benefícios da ingestão da erva-mate e do uso de biomateriais que liberam óxido nítrico sobre a pele lesionada.

O óxido nítrico é produzido naturalmente durante a cicatrização. Quando liberado a partir de uma fonte externa, também tem se mostrado um bom cicatrizante, melhorando a qualidade do processo de inflamação e acelerando a deposição de colágeno na pele. O composto vem sendo estudado por pesquisadores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) em colaboração com a equipe do

químico Marcelo Ganzarolli de Oliveira, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). “Estamos testando diferentes dosagens liberadas a partir de um biomaterial produzido especialmente para isso”, conta a biomédica Andréa Monte Alto Costa, da Uerj. O biomaterial desenvolvido na Unicamp é aplicado em forma de filme diretamente sobre a pele e age liberando óxido nítrico.

As duas equipes estudam os efeitos do óxido nítrico na cicatrização há oito anos. Nas pesquisas iniciais, usavam um gel capaz de liberar óxido nítrico. Esse gel foi aplicado com sucesso sobre lesões de animais saudáveis e outros com deficiência de irrigação sanguínea na pele. Nestes últimos (pele isquêmica), ele foi capaz de dobrar

a regeneração das lesões da pele em animais em 14 dias. Agora, as equipes buscam no biomaterial um suporte de mais fácil manuseio.

Como o óxido nítrico pode ser tóxico se usado em alta dosagem, os pesquisadores ainda farão testes mais minuciosos. Quando encontrarem a dosagem ideal, iniciarão testes clínicos com uma indústria farmacêutica já interessada.

**MAIS OPÇÕES** Paralelamente à pesquisa com o óxido nítrico, Costa avalia os efeitos da ingestão de erva-mate sobre a cicatrização de camundongos. “A erva *Ilex paraguariensis* tem muitas propriedades antioxidantes e ajuda na regeneração cutânea de animais com estresse psicológico”, explica.

A pesquisadora esclarece que a erva-mate não acelera a cicatrização normal, mas diminui pela metade o retardo do processo em animais submetidos a estresse. Sabe-se que o estresse prolonga a fase inflamatória de uma lesão e atrasa a regeneração em até 50%. “Os resultados com animais mostraram que a área das lesões diminuiu em 10 dias de tratamento”, diz Costa.

Enquanto esses produtos não chegam ao mercado, a equipe estuda ainda novas formas de prevenir problemas de cicatrização. “Em outros testes, vimos que uma dieta rica em gordura, o uso de óleo de peixe e o contato da pele com fumaça de cigarro são fatores muito prejudiciais para uma boa cicatrização”, alerta a biomédica.



O biomaterial é aplicado em forma de filme diretamente sobre a pele e age liberando óxido nítrico para melhorar a regeneração do tecido

# BRILHO ÚNICO

DESCOBERTA DA ORIGEM DA COR DO CAPIM-DOURADO  
PODE LEVAR A NOVOS TESTES DE DIAGNÓSTICO DE DOENÇAS

Em bijuterias ou cestas artesanais, o brasileiro capim-dourado (*Syngonanthus nitens*), planta típica do Japão (Tocantins), atrai a atenção de compradores de todo o mundo encantados com seu brilho semelhante ao do ouro. A coloração que atrai consumidores também desperta o interesse de pesquisadores. Empenhados em descobrir o que gera a cor dourada da planta, físicos da Universidade Federal do Paraná (UFPR) conduziram uma série de análises sofisticadas até conseguir uma resposta. A procura não só deu certo como também abriu caminho para novas e inusitadas aplicações do vegetal.

O capim-dourado só apresenta essa coloração quando está seco. Por isso, os pesquisadores analisaram a planta seca com microscopia eletrônica em busca de pistas. O primeiro teste, que procurou pela presença de metais que pudessem conferir a tonalidade dourada, não deu em nada. Então os físicos partiram para uma análise da geometria do vegetal.

“Na natureza existem outros materiais que refletem luz dourada, como asas de borboletas, por exemplo, onde o que gera a cor são estruturas na superfície das asas, pequenas escamas que fazem com que a luz brinque e seja refletida dessa forma fantástica”, explica um dos autores do estudo, o físico Wido Schreiner.

Mas as análises não revelaram esse tipo de estrutura no capim-dourado, que mostrou ter uma superfície bem lisa – o que explica seu brilho, mas não sua cor. Os resultados começaram a fazer sentido quando os pesquisadores resolveram estudar os componentes químicos da planta. Foi quando descobriram que o capim-dourado contém flavonoides que interagem de modo especial com a luz do Sol.

“Observamos que esses flavonoides absorvem o espectro luminoso do azul, do violeta e do ultravioleta”, explica Schreiner. “Quando a luz branca, que contém esses espectros, incide sobre o capim, os flavonoides absorvem essas cores e sobra o

espectro avermelhado, que gera a cor dourada.”

A resposta abriu a possibilidade de uso dos flavonoides do capim-dourado em um campo totalmente inusitado. A capacidade de absorção de luz da substância pode ser aproveitada para fabricação de testes para o diagnóstico de variadas doenças, como Aids e hepatite.

Nesses testes, proteínas do micro-organismo causador da doença são inseridas em uma gota de sangue do paciente para saber se este está infectado. Se ele já teve contato com a doença, terá anticorpos específicos para ela, e estes se ligarão às proteínas, atestando que a pessoa está infectada. Para detectar essa relação entre proteínas e anticorpos, os laboratórios adicionam às proteínas moléculas fluorescentes que se destacam ao microscópio. Hoje, as moléculas fluorescentes usadas no país são importadas de empresas multinacionais, mas poderiam ser substituídas pelos flavonoides do capim-dourado.

“Temos a chance de ter um produto nacional, natural e de fácil acesso”, diz Schreiner, que começa agora a estudar essa possibilidade de aplicação juntamente com pesquisadores do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Diagnósticos para a Saúde Pública. “O capim-dourado é uma planta nacional que poderia servir de matéria-prima. Muitos cientistas se preocupam mais em estudar coisas de fora que do próprio país; com esse estudo, nós destacamos a importância de dar valor ao que é genuinamente brasileiro.”

FOTO LONERPLAN/SHUTTERFLICKR

FOTO MARCUS QUITO/FLICKR



O capim-dourado do Japão é usado na fabricação de bolsas, cestos, peças de bijuteria e outros acessórios, que atraem grande interesse por causa do brilho que lembra o ouro

SOFIA MOUTINHO | CIÊNCIA HOJE | RJ

# SÉRGIO HENRIQUE FERREIRA MARIA CLOTILDE ROSSETTI FERREIRA

## *Opostos e complementares*

VERA RITA DA COSTA  
*Ciência Hoje/RJ*

Sérgio Ferreira e Clotilde Rossetti se conheceram ainda estudantes, em um congresso da União Estadual dos Estudantes (UEE) no final da década de 1950. Ele, representante estudantil da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP). Ela, do Departamento de Filosofia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Da amizade veio o namoro, o noivado, o casamento, os filhos, os netos e, além disso, uma parceria que se completa também na vida profissional. Não que trabalhem juntos. Ao contrário, cada qual trilhou seu caminho profissional e consolidou sua carreira acadêmica em áreas distintas.

Sérgio Ferreira construiu sua trajetória na farmacologia. Recém-formado médico pela USP (1960), iniciou sua carreira de pesquisador na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP/USP), junto ao grupo de jovens e dinâmicos pesquisadores que se reunia à volta de Maurício Oscar da Rocha e Silva. Em Ribeirão Preto, onde ainda hoje, aos 79 anos, atua como livre-docente, Fer-

reira obteve seu doutorado em farmacologia (1964) e realizou a descoberta que o tornou reconhecido internacionalmente: o fator potenciador da bradicinina, peptídeo que deu origem aos atuais remédios para controle da pressão arterial.

Clotilde Rossetti, por sua vez, fincou sólidas raízes acadêmicas na área de psicologia do desenvolvimento e educação infantil, na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP/USP), onde é atualmente titular e professora emérita. Licenciada em filosofia pela PUC-SP e especialista em psicologia clínica pelo Instituto Sedes Sapientiae de São Paulo, tornou-se reconhecida como uma das principais autoridades brasileiras em desenvolvimento humano e educação infantil.

Golpe do destino, a carreira de ambos foi favorecida pelo que é considerado por muitos a maior tragédia política do país: o golpe militar de 1964. Embora não vinculados diretamente a partidos ou à militância direta, Sérgio e Clotilde sempre foram referências políticas



FOTO: JULIANA ESPERTELA

importantes, principalmente entre os estudantes. Viados e sentindo-se sob ameaça, decidiram sair do país, conciliando a necessidade política estratégica com o desejo de se aprimorar academicamente.

Na Inglaterra, Sérgio Ferreira obteve seu primeiro pós-doutorado (1967) no Royal College of Surgeons, trabalhando no grupo liderado por John Robert Vane, ganhador do Nobel de Medicina de 1982 por pesquisas sobre prostaglandinas. No mesmo período, entre 1965 e 67, Clotilde Rossetti fez seu doutorado no Instituto de Educação, da Universidade de Londres, debruçando-se sobre o tema Interação mãe-criança sob orientação de Brian Foss e James Douglas, depois de ter nascido um segundo filho. Os tempos de 'auto-exílio' na Inglaterra foram tempos difíceis para o casal: além das dificuldades em se estabelecer em um novo país, havia a falta de dinheiro — recorda-se Ferreira. E os cuidados com os dois filhos pequenos, além do terceiro que estava a caminho — lembra Rossetti.

Também o retorno não foi fácil: iludidos com as notícias que chegavam sobre o abrandamento da ditadura no Brasil, o casal fez uma tentativa de volta em 1968, mas a permanência foi breve e frustrante. O regime endurecia e o risco aumentava, o que os obrigou a nova saída do país, no início da década de 1970. A contrapartida positiva de mais essa saída obrigatória foram os novos estudos, os pós-doutorados, as publicações e as novas aprendizagens obtidas no exterior. Além disso, talvez o mais importante benefício tenha sido o fortalecimento da solidariedade e da cumplicidade, que se tornaram a marca diferencial desse casal. Afinal, como se revela ao longo desta entrevista — que *Ciência Hoje* publica como um perfil duplo e uma homenagem a ambos —, embora tenham ideias, opiniões e até modos de pensar e agir muito diferentes, é inegável que Sérgio Ferreira e Clotilde Rossetti são exemplos de opostos que se complementam.

>>>



Sérgio Henrique Ferreira (à esquerda, na primeira fila) e John Robert Vane (segundo à direita, na primeira fila), acompanhados de outros membros do Departamento de Farmacologia do Royal College of Surgeons de Londres, Inglaterra, 1966



Sérgio Ferreira e Massimo Di Rosa, da Universidade de Nápoles, Itália (no alto, à direita). Curso oferecido aos pós-graduandos na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Década de 1980

**Certa vez o senhor comentou que, se a descoberta do fator potenciador da bradicinina fosse feita hoje, o senhor seria milionário. É isso mesmo?**

**SÉRGIO** Sem dúvida. Naquele tempo, não tínhamos uma indústria nacional capaz de tocar a produção de um medicamento com base na descoberta e muito menos um sistema de patentes. Hoje, seria diferente. A indústria nacional está mais bem estruturada, embora quem a domine sejam os grandes laboratórios internacionais. Hoje, poderíamos patentear ou participar da patente do produto gerado. Mas, na década de 1960, quando percebemos a possibilidade de criar uma droga contra a hipertensão e fizemos contatos com a indústria farmacêutica nacional, isso não era possível. Não havia uma indústria no país capaz de dar seguimento ao projeto. No exterior, foi muito fácil. Por meio do [fisiologista e ganhador do Nobel de 1982] John [Robert] Vane [1927-2004], com quem eu havia trabalhado na Inglaterra, os grandes laboratórios souberam do potencial do BPF [sigla em inglês para Fator Potenciador da Bradicinina] e tocaram a produção do primeiro medicamento contra hipertensão arterial. Lá já havia essa permeabilidade entre a pesquisa acadêmica e a indústria. Nada impedia que um conhecimento migrasse para a produção. E foi isso o que aconteceu.

**CLOTILDE** Aconteceu e, inclusive, houve uma tentativa de fazer parecer que era uma descoberta de lá...

**SÉRGIO** Isso mesmo. Algumas pessoas, na Europa, tentaram mesmo mudar o rastro da descoberta, trocando o nome do fator potenciador e tentando apagar a nossa participação nela. Mas a história é a história. Não tem jeito. Tinha sido feito aqui e pronto.

**Conte-nos como se deu a descoberta.**

**SÉRGIO** A história é simples: o [Maurício] Rocha e Silva [1910-1983] chegou um dia no laboratório todo animado com uma ampolinha de bradicinina sintética, que havia acabado de ser produzida, e pediu a um estudante que testasse a droga. O teste foi uma decepção, porque os efeitos da bradicinina sintética eram muito menos intensos que os da bradicinina natural. Como fator de hipotensão, a sintética era fraquinha em relação à obtida diretamente do veneno da jararaca. Foi, então, que eu tive o que considero a minha grande sacada. Pensei: se a bradicinina natural é mais potente e foi extraída diretamente do plasma, inoculado com o veneno, então deve haver aí algum fator que potencializa o seu efeito. O Rocha e Silva, nessa época, havia viajado para a Europa e eu comecei a fazer os experimentos na tentativa de identificar alguma coisa. Quando ele vol-

tou, mostrei os resultados, que demonstravam que havia mesmo um fator no veneno da jararaca que potencializava a bradicinina. Fiz a prova aplicando esse potenciador à bradicinina sintética em um cachorro e acho que esse experimento foi dos mais bonitos que fizemos.

**Qual foi a reação do Rocha e Silva?**

**SÉRGIO** Ele saiu do laboratório batendo o salto do sapato – toque, toque, toque – e fechou a porta. Eu fui falar com ele e, antes mesmo que eu falasse algo, ele disse: “Esse experimento foi a melhor coisa que fizemos hoje”. Ou seja, ele reconheceu de imediato que havia ali algo importante. Tanto que no primeiro trabalho que publiquei, no *British Journal of Pharmacology*, em 1965, ele não quis ser coautor, porque reconheceu que foi algo de minha total iniciativa.

**CLOTILDE** Foi muito bonita a atitude do Rocha e Silva em relação ao trabalho do Sérgio. Na primeira versão do artigo, entregue pelo Sérgio para ele ler e aprovar, havia o nome dele como coautor. Mas, ao corrigir o artigo, o Rocha e Silva cortou o próprio nome.

**SÉRGIO** Na época, fiquei inseguro com essa atitude e fui perguntar se o fato de cortar o próprio nome era porque havia algo errado no trabalho. Mas ele disse que não, que estava fazendo isso porque, do contrário, ninguém acre-



Sérgio Ferreira ladeado pelos farmacologistas Salvador Moncada (à esquerda) e John Robert Vane (à direita). Cerimônia de entrega do Prêmio Nobel de Medicina a John R. Vane, 1982

ditaria que o mérito era apenas meu. Ele avalizava o artigo e fez, inclusive, uma carta de cobertura, indicando o trabalho para publicação no *British Journal of Pharmacology*.

#### E qual foi a repercussão do artigo?

**SÉRGIO** O que era publicado no *British Journal of Pharmacology* era muito bem aceito, porque tinha relevância. Meu artigo passou para a história porque foi o primeiro a falar da presença de fatores potenciadores do efeito da bradicinina. Foi esse artigo que abriu meu futuro na Europa, porque quando me questionavam sobre o que havia feito de bom na vida, eu tinha o artigo para mostrar. Isso, na época, era um ótimo cartão de visita. Eu era um moleque e já assinava sozinho em uma publicação de porte. Mas a repercussão da pesquisa só veio mesmo mais tarde, quando tivemos o estalo de que esse potenciador poderia ser usado como medicamento. Isso ocorreu em 1969, quando eu trabalhava com o Vane na Inglaterra. A sugestão de que tínhamos em mãos a base para uma substância hipotensora foi do 'velho' John Vane. Na época, fiquei bem quietinho e só fui explorar esse tema e fazer pesquisas nesse sentido quando voltei para Ribeirão Preto, no início da década de 1970, e comecei a colaboração com o [Eduardo Moacyr] Krieger.

#### A ida de vocês para a Inglaterra nesse período foi por questões políticas?

**SÉRGIO** Nossas idas para a Europa sempre estiveram ligadas a questões políticas, embora a gente tenha conseguido conciliar isso com estudos e pesquisas. Basta ver que nossa primeira saída foi entre 1965 e 1967 e a segunda, entre 1970 e 1975. No meio tempo, em 1967, tivemos a ilusão de que as coisas por aqui haviam melhorado e, assim como vários outros amigos, retornamos. Foi só uma ilusão passageira, porque em dezembro de 1968 veio o AI 5 [Ato Institucional nº 5] e a coisa endureceu de vez.

**CLOTILDE** Quando ocorreu aquele 1º de abril [o golpe de estado militar, em 1964], as coisas já ficaram difíceis para todos. Lembro que, em julho de 1964, quando houve a reunião da SBPC aqui, em Ribeirão Preto, o Michael Rabinovitch e o Luiz Hildebrando [Pereira da Silva] ficaram hospedados conosco. Eu já tinha dois filhos, e vinha da faculdade todos os dias para amamentar o menor. Em um desses dias, deparei com o investigador nos esperando. Na realidade, ele esperava o Rabinovitch e o Hildebrando para prendê-los, mas consegui distrair sua atenção, enquanto uma pessoa que trabalhava em nossa casa saiu para telefonar e avisar o Sérgio. O Michael, ajudado pelo Maurício da Rocha e Silva, o filho escapou e viajou para Nova York, mas o Hildebrando não quis fazer o mesmo e resolveu se apresentar. Conclusão: ele foi preso e mandado para o navio Raul Soares, que estava fundeado em Santos e servia de prisão para quem não concordava com o regime. Isso nos fez perceber que, de certa forma, também éramos visados, porque, embora não tivéssemos uma militância direta, éramos referências importantes para os estudantes. Além disso, na mesma época precisamos ajudar amigos, muito mais visados que nós, a se esconder na fazenda da minha mãe aqui, em Ribeirão Preto, e na casa de um tio do Sérgio, em Taquaritinga. Ou seja, eram favas contadas: nós acabaríamos sendo presos também.

**SÉRGIO** Essa história de se esconder da polícia eu gosto de contar: levei o Pedro de Azevedo Marques para o posto do meu tio enquanto a Clotilde levou a esposa dele, a Marisa [de Azevedo Marques] para a fazenda da mãe dela. Só que, quando nós estávamos escondidos, apareceu a polícia, que fora avisada da presença de "uns comunistas barbudos" por uma empregada da fazenda. O Pedro e eu conseguimos escapar e ficamos escondidos dentro de uma tubulação de esgoto na beira de uma estrada. Depois, pegamos um ônibus para São Paulo. No ônibus, estava um policial que conhecia meu tio e a mim. Ficamos apavorados, mas o policial não disse nada. Chegamos em São Paulo e aí, maravilha, era uma cidade grande e fácil de se esconder.

#### E com a senhora, o que aconteceu?

**CLOTILDE** Pois é, para variar, fiquei segurando as pontas. Eu era chamada a todo o momento para depor, mas, nesse início, o regime ainda era brando. Eles ainda não estavam seguros das maldades que fariam depois. Um momento realmente tenso foi quando fui chamada tarde da noite para depor sobre um arsenal encontrado na fazenda de minha mãe. Fiquei apavorada. Temi que meu irmão, que tomava conta da fazenda, tivesse se armado por medo de invasões promovidas pelas ligas camponesas. Na hora, pensei: agora estou enrascada. Como vou explicar essas armas? Como vou explicar um arsenal de direita na casa da minha mãe? Como eles vão acreditar que não é um arsenal de esquerda, que pertence a nós? Depois, tudo se esclareceu, pois eram umas poucas armas velhas, de família, que serviam para caçar. Não tinha nada de arsenal.

#### Como era o clima na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto nessa época?

**SÉRGIO** Havia de tudo: quem apoiava e quem delatava. Não se pode dizer que havia atuação organizada. Era uma confusão só, muita suspeita e muito disse-me disse.

**CLOTILDE** Tivemos muito apoio de algu- >>>

## perfil

Clotilde Rossetti, entre doutorandos, pós-doutorandos e funcionários do Centro de Investigação sobre o Desenvolvimento e Educação (Cinedi), da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP/Ribeirão Preto, em 2000



Clotilde Rossetti e Katia de Souza Amorim em lançamento do livro *Rede de significações e o estudo do desenvolvimento humano*, 1994

mas pessoas, como o Herman Davanzo, um professor chileno chefe do Departamento de Psicologia Médica e Psiquiatria da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, onde eu trabalhava... Também foi elogiável a postura do [José] Moura Gonçalves [1914-1996], o diretor da Faculdade de Medicina. Ele foi muito corajoso ao não permitir que os militares, a polícia, entrassem na faculdade, o que aconteceu em São Paulo.

**SÉRGIO** Na época, não dava nem para sair e tomar um sorvete. Uma vez, saímos e notamos que estávamos sendo seguidos. Entramos em uma sorveteria, sentamos e falamos que esperaríamos um amigo. Nesse meio tempo, o investigador que nos seguia pediu o sorvete dele. Quando ele recebeu o sorvete na mesa dele, levantamos e saímos. Foi uma molecagem nossa. Demos muitas risadas.

### A decisão de sair do país foi difícil?

**CLOTILDE** Nós já estávamos pensando em estudar fora e, conforme a situação foi ficando complicada, percebendo que estávamos constantemente vigiados, resolvemos sair. Nunca é fácil sair do país, ainda mais com filhos pequenos. Mas não havia o que fazer, porque mais e mais ficávamos sabendo da prisão de conhecidos e das barbaridades cometidas. Em 1965, sentimos que não podíamos mais arriscar e fomos para Londres. O Sérgio foi para o *Royal College of Surgeons*, com bolsa de pós-doutorado, e eu para a Universidade de Londres, também com bol-

sa, onde obtive o doutorado. Na realidade, fiz o doutorado e tive minha filha. Prazo recorde: gravidez, parto e doutorado em um ano e 10 meses, e com dois filhos pequenos para cuidar. Foi uma batalha. Mas, tenho que reconhecer: o Sérgio sempre foi solidário. Ele era o cozinheiro da casa.

**SÉRGIO** Não sei como, mas demos um jeito. Não tínhamos dinheiro para nada, mas foi muito bom. Na Inglaterra, nos divertimos muito. Todo mundo lá era duro e nossa casa era muito frequentada, porque nós fazíamos comida brasileira. Os 'mortos de fome' iam todos para lá. Além disso, aos olhos deles, éramos divertidos e exóticos.

**CLOTILDE** Foi realmente uma época muito boa. Trabalhávamos muito, em casa e fora. O Sérgio nessa época produziu sete artigos. Lá na Inglaterra, o jeito divergente de ele pensar agradou bastante. Ele era super-respeitado. Além disso, era uma época rósea, época dos Beatles, em que a Inglaterra estava saindo do racionamento e voltando a respirar aliviada.

### E o seu trabalho em Londres, Clotilde? Como foi sua 'iniciação' na área do desenvolvimento infantil? Já tinha interesse no estudo das relações sociais e afetivas na infância antes de ir para o exterior?

**CLOTILDE** Eu já tinha interesse na área. Inclusive já vinha trabalhando com um grupo de auxiliares de enfermagem na pediatria, discutindo com elas as reações das crianças, como na separação dos familiares ao serem internadas, e formas de dar-lhes um me-

lhor acolhimento. Mas, em Londres, fui aluna da Tavistock Clinic e tive como professor John Bowlby, a grande autoridade sobre apego. Foi uma época de aprendizado muito rico.

### Uma questão sobre a qual a senhora tem insistido desde a década de 1970 é a importância de criar um contexto de aprendizagem social e afetiva desde a mais tenra infância, para que as crianças, já na creche, possam interagir entre si e explorar o ambiente. Como avalia a situação da educação infantil e, principalmente, da creche em nosso país?

**CLOTILDE** Avançamos muito nas últimas décadas em termos de legislações, orientações técnicas e subsídios, que estão disponíveis no sítio do MEC. Porém, o discurso ainda está muito longe das práticas. E, para melhorá-las, é necessário qualificar os professores-educadores, oferecer-lhes formação continuada e boas condições de trabalho. Assim, eles poderão formular uma proposta pedagógica que contemple o acolhimento da criança e da família, a organização dos espaços e tempos, de forma a favorecer a autonomia e a interação das crianças, suas brincadeiras e aprendizagens, com respeito ao ritmo e à individualidade de cada um.

Mas esse trabalho todo vale a pena. Nos últimos 12 anos, desenvolvi com meus orientandos uma série de pesquisas sobre acolhimento familiar, institucional e adoção. E uma das evidências desse trabalho foi que grande parte das medidas de proteção

integral à criança e ao adolescente, que impõem um afastamento da mãe e dos familiares, seria evitada se houvessem creches, pré-escolas e ensino fundamental em tempo integral e de boa qualidade.

**A senhora dá aulas desde os 17 anos, há mais de 50 anos, e ainda faz pesquisa... Com qual desses papéis se identifica mais: educadora ou pesquisadora? Por quê?**

**CLOTILDE** Que pergunta difícil! Eu considero as três atividades complementares, pelo menos no meu caso. Atividades teóricas e de pesquisa, de ensino-educação e atividades de extensão, seja junto à comunidade, seja junto a órgãos de governo. Todas se integram e complementam, uma enriquecendo a outra. Em certos momentos, conforme as circunstâncias, uma se sobrepõe à outra. Mas quero falar aqui sobre outra atividade, aliás fruto dessas, que me dá muito prazer. Produzir vídeos e livros que possam ser úteis na formação de profissionais e em trabalhos de extensão. Temos oito vídeos sobre educação infantil – *No canto da tela* –, disponíveis no sítio do Cindedi [Grupo de Investigações sobre Desenvolvimento Humano e Educação Infantil], e quatro vídeos com desenho animado, entrevistas e debates, sobre proteção integral à infância, material que foi recomendado na página virtual do CNJ. Tudo o que fiz foi sempre fruto de um trabalho coletivo, de pesquisa, ensino e aprendizagem.

**Vocês comentaram que em 1968 retornaram, mas não deu para permanecer aqui. Como foi a segunda saída do país?**

**CLOTILDE** Foi muito mais complicada, principalmente para mim. Eu havia voltado exausta da nossa primeira maratona em Londres. Tinha enfrentado gravidez, parto, doutorado e filhos pequenos e estava me recuperando de uma hepatite contraída ao voltar. Além disso, estava com o laboratório formado na Faculdade de Medicina, com pesquisas iniciadas e gente nova trabalhando. E aí, surge a necessidade de ir embora de novo. Eu não queria isso, mas era evidente que correria-

mos risco ao ficar. O Sérgio, inclusive, embarcou antes. Eu fiquei ainda um tempo com as crianças na casa [dos físicos] Amélia [Hamburger (1932-2011)] e Ernst [Hamburger]. Logo após eu embarcar, soube que a Amélia e o Ernst foram presos. E nós teríamos sido presos também, se ficassemos.

**SÉRGIO** Lembra que sua licença não foi aceita?

**CLOTILDE** Isso mesmo! O afastamento do Sérgio foi renovado, mas a minha licença não. Fui considerada subversiva e desligada da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Na época, eu trabalhava no Departamento de Psicologia Médica e Psiquiatria e havia sido contra a união com a Neurologia, porque achava que isso era um retrocesso. Pensava que o melhor era se unir à clínica médica ou à medicina social e liderei um movimento nesse sentido na faculdade. Acho que foi isso o que pesou na hora da não renovação da minha licença.

**SÉRGIO** Por isso, sempre digo: eu sou o bonzinho. A subversiva é ela!

**CLOTILDE** Tivemos muitas dúvidas sobre voltar ou não para o Brasil. O Sérgio estava muito satisfeito em termos profissionais, mais do que eu, apesar de eu estar com uma bolsa e trabalhando em uma área muito interessante, sobre desenvolvimento de apego e comportamento social. Mas nossos filhos estavam ficando adolescentes e sentíamos que eles sempre seriam estrangeiros na Inglaterra. Queríamos que eles tivessem uma experiência mais rica, aqui no país. Por isso, voltamos. O Sérgio, com emprego, retornando à Faculdade de Medicina, mas eu sem, porque houve uma divisão de opiniões sobre minha readmissão na faculdade. Os psicólogos queriam, mas o pessoal de formação médica, psiquiátrica, não. Então, para retornar à vida acadêmica, precisei fazer outro concurso.

**Soube que seu pai era médico. As atividades dele exerceram influência sobre suas escolhas profissionais?**

**SÉRGIO** Meu pai era médico de forma-

ção, mas também atuava como jornalista. Ele escrevia regularmente para a *Folha de S. Paulo* sobre alimentação e corridas de cavalos e foi colega do [médico, escritor, jornalista especializado em ciência e fundador da SBPC] José Reis [1907-2002]. A *Folha* naquele tempo [décadas de 1940 e 50] era um jornal relativamente pequeno e feito por um grupo restrito de pessoas. Todos se conheciam e muitos tinham uma segunda atividade. O jornalismo era uma atividade quase diletante. Lembro de ir algumas vezes entregar as matérias que meu pai escrevia e encontrar esse círculo intelectual que fazia o jornal e frequentava nossa casa. Quando moleque, até pensei em meter a ser jornalista, mas depois desisti. Acabei seguindo a medicina, mas não por influência direta de meu pai. Na verdade, fui fazer medicina por capricho, porque um dia encontrei um amigo que não via há bom tempo e ele, esnobando, disse que havia acabado de entrar na Faculdade de Medicina. Para não ficar por menos, bati no peito e disse que também faria medicina. Ele duvidou, meio que me desdenhou, porque, para estudar, eu era preguiçoso que só. Foi a atitude dele que me fez fazer cursinho preparatório e estudar: queria ter o prazer de encontrá-lo e dizer “olha eu aqui na medicina”. E isso, de fato, aconteceu, já no primeiro ano da faculdade.

**Conte-nos um pouco sobre sua mãe.**

**SÉRGIO** Minha mãe, Zenith Freire, se formou em farmácia e foi uma das primeiras mulheres a fazer isso em Ribeirão Preto. Ela exerceu a profissão de farmacêutica em Franca, no interior de São Paulo, mas lembro de ela comentar comigo que cansou de tratar tanto pé sujo e rachado. Ela prestou, então, um concurso para ser professora de dietética, ou algo parecido, e foi para São Paulo, onde conheceu meu pai. Na verdade, estou chamando de pai o meu padrasto, Francisco Pompeu do Amaral, porque, quando minha mãe veio para São Paulo, já havia se

&gt;&gt;&gt;

# Uma velha história de amor



Sérgio Ferreira e Clotilde Rossetti, em álbum de família. Fotografia e montagem de Vera Di Rosa, 1995



separado de meu pai biológico, com o qual praticamente não convivi. Considero meu padrasto meu pai, pois foi quem me criou. Cresci em São Paulo, na rua Augusta, em uma típica família de classe média alta. Não éramos ricos, mas vivíamos bem. Fiz o primário no grupo escolar Rodrigues Alves, na avenida Paulista, e o ginásio no Colégio Dom Pedro. Minha mãe não queria lavar panelas, por isso optou por estudar. Primeiro estudou piano, depois fez farmácia e acabou professora. Ou seja, ela queria ser independente. O mais interessante é que o ambiente intelectual em minha casa era muito rico em cultura. Minha mãe e meu pai tinham ótimos relacionamentos, como com o Caio Prado Junior [1907-1990] e sua esposa. Figuras como essa, que estavam nos livros com os quais eu estudava, frequentassem a minha casa. Além disso, tive uma ótima influência do convívio com os irmãos Fausto – o Nelson (pesquisador-médico), o Boris (historiador) e o Ruy (filósofo). Esse convívio foi muito importante para mim, pois entre eles respirava-se um ambiente cultural muito estimulante.

## O que o fez optar pela pesquisa e não pela clínica médica?

**SÉRGIO** Quando entrei na Faculdade de Medicina, decidi que precisava dar um jeito na existência, ou seja, ganhar

dinheiro. Por isso, fui trabalhar no hospital psiquiátrico, o Hospital do Mandaquí, em São Paulo. Eu ainda não era médico, era apenas estudante, e trabalhava como uma espécie de cuidador dos internos. O Hospital do Mandaquí ficava em Santana, bairro que na década de 1950, era o fim do mundo. Para chegar lá, só de trem e ainda tinha que caminhar um bocado. Vira e mexe os loucos fugiam e a gente tinha que correr atrás deles pela linha do trem. Foi uma boa experiência inclusive para sentir o que era ser médico e decidir não ser clínico. Além disso, o convívio também acabou me direcionando para a pesquisa. No curso de medicina, fui aluno do Michael Rabinovitch, que era um incentivador da pesquisa e da cultura. Um grupo de estudantes já trabalhava com ele. Eu era amigo de vários deles, como o Nelson Fausto, Thomas Maack, Ricardo Renzo Brentani, Peter Maroko, Jacob Kipnis, Azzo Widman, Bernardo Liberman, José Gonzáles e o Maurício Rocha e Silva [filho], Waltraut Helene Lay, que tornaram-se grandes professores e pesquisadores. Acho que me deixei influenciar por eles. O Michael era fantástico para estimular a gente, não apenas para a pesquisa, mas para estudar e refletir sobre tudo. Não tinha como conviver com ele sem ser estimulado (até em relação às namoradas...).

## Como surgiu o convite para vir para a Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto?

**SÉRGIO** Foi o Michael Rabinovitch que me indicou para trabalhar em Ribeirão com o professor Rocha e Silva, o mais respeitado cientista brasileiro da área biológica na época. Também contaram outros fatores, como o fato de eu conhecer o filho dele, o Maurício. Eu era amigo também da filha do Zeferino Vaz [1908-1981], diretor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto na época. Ou seja, naquele tempo, valiam mesmo as amizades e o 'quem indica'. Só que era bem diferente do que acontece hoje. A indicação tinha um valor enorme e envolvia responsabilidade para o indicado. Não tinha essa conotação de simples favorecimento que tem hoje.

## Quando vieram para Ribeirão Preto?

**CLOTILDE** Viemos quando nos casamos, em 1961. Quer dizer, eu ainda fiquei sustentando o Sérgio por um tempo em São Paulo, porque, na época, eu tinha dois trabalhos e ele, nenhum. Na realidade, ele até tinha trabalho, mas, como veio sem contrato, recebia praticamente nada. Eu, por outro lado, havia me formado em orientação escolar e filosofia na PUC-SP e fazia especialização em psicologia clínica. Já dava aulas de filosofia no Colégio Sion em um período e era orientadora educacional no Colégio Oswaldo Cruz.

**SÉRGIO** A mãe da Clotilde ficou apavorada com nosso relacionamento. Achou que eu era daqueles caras que casavam com professora para ser sustentado. Até colocou uma pessoa para ver quem eu era e quem era minha mãe. Depois, nossas mães viraram comadres, ficaram amicíssimas, porque pertenciam ao mesmo ambiente cultural.

**E quando o senhor foi realmente contratado na Faculdade de Medicina?**

**SÉRGIO** Depois de um tempo, o Zeferino Vaz conseguiu verba para me pagar de uma maneira mais decente e as coisas começaram a melhorar...

**CLOTILDE** Na verdade, essa virada começou com a oportunidade de fazer o curso de estatística aplicada às ciências médicas e biológicas, patrocinado pela Organização Mundial de Saúde e organizado pela Elza Berquó, que era professora da Faculdade de Saúde Pública da USP. Era um curso de 40 dias em São Paulo e o Sérgio já estava inscrito. Como eu havia largado tudo em São Paulo, decidi fazer o curso também. Entrei totalmente de gaiata.

**SÉRGIO** O curioso é que ela entrou de gaiata e brilhou no curso, enquanto eu quase fui reprovado...

**CLOTILDE** Isso aconteceu porque nós temos formas bem diferentes de raciocínio: o Sérgio pensa de maneira divergente e acho que é por isso que ele é tão criativo. Ele pensa em oposição ao outro, provocando o outro, fazendo o outro pensar e, assim, construindo o próprio pensamento. Eu já sou diferente: consigo absorver o que o outro fala e sintetizar. Para um professor, um aluno como eu é o máximo, mas um aluno como o Sérgio é um incômodo. Nesse curso, ele só importunava e eu brilhava. Por conta disso, acabamos tendo nosso primeiro grande embate, de muitos que viriam depois.

**Interessante essa análise das formas diferentes de pensar. Na realidade, elas parecem ser bem complementares, não?**

**CLOTILDE** Sem dúvida! Eu me encanto

com a forma de pensamento do Sérgio, embora ela também me irrite. Ele é impertinente e desafiador. É como criança pequena buscando aprender. Muitas vezes, ele chega às mesmas conclusões que eu com meu pensamento mais lógico. Outras vezes, tenho que reconhecer: ele chega a conclusões bem inovadoras, às quais eu não chegaria. Acho que é isso que diferencia o Sérgio como pesquisador: para inovar, é preciso mesmo arriscar e confrontar o *status quo*. Sempre me encantei com essa competência do Sérgio e acho que o ajudei a acreditar nela. No início da carreira, ele não acreditava na própria capacidade.

**O senhor acha que foi esse seu modo de pensar que o levou à descoberta do BFP?**

**SÉRGIO** Não sei se posso dizer que foi uma descoberta propriamente dita. Acho que tive uma boa sacada, que rendeu um bom negócio. Primeiro, a percepção de que havia algo no veneno da jararaca, depois os testes. A seguir, veio o trabalho duro de muita gente para a produção industrial do medicamento anti-hipertensivo. Essa história toda é um bom exemplo de processo de construção de conhecimento, o que envolve boas ideias e trabalho duro de muita gente, inclusive da indústria. Foi na indústria que se realizou o isolamento dos vários peptídeos responsáveis pela potenciação da bradicinina e inibição da conversão da angiotensina-1, o que permitiu a síntese do captopril, o primeiro medicamento para controle da pressão arterial.

**O senhor presidiu importantes sociedades científicas, como a SBPC [Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência] e a Fesbe [Federação de Sociedades de Biologia Experimental]. Como vê a atuação dessas entidades atualmente?**

**SÉRGIO** Puxa, gosto de recordar o tempo em que fui presidente da SBPC e da Fesbe [década de 1990]. Fizemos um monte de coisas interessantes. Naquela época, havia uma relação muito intensa com o *Jornal da Ciência* e uma vontade política grande. De-

pois, acho que a SBPC murchou, ficou muito quietinha. Isso não é o ideal para uma sociedade científica com os objetivos da SBPC. Mas, infelizmente, do ponto de vista político, acho que é uma tendência geral. Não existe uma expressão política na estrutura científica brasileira. Viramos todos contratados da universidade e, de certa forma, estamos todos engessados pela vida acadêmica. A vida universitária que existia antes se perdeu. **CLOTILDE** A preocupação atual é escrever o próprio memorial e comprovar a própria produtividade. Perde-se um tempo enorme e precioso procurando justificar e comprovar, quantitativamente, que se é produtivo. E, como essa é uma exigência, as pessoas estão se voltando exclusivamente para isso. Estão perdendo a visão crítica e se tornando surdas e mudas ao sistema. Fico chocada com esse discurso de avaliação e internacionalização da produção acadêmica, com base na quantidade de artigos e citações. Enquanto os jovens, muitos deles universitários, saíram às ruas nas manifestações de junho, onde estavam os seus professores? Muito provavelmente, correndo atrás de prazos e atualizando currículos. Isso é a morte do livre pensar.

**SÉRGIO** Isso é real e as sociedades científicas estão agindo da mesma forma: em todo esse processo, onde elas estão? Elas quase sumiram, diluíram-se e tornaram-se omissas frente ao que está acontecendo, incapazes de dialogar com o diferente. Em praticamente todas as áreas, as sociedades científicas perderam sua função política original. Longe de discutir as importantes questões nacionais e colocar na mesa o ponto de vista da ciência, estão apenas preocupadas em organizar congressos. É importante ampliarmos nossos olhares e interesses para o que vem ocorrendo na sociedade brasileira, principalmente para o fato de que os jovens estão protagonizando algo novo. É preciso ajudar a interpretar o que está ocorrendo e, se possível, colaborar para que mudanças positivas aconteçam. ■

# A REVOLUÇÃO DA EVOLUÇÃO

Ideias do jovem Darwin exigiram longo e árduo trabalho antes que ele as apresentasse

## RODRIGO DE MELLO

Programa de Pós-graduação  
em Ecologia e Evolução,  
Laboratório de Genética e Biodiversidade,  
Departamento de Biologia Geral,  
Universidade Federal de Goiás  
(campus Samambaia)



A relevância científica da teoria da evolução por seleção natural poderia levar a pensar que teria sido fruto da genialidade de um indivíduo. No entanto, o contexto da vida do jovem Charles Darwin, sua pesquisa incansável e o trabalho de cientistas anteriores e contemporâneos foram essenciais no amadurecimento de suas ideias.

A teoria da evolução é, sem dúvida, a generalização mais importante até agora feita no campo das ciências biológicas, digna de emparelhar-se com as grandes concepções gerais das ciências físicas, como a teoria da gravitação, por exemplo. Ao propor sua teoria, o naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882) formulou a mais vasta contribuição até hoje feita à biologia (ver 'Darwin e a teoria da evolução', em *CH261*).

Um relato da história de Darwin que saliente apenas sua teoria sobre a origem das espécies pode levar à conclusão de que era um gênio. Mas isso não é verdade. Era um homem com espírito investigativo que foi favorecido pela estrutura intelectual existente à sua volta, da infância à vida adulta. Como qualquer jovem, sofreu conflitos, superações e escolhas. Há quem diga que ser jovem e não ser revolucionário é uma contradição, mas sua trajetória revela que trazer à luz ideias tão radicais é uma árdua tarefa, que pode levar toda uma vida.

**A JUVENTUDE DE DARWIN** Nascido em Shrewsbury, na Inglaterra, Charles foi o quinto dos seis filhos do médico Robert W. Darwin (1766-1848) e de sua esposa Susannah (1765-1817). O avô materno era Josiah Wedgwood (1730-1795), rico industrial da cerâmica e integrante da elite intelectual

inglesa. O avô paterno era Erasmus Darwin (1731-1802), que, além de respeitado médico, fazia poesia e escrevia sobre ciências naturais. Apresentou, no livro *Zoonomia* (de 1794) e no poema *O templo da natureza* (publicado em 1803, após sua morte), concepções inovadoras sobre a evolução dos seres vivos (ou 'transmutação', como se dizia na época), que inspirariam o neto.

Em 1825, depois de passar o verão ajudando seu pai no tratamento de pacientes em Edimburgo, na Escócia, o jovem Charles (aos 16 anos) foi estudar medicina na Universidade de Edimburgo. Contudo, sua aversão à brutalidade da cirurgia da época (a anestesia não estava desenvolvida) levou-o a negligenciar os estudos médicos. Nesse período, porém, ele aprendeu sobre a história natural dos organismos.

Decepcionado com o desinteresse do filho pela medicina, o pai o matriculou, em 1828, na Universidade de Cambridge, para obter um bacharelado que permitisse seu ingresso na classe eclesiástica. Ali, Charles passou muito de seu tempo coletando insetos e conheceu o reverendo John Henslow (1795-1861), professor de botânica, geólogo e especialista em besouros. Seguindo os conselhos do reverendo, ele estudou geologia e participou de um mapeamento estra-

tigráfico (estudo das sequências de rochas no solo) no País de Gales, em agosto de 1831.

Ao retornar, recebeu uma carta de Henslow dizendo que o recomendara para a função de 'cavaleiro acompanhante' de Robert FitzRoy (1805-1865), capitão do barco inglês Beagle, que deveria mapear a costa da América do Sul e outras regiões do mundo. Alguns capitães levavam esses acompanhantes para ter com quem conversar de igual para igual, já que os tripulantes dos navios da época eram em geral iletrados. Charles, embora empregado com a chance de viajar pelo mundo, não se considerava, aos 22 anos, bem qualificado para a função.

A principal barreira, porém, foi a relutância de seu pai: este disse que só daria sua bênção à aventura se algum 'homem de bom senso' o convencesse. Esse homem foi Josiah, irmão da mãe de Charles. Ele disse ao cunhado que a viagem no Beagle era muito importante para ser recusada, e que seria de grande valia para a profissão – de naturalista – escolhida pelo sobrinho. Antes de embarcar, no final de 1831, Charles Darwin escreveu um agradecimento a FitzRoy, com o seguinte presságio: "Começa minha segunda vida e será como um aniversário para o resto da minha vida".

**NAVEGAR E APRENDER** A viagem do Beagle se estendeu por quatro anos e nove meses, e permitiu a Darwin estudar uma rica variedade de características geológicas, fósseis e seres vivos de diferentes lugares. Após passar por Cabo Verde e Fernando de Noronha, o navio aportou em Salvador e depois no Rio de Janeiro. Sobre o período em que esteve no Brasil, Darwin relatou em seu diário não apenas o encantamento com as florestas, mas também seu horror com a escravidão.

Durante a viagem, Darwin leu *Princípios de geologia*, livro de Charles Lyell (1797-1875), que descrevia características geológicas como resultantes de processos graduais em longos períodos de tempo. Passou, então, a ver as formações naturais com olhos de geólogo. Nas regiões andinas do

## A biologia evolutiva moderna parece exibir uma eterna juventude, pois a cada momento surgem novas e mais abrangentes perspectivas para o estudo da organização e diversificação da vida

Chile, observou pilhas de mexilhões encravados nas rochas, o que indicava que a área tinha sido leito marinho antes de se elevar. Também foi influenciado pelo *Ensaio sobre populações*, do economista Thomas Malthus (1766-1834). Essa obra foi essencial para que concebesse como o crescimento das populações, a competição, as doenças e as exigências do meio natural regulavam a sobrevivência e reprodução individual.

Em 1836, ao retornar da viagem, Darwin dedicou-se ao estudo dos tentilhões que coletou nas ilhas Galápagos, no Equador. De início, acreditava que esses pássaros pertenciam a apenas uma espécie, mas logo ficou claro que cada ilha tinha uma espécie distinta das demais. Então, ele imaginou que todas tinham um ancestral comum. Essa primeira observação de variações geográficas o levou a acreditar que as espécies podiam mudar.

**GESTAÇÃO DA TEORIA** Quando Darwin começou a esboçar suas concepções sobre o surgimento e a transformação das espécies, muitos aspectos da biologia ainda eram desconhecidos. Nada se sabia sobre os genes, e a embriologia ainda estava em seu início.

Portanto, ele sabia que precisava de muitas provas para suas ideias inovadoras, e também estava ciente do impacto e do preconceito que sua teoria iria gerar. Por isso, realizou experimentos e reuniu fatos – por cerca de 20 anos – que confirmassem seu esquema teórico. Então, em 1855, recebeu uma carta de outro naturalista inglês, Alfred R. Wallace (1823-1913), contendo um artigo que este havia publicado, intitulado 'Sobre a lei que regula a introdução de novas espécies'.

Wallace havia chegado a uma ideia bastante similar à da seleção natural após longa jornada de coletas e pesquisas iniciada na Amazônia brasileira e continuada em áreas tropicais do Sudeste da Ásia. Os dois naturalistas

trocaram cartas, tornaram-se amigos e, em julho de 1858, suas ideias sobre a evolução das espécies foram apresentadas, em comunicação conjunta, na Sociedade Lineana de Londres.

Um ano depois, após organizar suas evidências e o arcabouço teórico, Darwin publicou o livro *A origem das espécies por meio da seleção natural*. Assim, considera-se que a primazia científica da ideia de evolução por seleção natural pertence a Darwin, que a desenvolveu por décadas, acumulando provas e registrando cada passo. Wallace, embora tenha elaborado um brilhante esboço conceitual, chegou a ele mais tarde, e sua teoria não estava tão fundamentada quanto a do amigo. Desde então, os princípios evolutivos funcionam como um ímã, incorporando várias áreas ao seu escopo conceitual. Assim como o rapaz de 22 anos que embarcou no Beagle em 1831, a biologia evolutiva moderna parece exibir uma eterna juventude, pois a cada momento surgem novas e mais abrangentes perspectivas para o estudo da organização e diversificação da vida. À luz da evolução, continuamos a dissipar sombras e nevoeiros conceituais, metodológicos e filosóficos na tarefa de descrever os padrões e processos históricos que deram origem à diversidade biológica (ver 'A mal compreendida evolução', em *CH* 266).

Aprimoramos continuamente o que o naturalista inglês propôs e buscamos entender melhor o que foi designado, há mais de 150 anos, como 'a grande árvore da vida'. Issac Newton certa vez disse que só enxergou mais longe porque se pôs de pé sobre ombros de gigantes. Se Darwin foi sepultado na abadia de Westminster, em Londres, a mesma em que jazia o famoso físico, é porque faz jus ao legado intelectual que o tornou o patrono da biologia evolutiva moderna e às ideias revolucionárias que o tornaram um dos maiores nomes da ciência. 

# A favor de Darwin

**1864 PUBLICADA OBRA DO 'BRASILEIRO' FRITZ MÜLLER QUE CONSOLIDAVA A TEORIA DARWINISTA DA EVOLUÇÃO.** Em 2014 comemoramos os 150 anos da publicação de *Para Darwin* (*Für Darwin*, no original), obra essencial para a consolidação da teoria evolutiva, que embasa filosoficamente o ramo da ciência hoje designado biologia. Seu autor – Johann Friedrich Theodor Müller (1822-1897), biólogo pela Universidade de Berlim em 1844 e médico pela Universidade de Greifswald em 1849, naturalizado brasileiro em 1856 – realizou as pesquisas que deram origem ao livro na atual cidade de Florianópolis.

## STEFANO HAGEN

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia,  
Universidade de São Paulo

## LUIZ ROBERTO FONTES

Núcleo de Antropologia,  
Instituto Médico-Legal de São Paulo

Fritz Müller  
em 1886



**FRITZ MÜLLER**, como ficou conhecido, foi professor do Liceu Provincial, na capital catarinense, por 11 anos (de 1856 a 1867) e naturalista viajante do Museu Nacional do Rio de Janeiro por 15 anos (de 1876 a 1891), residindo, porém, em Blumenau (SC). Ele não se deixou empolgar com a fama advinda de *Para Darwin*, que lhe facultou dois títulos de *doutor honoris causa*, pelas universidades de Bonn (1868) e Tübingen (1874), e convites para retornar à Alemanha como professor universitário. O “príncipe dos observadores”, como o designou Charles Darwin (1809-1882), e “herói da ciência”, no dizer de Ernst Haeckel (1834-1919), permaneceu como colono e lavrador – e nessa ocupação trivial foi o mais expressivo biólogo do Brasil no século 19.

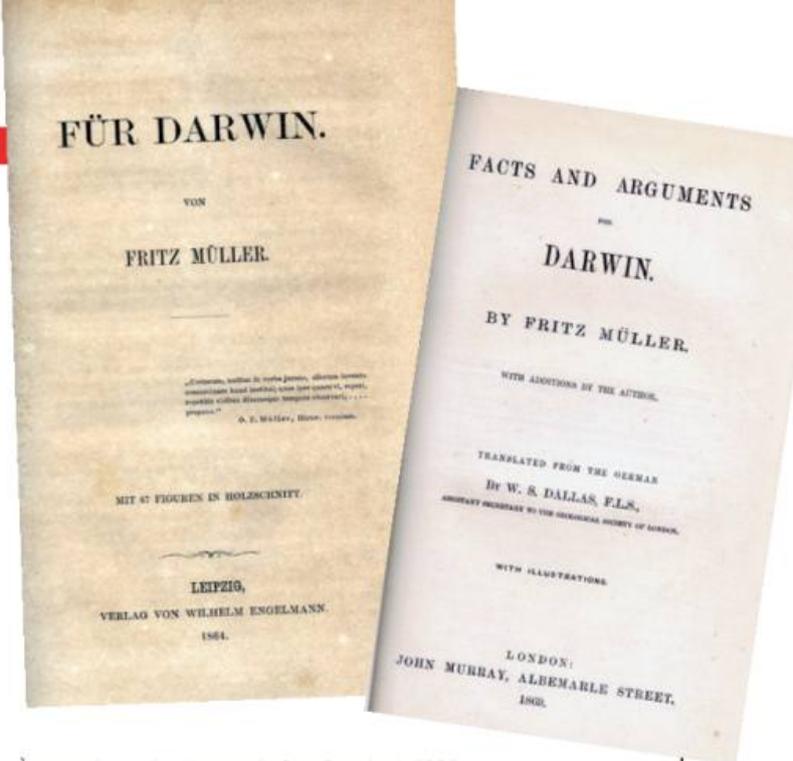
Em 1861, Fritz Müller aceitou o convite para lecionar na capital de Santa Catarina, inicialmente a contragosto, por se afastar da colônia Blumenau, onde se dedicava à lavoura e à observação da fauna e flora da mata atlântica. Mas, atraído pela possibilidade de estudar os animais marinhos, foi com a família para a capital. Para aceitar o emprego, ele, alemão imigrante, teve que se naturalizar brasileiro, o que fez sem constrangimento, pois em 1852 deixara sua terra natal, para nunca mais voltar, e instalara-se na pequena colônia fundada, dois anos antes, pelo farmacêutico e filósofo Hermann Blumenau (1819-1899). Imigrou movido por razões de cunho pessoal, por seu envolvimento na política de seu país e pela impossibilidade de exercer a medicina nas províncias alemãs. Avesso ao domínio religioso na vida social e política, recusou-se a pronunciar o juramento médico, que encerrava uma frase de cunho religioso, e não colou grau.

Apesar da opção pelo isolamento em local ermo na nova pátria, mantinha-se atualizado sobre a produção científica europeia. Para isso, contava com o irmão Hermann, professor de história natural em um colégio de Lippstadt, e principalmente o amigo Max Schultze, professor de anatomia na Universidade de Bonn. Mantinha assídua correspondência com os dois, e Schultze, a quem encaminhava suas notas científicas para publicar em revistas alemãs, lhe enviava livros e artigos científicos. Foi Schultze que, em 1856, comprou e lhe enviou um microscópio, idêntico ao que Fritz utilizara durante o curso de história natural na Universidade de Berlim.

Nesse tempo, Fritz Müller dedicava-se ao estudo dos crustáceos. Interessava-lhe especialmente o desenvolvimento larval, que parecia fornecer evidências para uma classificação mais natural do grupo. Assim, ao receber em 1861 um exemplar da tradução alemã de *A origem das espécies*, de Charles Darwin, ele se empolgou com a possibilidade de aplicar a nova teoria evolutiva aos seus estudos dos crustáceos. Não se sabe em que mês de 1861 Müller recebeu o livro. Mas a primeira menção que fez ao assunto foi em carta aos pais datada de 30 de outubro. Em 16 de fevereiro de 1862, escreveu a Schultze, dizendo que vinha aplicando os novos conceitos de Darwin no estudo dos crustáceos.

**PIONEIRISMO** O conjunto de estudos feitos na capital catarinense, abrangendo embriologia, desenvolvimento larval, ecologia, fisiologia e morfologia, recebeu o título *Para Darwin* e foi encaminhado a Schultze em fevereiro de 1864. Em meados desse ano, apareceu como livro, obra pioneira na comprovação factual da teoria evolutiva apresentada por Darwin em 1859. Com 12 capítulos sem título, identificados por números romanos, a obra, de 91 páginas, é pioneira também na apresentação do primeiro 'cladograma', isto é, um diagrama ramificado que demonstra relações de parentesco, antecipando a metodologia que surgiria quase um século depois, em 1950, por obra de outro alemão, Willi Hennig (1913-1976). Outra inovação foi propor que o desenvolvimento embrionário e larval recapitula o caminho evolutivo do grupo, uma ideia que inspirou Haeckel a propor, em 1866, um conceito mais radical e que caiu em desuso, denominado 'princípio da recapitulação ontogenética' (ou 'lei biogenética fundamental'), sintetizado na frase "a ontogenia recapitula a filogenia".

O livro apareceu no momento em que a nova teoria evolutiva, embora aceita por alguns, era alvo de controvérsias no meio acadêmico. Ainda em 1864, duas obras contrárias foram publicadas: *Exame do livro do Sr. Darwin*, opúsculo de autoria de Pierre Flourens (1794-1867), secretário da Academia de Ciências da França, e o artigo



À esquerda, página de rosto de *Para Darwin*, de 1864. A frase em latim, do naturalista dinamarquês Otto F. Müller (1730-1784), expressa sua aversão à cópia de ideias e descobertas alheias: "O que exponho, sem jurar nas palavras de ninguém e sem compilar as descobertas de outrem, é o que eu mesmo investiguei, achei e observei por diversas vezes e em diverso tempo." À direita, página de rosto da edição em inglês de *Para Darwin*, de 1869. O livro foi custeado por Charles Darwin, que financiou a tradução e a impressão

'Sobre a teoria darwinista da criação', do médico e histologista suíço Albert von Kölliker (1817-1905).

O naturalista inglês não tardou a receber um exemplar de *Para Darwin* e, em carta de 10 de agosto de 1865, escreveu a Fritz Müller: "(...) O senhor fez um admirável serviço pela causa em que ambos acreditamos. Muitos de seus argumentos me parecem excelentes e muitos de seus fatos são maravilhosos." Teve início, então, uma correspondência que consolidou a amizade entre ambos. Jamais se conheceram pessoalmente, mas a amizade durou até a morte de Darwin, em 1882.

Tão importante foi *Para Darwin* para a comprovação da teoria evolutiva que o próprio Darwin, em carta de 16 de março de 1868, solicitou ao autor permissão para traduzir a obra e que ele lhe enviasse correções e acréscimos. A tradução e impressão foram inteiramente financiadas por Darwin, e a segunda edição apareceu em 1869, com o título *Fatos e argumentos a favor de Darwin*. Nessa edição, de mil exemplares, os capítulos receberam títulos e, no final, foi incluído um índice dos nomes científicos.

*Para Darwin* foi traduzido para o russo (1865) e o francês (1882/83). A segunda edição (1869), em inglês, foi vertida para o português (1907/08; 1990) e o espanhol (1996). Finalmente, em 2009 o livro original de 1864 foi traduzido para o português e complementado com os acréscimos e correções da edição inglesa, além de resenhas bibliográficas e obituários do século 19. **61**

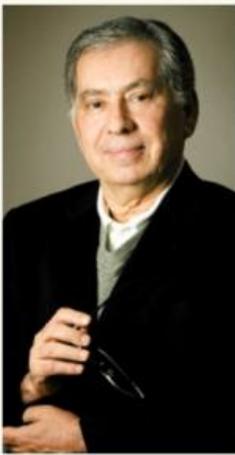


FOTO: CICERO RODRIGUES

*Apesar dos enormes erros da experiência do BNH, voltamos, após quatro décadas, a construir nos mesmos moldes*

## EM SE PLANTANDO, DÁ

É de se pôr em dúvida se a cidade, de fato, tem tido êxito em seu papel civilizatório.

Ninguém duvida da responsabilidade sobre a promoção do desenvolvimento que a cidade cumpre ao longo da história. Mas, neste século da cidade, em que a humanidade torna-se majoritariamente urbana, exemplos importantes do atual processo de urbanização são preocupantes.

No Brasil, sabemos como a urbanização acelerada e sem políticas públicas, que caracteriza nossas cidades desde meados do século passado, fez predominar as dificuldades de moradia, de mobilidade, de saneamento e de serviços públicos, acompanhadas da violência urbana. O mundo subdesenvolvido, e mesmo o emergente, parece reiterar o mesmo caminho.

Ressalte-se a China, que passou de menos de 200 milhões de cidadãos, em 1978, a mais de 700 milhões, em 2012. O objetivo é a mudança econômica do país. A cidade é o receptáculo onde as multidões trabalham.

Em consequência, 1,1 milhão de pequenos povoados arquisseculares foram desmobilizados entre 2000 e 2010 – uma taxa de 300 por dia. Eram 3,5 milhões e hoje são 2,4 milhões, segundo estudo da Universidade Tianjin, recentemente divulgado na imprensa francesa. Segundo plano governamental aprovado em novembro passado, a urbanização continuará nos próximos 10 anos com a construção massiva de moradia e a criação de 200 milhões de empregos urbanos destinados às populações rurais.

Nos povoados, núcleos da cultura chinesa, ficaram os vínculos socioafetivos que envolvem as estruturas morais e espirituais. Na nova cidade não há lugar para idosos, mesmo nas casas dos filhos, diminutos apartamentos de gigantescas construções.

Nesse modelo, a cidade não precisa responder à interação social, sua essência, bastando adequar-se ao mais ele-

mentar jogo imobiliário. Em um cenário urbano descontextualizado, o que interessa é expandir o número de moradias, para abrigar os milhões que vêm dos povoados. Assim, agrupamentos isolados de gigantescos edifícios se multiplicam, alheios à cultura, às relações sociais e às necessidades de convívio.

No Brasil, temos – singelamente, diga-se, diante do exemplo chinês – duas experiências quase idênticas entre si, a do extinto Banco Nacional da Habitação (BNH), de 1984 a 1986, e a do programa Minha Casa, Minha Vida, iniciado em 2009. Em ambas, a moradia e a cidade são usadas pelos governos como instrumento para geração de empregos na construção e produção de materiais industriais. Nelas, o modelo arquitetônico-urbanístico levou pouco em conta as exigências de sociabilidade e de inserção adequada na vida urbana, na mobilidade e no acesso aos serviços. Apesar dos enormes erros da experiência do BNH, voltamos, após quatro décadas, a construir nos mesmos moldes. O isolamento urbanístico dos novos conjuntos residenciais, o rompimento dos vínculos socioafetivos entre moradores empurrados para a periferia da periferia, a distância exagerada em relação à vida urbana, a baixíssima qualidade projetual e construtiva, tudo isso conduz a graves problemas que perpassam gerações. Tudo pelo interesse do Estado – utilizando, sem critério adequado, o objeto 'cidade'.

Será que a cidade perdeu a luta em seu papel civilizatório?

Na China de hoje, na proporção em que ocorre a urbanização, aquela sociedade arqui milenar terá de enfrentar uma profunda mudança comportamental, ética e moral. Qual é o preço? A história nos dirá.

No nosso caso, não é preciso esperar para saber. Aqui, em se plantando, tudo dá. **Ca**

### 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

# AMPLO LEQUE PARA TODO PÚBLICO

Nanomundo – Um universo de descobertas e possibilidades

José Eduardo Carvalho

São Paulo, SENAI editora, 140 p., download grátis

Para os mais entusiastas, ela resolve as mazelas sociais e ambientais da humanidade. Para os pessimistas, trata-se da mola impulsora para uma terrível hecatombe. Para os cientistas, é uma nova e fascinante fronteira de pesquisa. Para algumas empresas, constitui a possibilidade de lucros imensos num mercado emergente; para outras, uma incógnita não apenas nas reais possibilidades de lucros, mas também na ausência de regulamentação apropriada. Já o governo a considera uma área estratégica fundamental para a competitividade do país no futuro. Ao cidadão comum, talvez pareça uma cena de ficção científica que saltou das telas de cinema para um mundo invisível que dizem já estar à espreita na esquina. É dentro dessa perspectiva de vozes dissonantes sobre a nanotecnologia que este livro se insere, buscando proporcionar ao público geral um panorama atual de seu desenvolvimento no Brasil e no mundo.

Após um sobrevoo sobre momentos marcantes da nanociência, onde são mostrados exemplos de estruturas nanométricas na natureza e na tecnologia de culturas ancestrais, a obra passa por alguns dos principais nomes ligados a esse campo e suas produções intelectuais. A partir daí, é mostrado como alguns futurologistas concebem a inserção da nanotecnologia nos meios de produção e os passos do governo brasileiro até o momento para fomentar a pesquisa

e o desenvolvimento tecnológico nesse setor.

São apresentados modelos de aplicação da nanotecnologia em setores industriais consolidados no Brasil, demonstrando as potencialidades mais imediatas para a nossa sociedade. Justamente nesse encontro com as capacidades do parque industrial brasileiro é apresentado o programa SESI-SP e SENAI-SP para educação em nanociência e nanotecnologia. Com uma estrutura laboratorial voltada para a pesquisa e desenvolvimento da indústria, o programa concentra-se na formação de multiplicadores em suas várias unidades e oferece uma escola móvel para divulgação científica e tecnológica. No final do livro, a questão dos riscos relacionados a uma indústria nano é brevemente tratada, resumindo as discussões recentes sobre o tema no Brasil.

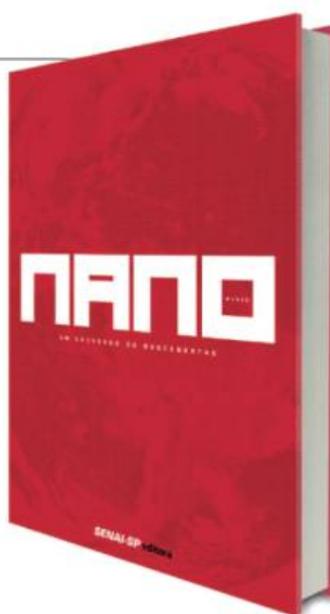
Talvez, no plano internacional, tenha faltado tratar do trabalho de normalização em nanotecnologia empreendido sob a coordenação da ISO (International Organization for Standardization), motivado pela necessidade de balizamento técnico nas crescentes relações comerciais no setor. São merecedores de elogios a lista crítica de páginas na internet e de publicações na área nano disponibilizada, assim como o glossário de termos técnicos fornecido em anexo.

Trata-se de obra muito interessante para todos aqueles que queiram saber mais sobre esse fascinante cam-

po do conhecimento, sobre como se realiza a passagem da ficção científica ao uso concreto das tecnologias e sobre como esse processo é impulsionado pela criação de utopias e temores.

André Luiz Pinto

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas



## Seu cachorro é um gênio!

Brian Hare e Wanessa Woods

Rio de Janeiro, Zahar, 335 p.  
R\$ 49,90 (e-book: R\$ 29,90)

O antropólogo Brian Hare e sua esposa, a jornalista Wanessa Woods, desvendam a genialidade do melhor amigo do homem por meio de uma reconstrução precisa da história evolutiva humana e canídea. Embasado em mais de 660 estudos científicos, o livro explica de forma acessível como se manifesta a peculiar inteligência canina que, segundo os autores, tem muitas semelhanças com a dos bebês humanos. O último capítulo da obra traz ainda sugestões de jogos e experimentos que os donos de cães podem fazer em casa para identificar o grau de inteligência de sua mascote.



## CÉLULAS-TRONCO

*A respeito das classes de células-tronco ('Terapias com células-tronco: promessa ou realidade?', CH 308), li em uma enciclopédia médica para leigos, de 1979, que: 1. células embrionárias sempre estão presentes nos testículos e ovários de indivíduos adultos; 2. muitos tumores têm origem em tecidos embrionários; 3. nos teratomas sólidos surgem cartilagens, fragmentos ósseos, cabelos, germes dentários, glândulas salivares e, até mesmo, tecido muscular cardíaco no interior do tumor. Encontrei informações semelhantes na internet. Essas células, embora localizadas nas gônadas, não estão estritamente relacionadas a óvulos ou espermatozoides. Não se trata, então, de mais uma linhagem de células-tronco, além das que foram citadas no artigo?*

Wagner Accioly  
Paulínia, SP

**CH** A autora do artigo, Lygia Pereira, explica: "No caso das gônadas (testículos e ovários), não acho que se possa falar em células embrionárias. Nas gônadas temos células-tronco que dão origem somente aos respectivos gametas (espermatozoides e óvulos). Não é certo se ali existem células pluripotentes. Quanto à segunda afirmação, está correta. Por fim, as primeiras células pluripotentes descritas foram realmente as de carcinoma embrionário. No entanto, por sua natureza transformada, elas não são vistas como adequadas para terapia. Além disso, após a descoberta das células-tronco embrionárias, as de tumores ficaram menos interessantes. Mas foi a partir delas que os cientistas buscaram as embrionárias normais".

## PLAQUETAS

*Sou bióloga e trabalho elaborando itens de testes para diferentes instituições. Para contextualizar os itens, sempre procuro reportagens em revistas como Pesquisa Fapesp, Ciência Hoje e em sítios*



FOTO DE BRUNO GARCIN

*de universidades. Elaborando um item, li o seguinte na CH On-line: "Pesquisadores norte-americanos acabam de anunciar, durante o encontro anual da Sociedade Americana para o Progresso da Ciência (AAAS, na sigla em inglês), em Boston, a criação artificial de uma plaqueta, célula fundamental para a coagulação sanguínea. A molécula sintética foi desenvolvida pelos cientistas para acelerar esse processo e evitar a perda de sangue, que pode ser fatal em lesões graves, como as ocorridas em acidentes de trânsito e guerras". Plaqueta não é célula, mas, sim, um fragmento citoplasmático do megacariócito. Acredito que essa correção já tenha sido feita, mas caso isso não tenha ocorrido, por favor, façam.*

Marília Dias Lages  
Por correio eletrônico

**CH** A leitora está correta. As plaquetas não são mais consideradas células, porque não têm núcleo, embora sejam metabolicamente ativas.

## DURA REALIDADE

*Excelente o texto (CH 310) sobre a criação de mitos na coluna do professor Franklin Rumjanek.*

Stevens Rehen  
Rio de Janeiro, RJ

## BEBÊ-MAQUINÉ

*Gostaria de parabenizar a CH pelos belos artigos que vem publicando, particularmente o do professor Cástor Cartelle Guerra (CH 310) sobre o feto de uma preguiça gigante que viveu há cerca de 11 mil anos na região que hoje chamamos de Minas Gerais. A descrição do trabalho de Peter Lund (1801-1880) e também de como ele mesmo (Cartelle) realizou essa descoberta, um verdadeiro romance, entusiasmo a todos que se interessam pelos fósseis, mesmo aqueles que já trabalham com eles por décadas. Sem contar com a descoberta em si, uma verdadeira preciosidade e de grande importância científica ao proporcionar, como uma pequena janela no tempo profundo, uma rápida visão de como se modifica uma espécie fóssil, do feto ao adulto.*

Alexander W. A. Kellner  
Museu Nacional (UFRJ) e  
Academia Brasileira de Ciências  
Rio de Janeiro, RJ

## CORREÇÃO

- No 'Sumário' da edição 310 (dezembro de 2013), estão trocados, em relação aos títulos, os pequenos textos referentes aos artigos 'Metais orgânicos' e 'Rastreamento os buracos negros da linguagem'.

Envie para nós, via internet, 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: OCCENIO RODRIGUES

## DESAFIO

No desenho animado *Os Simpsons*, as personagens têm apenas oito dedos.

A idade de Homer, o pai, não é bem estabelecida, mas dizem que ele tem 38 anos.

Como seria representada sua idade na base 8?

2014. Provavelmente, veio à cabeça do leitor o ano em que estamos. Mas esse número guarda outro significado: é uma forma compacta de representar uma coleção de 'objetos'. E isso nos diz muito sobre a questão: afinal, o que é um número?

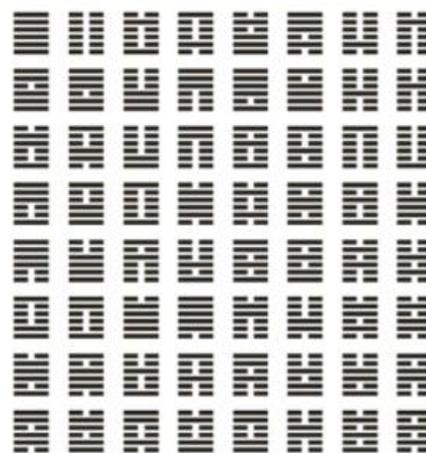
Consideremos duas coleções: (A, A, A) e (B, B, B). Apesar de formadas por letras diferentes, há algo em comum entre elas. E esse algo em comum é representado por um símbolo: 3. Um número é, portanto, aquilo que captura essa característica de uma coleção. O número 3, por exemplo, pode ser usado para contar três maçãs, três bananas, três macacos...

Nosso sistema de representação dos números é o decimal (0, 1, 2, 3...). Sua origem está no fato de termos 10 dedos – daí, o termo dígito (*digitus*, do latim, dedo) –, úteis para contar pequenas coleções. Com esse sistema, podemos representar, de forma simples, com apenas quatro símbolos (2014), a soma relativamente complexa:  $2 \times 10^3 + 0 \times 10^2 + 1 \times 10^1 + 4 \times 10^0$ . Não há dúvidas sobre sua utilidade.

Mas o sistema decimal nem sempre é o mais conveniente. Por exemplo, computadores usam o sistema binário (base 2) – no qual só há dois símbolos, 0 e 1 –, pois seus componentes eletrônicos só têm essencialmente dois estados: 'ligado' (1) e 'desligado' (0). Aliás, é por isso que a quantidade mínima de informação em um computador é chamada de *bit* (do inglês, *bi[nary]* [digi]t, dígito binário).

No sistema binário, números são representados como sequências de 0s e 1s. Por exemplo, 101 representa  $1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 4 + 0 + 1$ . Portanto, 101 (base binária) é igual a 5 (base decimal).

O sistema binário foi inventado por Gottfried von Leibniz (1646-1716), em 1701 – mas há evidências de que os polinésios já



usavam séculos antes (ver *CH* 311, p. 13). Esse matemático alemão, um dos pais do cálculo infinitesimal – uma matemática complexa que se aprende na universidade –, ficou fascinado com algo que viu no livro chinês *I-Ching*: os hexagramas, conjunto de seis linhas, inteiras ou partidas, que podem ser associadas a sequências de 0s e 1s.

Agora, podemos entender um 'clássico' do humor matemático. Em um cartaz está escrito: "Há 10 tipos de pessoas: as que sabem o sistema binário e as que não sabem". Uma piada nota 10. No sistema decimal.

**SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO** Suponha que Pierre tenha escolhido outro ponto (Q) para tocar o muro. Agora, prolongue a linha que vai da pedrinha A até o novo ponto do muro (Q), fazendo-a chegar à imagem da pedrinha B no espelho. Esse novo trajeto forma um 'cotovelo' (ou seja, muda de direção), sendo, portanto, mais longo que a linha reta que liga a pedrinha A à imagem da pedrinha B.

### MARCO MORICONI

Instituto de Física,  
Universidade Federal  
Fluminense

moriconi@cienciahoje.org.br

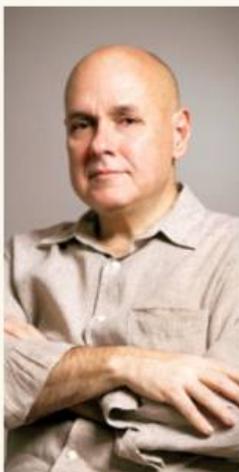


FOTO: CICERO RODRIGUES

*Mais do que da guerra, como episódio geopolítico ou militar, Freud trata das vicissitudes do processo civilizador, que teria sofrido fratura irreparável*

Os 100 anos da deflagração da Primeira Guerra Mundial (1914-1918) dão hoje ensejo a reflexões tanto acerca dos fatores que a provocaram quanto sobre as implicações civilizatórias por ela legadas. Muito se escreveu a respeito, mas uma das interpretações mais instigantes da Guerra de 1914 foi produzida, no calor da hora, por Sigmund Freud (1856-1939), em ensaio pungente: *Considerações atuais sobre a guerra e a morte*, escrito em 1915, quando o conflito já revelara marcas que o tornariam tão distinto dos que o precederam. É justamente esse juízo – a originalidade da Grande Guerra – que compõe o núcleo do argumento de Freud.

A releitura da interpretação freudiana permite o reencontro com um poderoso argumento a respeito da ideia mesma de civilização, necessário ao entendimento dos fatores que determinaram o colapso desta. Mais do que da guerra, como episódio geopolítico ou militar, Freud trata das vicissitudes do processo civilizador, que teria sofrido fratura irreparável. A Guerra de 1914, segundo especialistas na arte militar, marcou a passagem de um padrão, digamos, civilizado, em que o teatro das operações bélicas mantinha-se segregado do conjunto das rotinas sociais, para uma perspectiva da guerra total, na qual nada menos que o aniquilamento – ou ao menos a sujeição brutal – do oponente aparece como horizonte desejado.

Tal separação apresentava-se, por exemplo, na distinção entre combatentes e não combatentes e na presença de uma ética militar cavalheiresca, que fazia com que soldados, embora em exércitos opostos, fossem tomados como parte de uma mesma sociedade, maior e supranacional, dotada de regras de contenção da própria letalidade da guerra. É claro que parte considerável dessa ‘ética da guerra’ já havia sido maculada antes. As batalhas da guerra civil norte-

-americana, e as que opuseram exércitos coloniais a populações aborígenes, exibiram pouco ou nada do espírito das guerras civilizadas. A Guerra de 1914, porém, trouxe para o cenário europeu, sede do processo civilizador, a experiência com o ilimitado da carnificina, imposta com frequência a povos não europeus, ao longo do tempo. Trouxe, em outros termos, o experimento da incivilidade da guerra.

Para Freud, a Grande Guerra é, antes de tudo, a vivência do abismo de uma forte desilusão. Tal sensação decorre da perda de sentido do processo civilizador e de suas escoras fundamentais: “uma enorme restrição de si mesmo, uma larga renúncia da satisfação instintual”, ambas materializadas em prescrições morais – “frequentemente severas demais” – sobre os indivíduos. As implicações de tal ‘severidade’ constituem um dos objetos preferenciais da escritura e da clínica de Freud. Seu clássico ensaio ‘O mal-estar na civilização’ fixaria, em 1930, os termos da tensão entre vida instintual e imposições da vida cultural.

Antes, em 1915, Freud fala-nos da quebra civilizacional da guerra, por meio do transbordamento dos instintos, mal contidos por um padrão de ‘hipocrisia cultural’, no qual os hábitos civilizados operam como débil e insuficiente camada protetora contra danos entre os indivíduos. A hipocrisia cultural decorre, com certeza, da pesada carga de contenção e repressão imposta pelo processo civilizador a indivíduos portadores de pulsões. A aptidão cultural, contudo, não é afetada apenas pela vida pulsional. O próprio ‘Estado civilizado’ nos fornece estímulos para a inaptidão: ele pratica nos campos de batalha – e contra os ‘inimigos’ – aquilo que proíbe expressamente a súditos seus. Freud revela, assim, uma das principais facetas do Estado, a de buscar exercer o monopólio legítimo da injustiça. ■

#### RENATO LESSA

Departamento de Ciência Política, Universidade Federal Fluminense, Instituto de Ciências Sociais, Universidade de Lisboa  
renato.lessa@bn.br

FNDCT • 45 ANOS DE APOIO À PESQUISA NO BRASIL

## Orçamento saltou de R\$ 100 milhões em 1999 para R\$ 4 bilhões nos dias atuais

O Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) foi criado em 31 de julho de 1969 com a finalidade de gerenciar os recursos destinados ao desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil. Mais de 40 anos depois, contando com recursos de 15 fundos setoriais, o FNDCT tem desempenhado papel fundamental no investimento para a modernização das instituições de pesquisa e no financiamento de projetos estratégicos para o País em áreas como saúde, petróleo, energia, agronegócio, biotecnologia e Amazônia Legal. O volume de recursos geridos pelo Fundo atualmente permitiu superar a média de investimentos da década de 1970, considerada histórica e importante para a estruturação do sistema brasileiro de pesquisa e pós-graduação. Se em 1999 o desembolso do FNDCT girava em torno de R\$ 100 milhões, em 2005 este valor já alcançava R\$ 700 milhões. Em 2006, se aproximava da marca de R\$ 1 bilhão, até alcançar R\$ 2 bilhões em 2008 e R\$ 4 bilhões em 2013.

A aplicação destes recursos obedece ao modelo de gestão estabelecido na Lei nº 11.540/07, regulamentada pelo Decreto nº 6.938/09. Foi este normativo, aliás, que dotou o FNDCT dos mais modernos instrumentos de financiamento à ciência, tecnologia e inovação. Os recursos do Fundo podem ser utilizados da seguinte forma: modalidade reembolsável, modalidade não-reembolsável, e participação em fundos de investimento ou participação direta no capital de empresas inovadoras. Na modalidade reembolsável, o FNDCT financia projetos de desenvolvimento tecnológico das empresas brasileiras, sob a forma de empréstimos da FINEP, instituição que é a Secretaria-Executiva do Fundo des-



de 1971. Estas operações de crédito contam com o mecanismo da equalização, ou seja, chegam às empresas com taxas de juros extremamente atraentes, a partir de 3% ao ano para as tecnologias definidas como críticas pela Política Operacional da FINEP.

O FNDCT possui também instrumentos de financiamento na modalidade não-reembolsável, estruturado de acordo com as diretrizes, programas e linhas de ação estabelecidos pelo Governo Federal por intermédio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Estes instrumentos especiais destinam-se tanto às instituições de pesquisa quanto às empresas. No primeiro caso, contempla o apoio a projetos de pesquisa das Instituições Científicas e Tecnológicas – ICTs, desenvolvidos de forma isolada ou em cooperação com empresas. Estes recursos possibilitam o desenvolvimento do País por meio da implantação de novos projetos em universidades e centros de pesquisa, que incentivam a geração de conhecimento e a transferência de tecnologia para as empresas. Também vem do FNDCT a verba para

subvenção econômica às empresas que sejam aprovadas em chamadas públicas específicas. A participação em fundos de investimento ou participação direta no capital de empresas inovadoras servem como alternativa de incentivo a projetos de impacto tecnológico relevante, isto é, que apresentem significativo retorno social e econômico aos brasileiros.

Ao permitir a articulação de todos estes instrumentos de financiamento ao desenvolvimento científico e tecnológico, o FNDCT constitui-se como fonte indispensável para o *Plano Inova Empresa*, lançado pelo Governo Federal em 2013. Trata-se do maior plano de investimento à inovação tecnológica da história do País, com o objetivo central de elevar a produtividade e a competitividade da economia brasileira, a partir da articulação e do fortalecimento das relações entre empresas, universidades, institutos de pesquisa e setor público. Demonstramos, a seguir, exemplos do sucesso da aplicação transversal dos recursos do FNDCT nas suas mais diversas modalidades.

## Inova Saúde

**O** *Inova Saúde* é o mais avançado programa voltado ao desenvolvimento tecnológico das cadeias produtivas do Complexo Industrial da Saúde – CIS. Formado pelas indústrias farmacêuticas e de equipamentos médicos e insumos, o CIS é peça fundamental para o desenvolvimento do País, pois, além de ser um sistema produtivo com alto potencial de geração de conhecimento, que responde por cerca de 30% das inovações mundiais, é um setor que representa 8,8% do PIB e emprega 10% da força de trabalho do Brasil, segundo dados do Ministério da Saúde. Vale ressaltar ainda que o País sofre com forte dependência de importações, sendo que o déficit na balança comercial, em 2012, chegou a aproximadamente R\$ 22 bilhões. Lançado pelo Governo Federal em abril de 2013, no âmbito do *Plano Inova Empresa*, o *Inova Saúde* é realizado pela Finep em parceria com o Ministério da Saúde, o BNDES e o CNPq, e tem como objetivo o fortalecimento da capacidade da produção nacional de insumos estratégicos para o Sistema Único de Saúde - SUS. Desta forma, permite a diminuição da dependência tecnológica do país no setor, pois cria condições inéditas de fomento e financiamento das tecnologias prioritárias para a melhoria do sistema da saúde pública brasileiro nas áreas de biofármacos, farmoquímicos, medicamentos, equipamentos médicos, telemedicina, medicina regenerativa, hemoderivados e reagentes para diagnóstico e vacinas. A partir da coordenação das ações de fomento e integração dos instrumentos de suporte financeiros disponíveis, o *Inova Saúde* busca contribuir para a diminuição dessa dependência tecnológica do País em relação ao fornecimento de importantes insumos utilizados no campo da saúde humana, colocando o programa como um dos principais pilares da política industrial do setor.

Com recursos de R\$ 3,6 bilhões para as atividades de inovação do CIS, o programa incentiva a ampliação do investimento privado em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, bem como estimula uma maior integração entre as instituições de ensino e pesquisa e as empresas do setor. Além disso, reduz os riscos inerentes à produção de produtos de maior densidade tecnológica, por meio de instrumentos de financiamento que criam condições favoráveis ao seu desenvolvimento, entre os quais se destacam os recursos não reembolsáveis e o crédito sub-



vencionado do FNDCT, e o uso do poder de compra do Estado com garantia de demanda futura para produtos e bens estratégicos oferecidos pelo Ministério da Saúde. O potencial de transformação tecnológica que o *Inova Saúde* oferece ao setor é imenso, como já demonstram os resultados proporcionados pelas Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo (PDPs) concretizadas pelo Ministério da Saúde: desenvolvimento de 64 medicamentos, seis vacinas e uma economia estimada de R\$ 3 bilhões para o Governo. Esse modelo tem demonstrado ser o mais adequado e eficaz, pois ao mesmo tempo em que reduz o risco de investimento dos laboratórios privados, através dos incentivos financeiros e das compras governamentais, reduz o custo dos medicamentos por meio do aumento da competição.



FOTO: occhiali131877\_81828677

Somando-se a isto, é transferida a tecnologia para a instituição pública de pesquisa, que passará a deter o know-how de desenvolvimento e produção. O suporte do financiamento público, com condições extremamente favoráveis às empresas, permite viabilizar novos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação.

As PDPs focadas em medicamentos biológicos envolveram oito laboratórios públicos (Bahiafarma, Biomanguinhos/Fiocruz, Butantan, Farmanguinhos/Fiocruz, Funed, IBMP/Hemobrás, IVB e Tecpar) e 17 laboratórios privados de capital nacional e estrangeiro. Essas parcerias estão estruturadas em torno de 27 novas PDPs, que fornecem atualmente ao Ministério da Saúde R\$ 1,8 bilhão em produtos.

Os desenvolvimentos que estão sendo realizados têm como objetivo o tratamento de doenças como câncer, artrites reumatóides e diabetes, além de abrangências terapêuticas para hormônio do crescimento, oftalmologia, cicatrizantes cirúrgicos e vacinas alergênicas. Os medicamentos de base biológica são considerados mais eficazes e com menos efeitos colaterais, pois atingem alvos específicos do organismo. O Governo Federal é responsável por 60% das compras de biológicos, que representam cerca de 5% da oferta na rede pública e, em contrapartida, consomem 43% dos gastos com medicamentos do Ministério, cerca de R\$ 4 bilhões. Isto faz com que o Brasil seja hoje um grande importador de medicamentos patenteados e, dessa forma, dependente dos preços praticados pelas empresas multinacionais. A combinação dos instrumentos do FNDCT, do Fundo Tecnológico – FUNTEC, do Programa de Sustentação do Investimento – PSI e do Ministério da Saúde, atuando de forma articulada e estruturada, tem gerado resultados bastante satisfatórios. Pelo lado do Governo, esta ação conseguiu de maneira eficiente disponibilizar para as empresas do setor o apoio governamental para os seus programas de investimento em inovação pelos próximos anos, obtendo delas uma resposta positiva e o compromisso pela busca do aumento da produtividade. Neste contexto, duas empresas nacionais - Bionovis e Libbs - receberam apoio do *Inova Saúde-Fármacos* para desenvolver seis medicamentos a partir de anticorpos monoclonais para tratamento de câncer e artrite. Estas iniciativas reúnem de forma integrada e articulada o poder de compra do Estado, por meio das PDPs, e o financiamento subsidiado do FNDCT, com recursos de subvenção econômica para as etapas mais críticas e de maior risco tecnológico do projeto, e crédito em condições favoráveis para as demais etapas. O apoio à inovação nas indústrias farmacêuticas, de forma coordenada com instituições de pesquisa e combinando instrumentos financeiros e de suporte, vem sendo uma grande novidade no setor, capaz de estimular uma verdadeira revolução no segmento e viabilizar um serviço de saúde mais barato, mais competitivo e com maior geração de valor agregado para o Brasil. Poucas vezes na história do País formou-se uma articulação com essa precisão, capacidade tecnológica e volume de investimentos.

FNDCT • RESULTADOS

## *FNDCT investe no campo das ciências forenses e ajuda a derrubar o mito do crime perfeito*

Já pensou estudar a fundo a estrutura de um diamante e descobrir, com precisão, de que lugar ele foi extraído? Ou, então, por análise química, mapear onde foi refinada a cocaína apreendida em qualquer lugar do País? Não, não estamos falando do argumento de um novo filme policial ambientado daqui a 50 anos. O que parece uma história prontinha para as telonas, na verdade, é um programa já consolidado e em franca expansão da Polícia Federal, boa parte dele financiado com recursos do FNDCT operacionalizados pela Finep. O Programa de Ciência e Tecnologia Aplicado à Segurança Pública, desenvolvido no Instituto Nacional de Criminalística (INC), em Brasília, visa a apoiar e fomentar projetos de pesquisa, desenvolvimento de novas tecnologias, inovação e capacitação no campo das ciências forenses (análise científica das evidências de um crime).

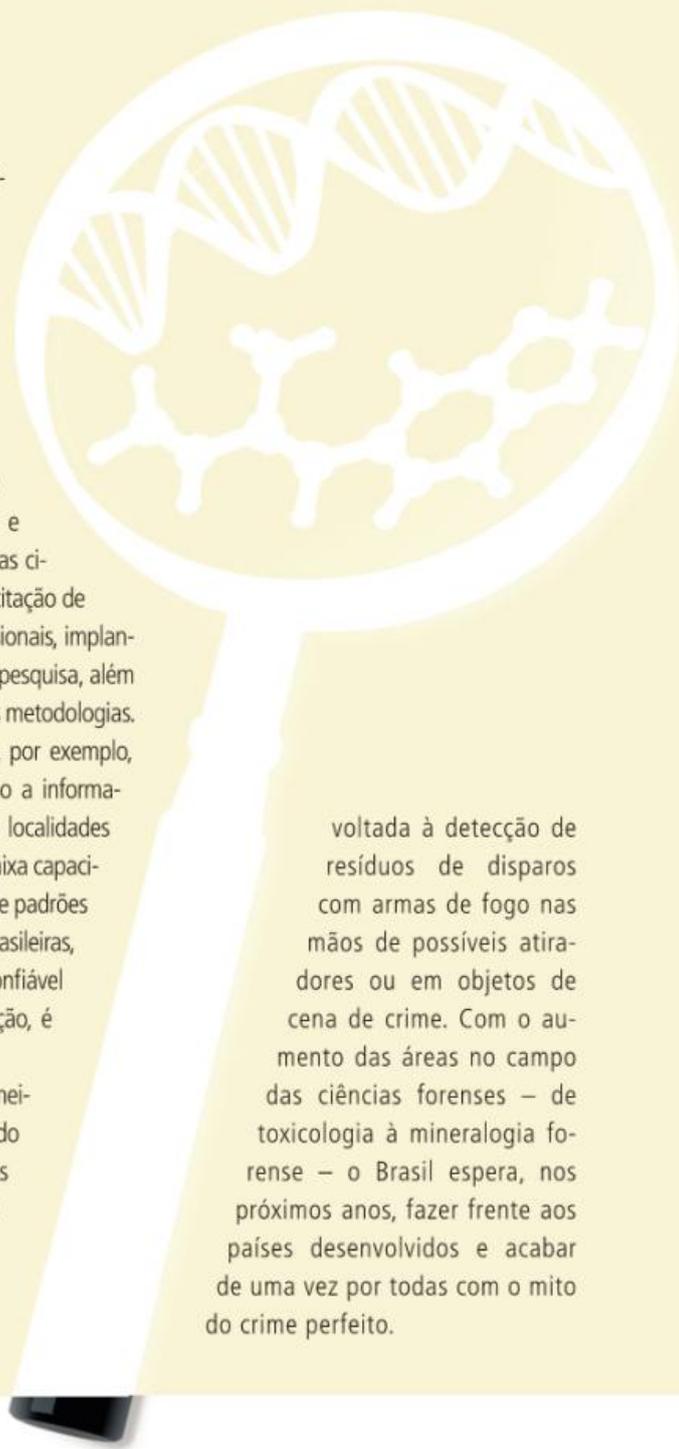
Nos últimos cinco anos, a Finep aprovou mais de R\$ 10 milhões de recursos do FNDCT para diferentes projetos em áreas como análises químicas, mineralogia, genética, geofísica, geoprocessamento e análise papiloscópica. Com este aporte, a Polícia Federal

espera uma atuação uniforme entre instituições federais e estaduais de combate ao crime.

Os resultados obtidos na primeira proposta apoiada pelo FNDCT apontaram para uma nova fase, e são utilizados para aplicação em novas regiões, materiais e drogas. Em todas as áreas das ciências forenses haverá capacitação de um número maior de profissionais, implantação de novas regionais de pesquisa, além do estabelecimento de novas metodologias. Na área de Meio Ambiente, por exemplo, pretende-se facilitar o acesso a informações geográficas a partir de localidades com conexão de dados de baixa capacidade. Gerar uma biblioteca de padrões espectrais de madeiras brasileiras, para tornar mais rápido e confiável o seu método de identificação, é um dos desafios.

O Programa deu os seus primeiros passos em 2003, quando foram criados laboratórios regionais de DNA e também uma rede de laboratórios de microscopia eletrônica de varredura,

voltada à detecção de resíduos de disparos com armas de fogo nas mãos de possíveis atiradores ou em objetos de cena de crime. Com o aumento das áreas no campo das ciências forenses – de toxicologia à mineralogia forense – o Brasil espera, nos próximos anos, fazer frente aos países desenvolvidos e acabar de uma vez por todas com o mito do crime perfeito.



FNDCT

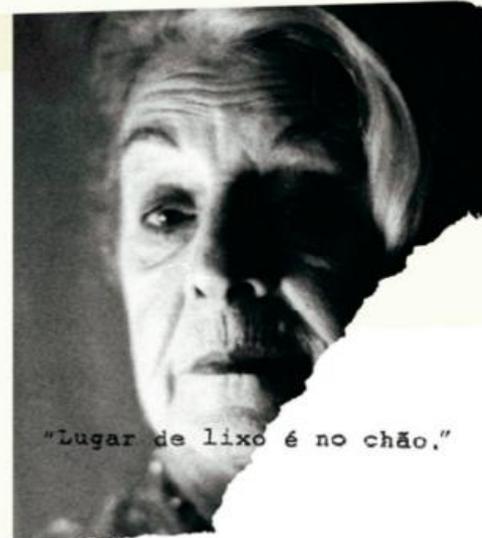
Finep  
INOVAÇÃO E PESQUISA

Ministério da  
Ciência, Tecnologia  
e Inovação

GOVERNO FEDERAL  
BRASIL  
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA



Eu sou a Beatriz.  
E se tem uma coisa em que eu acredito é fazer o que bem entendo.  
Lixo, por exemplo.  
Lugar de lixo é onde eu quiser.  
Uma das grandes vantagens de ser brasileiro é essa.  
O direito de jogar lixo em qualquer lugar.  
Você, que também é membro efetivo da ONG Que Se Dane, me entende.  
Copo pela janela do carro, guimba no chão, resto no meio da rua, sofá velho no rio.  
Minha única preocupação com o lixo é não me preocupar.  
É claro que os palhaços de plantão não param de inventar argumentos pra me irritar.  
Mas minhas respostas estão afiadas.  
É ruim pro planeta?  
Mas é bom pra mim.  
Os depósitos de lixo estão superlotados?  
Criemos novos. Afinal, qualquer lugar é lugar.  
Coleta seletiva?  
Eu seleciono não participar.  
Os bueiros vão entupir e causar enchentes?  
Compra um esiaque e não enche.  
Não gostou?  
Que se dane.



"Lugar de lixo é no chão."



TODO BRASILEIRO É  
AUTOMATICAMENTE  
FILIAO À Q.S.D.  
SE VOCÊ NÃO CONCORDA,  
DESPILIE-SE NO  
SOSMA - ORG. BR





Ligue para 0300 789 2510  
e saiba como fazer a diferença.

**GREENPEACE**

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

**#CADÊ?** o plano de  
mobilidade  
urbana

[greenpeace.org.br/cade](http://greenpeace.org.br/cade)

