

# CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

NUMERO 320 VOLUME 54 NOVEMBRO 2014 R\$ 10,95



## ESPORTE

Como o treinamento intenso afeta saúde de crianças e jovens

## SUICÍDIO DE ÍNDIOS

Índices elevados alarmam especialistas

## RAIOS GAMA

Rede de telescópios estudará radiação mais energética do universo

# POBREZA

Quanto custa acabar com ela?



# ADOpte UM PANDA

E AJUDE O WWF-BRASIL  
A PROTEGER A ESPÉCIE

Você ainda ganha um  
*kit exclusivo:*



PANDA DE PELÚCIA



CERTIFICADO



FOLHETO



ADESIVOS

Acesse: [wwf.org.br/adote](http://wwf.org.br/adote)



**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, Cuero 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)  
**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, Lucas Lucariny e Valentina Leite; **Colaborou neste número** | Thais Scuisinnatto Macedo; **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@ampersand.com.br)

**SUCURSAIS**

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

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

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

**PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL** | **Superintendente** | Ricardo Madeira; **Publicidade** | Sandra Soares (gerente). End.: Rua Dr. 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**

**BRASÍLIA** | 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

**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.

# O FIM DA POBREZA É POSSÍVEL?

Mesmo após sucessivas medidas governamentais de transferência de renda, a pobreza (grave privação de necessidades básicas, segundo as Nações Unidas) ainda é muito expressiva no país: de 17 a 30 milhões de brasileiros são pobres, o que equivale a algo entre 9% e 15% da população. Esse contingente é ainda maior – de 24% e 30% – se considerados outros aspectos que não a renda, como condições precárias de vida: falta de saneamento, segurança, escolas de qualidade, serviços suficientes e adequados de saúde.

O artigo de capa desta edição propõe um raciocínio relevante e necessário. Caso os brasileiros – num rompante de ousadia e solidariedade – decidissem coletivamente não mais tolerar a pobreza e se dispusessem a eliminá-la, qual seria, hoje, o custo dessa decisão? Quanto, por exemplo, essa medida representaria em termos das riquezas anuais que o país produz?

Segundo as autoras do artigo, a conta não parece tão proibitiva. A transferência de uma renda básica para eliminar a pobreza equivaleria a uma fração ainda muito res-trita da riqueza nacional – de 0,7% a 1,7% do PIB (produto interno bruto). E seria uma forma de conciliar a autoafirmação como ‘país rico’ e ‘país desenvolvido’ com a pobreza que seguimos abrigoando.



**CAPA:** FOTO REUTERS/  
BRUNO DOMINGOS

*A redação*

**APOIO:**



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>	Se há tantas estrelas, por que o céu é escuro à noite?   Que vantagens o sistema operacional Linux oferece em relação aos demais?   Há mesmo evidências de que o cérebro funciona de forma mais eficiente a baixas temperaturas?
<b>ENTREVISTA</b>	<b>6</b>	SARI HANAFI   POR UMA SOCIOLOGIA LIBERTÁRIA   Cientista palestino aborda seus estudos sobre o mundo islâmico atual
<b>EXATAMENTE</b>	<b>9</b>	POESIA, FELICIDADE E FÍSICA   Ideias dos epicuristas sobre a natureza estão na origem da física
<b>MUNDO DE CIÊNCIA</b>	<b>10</b>	
<b>A PROPÓSITO</b>	<b>15</b>	DIETA ENGANOSA   Estudos revelam interação próxima com bactérias que habitam o corpo humano

**ESPORTE E ATIVIDADE FÍSICA PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES**

**16** Treinamento físico de crianças e jovens, com vistas ao esporte, precisa ser feito de modo cuidadoso, para evitar riscos à saúde  
*Por Luciano Sales Prado*

**MAX WEBER E AS CIÊNCIAS NATURAIS**

**22** A releitura da obra do sociólogo alemão indica que diferentes ciências desempenharam papel relevante em seu pensamento  
*Por Sérgio da Mata*

**CÂNCER E CANAIS IÔNICOS**

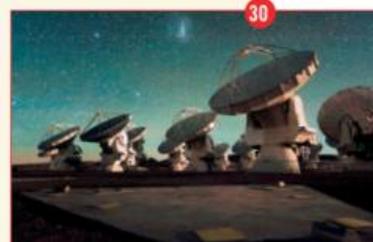
**26** Estruturas que controlam o que entra ou sai das células podem ser alvos promissores de futuros medicamentos contra o câncer  
*Por Paula R. Q. Araujo, Roberto Trivelato Jr., Lara Aquino, Marcella Brescia, Mariana G. Ramos, Luciene Tafuri, Jader S. Cruz e Andréia L. P. Rodrigues*

**RAIOS GAMA CÔSMICOS**

**30** Rede de telescópios que funcionará em poucos anos buscará fontes de raios gama, a radiação mais energética do universo  
*Por Ulisses Barres de Almeida*

**É POSSÍVEL ACABAR COM A POBREZA NO BRASIL?**

**36** Quanto custaria, em relação ao produto interno bruto, um plano de distribuição de renda capaz de eliminar a pobreza  
*Por Celia Lessa Kerstenetzky e Elisa Alonso Monçães*



<b>LINHA DO TEMPO</b>	<b>41</b>	A ÍNDIA E O BRASIL   As histórias dos dois países apresentam muitas semelhanças
<b>EM DIA</b>	<b>42</b>	NAÇÃO SUFOCADA   Taxas de suicídio entre indígenas brasileiros, embora elevadas, são negligenciadas
	<b>48</b>	GLUCA, PRIMEIRA CABRA TRANSGÊNICA DO PAÍS   Animal produzirá leite rico em substância farmacêutica
	<b>49</b>	OVOS MAGNÉTICOS   Método que emprega o magnetismo facilita diagnóstico da esquistossomose
<b>CIDADE INTEIRA</b>	<b>51</b>	NÃO HÁ ATALHOS   Debate eleitoral deste ano esqueceu a urgente questão das cidades
<b>PERFIL</b>	<b>52</b>	YVONNE PRIMERANO MASCARENHAS   CRISTAL RARO E LAPIDADO   Física e química relata trajetória como professora e pesquisadora em cristalografia
<b>MEMÓRIA</b>	<b>60</b>	O DILEMA DE BELL: ABANDONAR O REALISMO OU A LOCALIDADE?   Há 50 anos, físico publicou estudo importante para a teoria quântica
<b>CARTAS</b>	<b>62</b>	
<b>QUAL O PROBLEMA</b>	<b>63</b>	O PARAÍSO DE CANTOR   Matemático mostrou originalidade ao comparar infinitos
<b>SOBREHUMANOS</b>	<b>64</b>	FASCISMO E HOMOFOBIA   Atitudes fascistas podem ser identificadas no Brasil atual

ESPECIAIS

GALERIA

INSTITUTO CH

VIDEO



FOTO THE NOBEL FOUNDATION - THOMAS INTERBERG

**PRÊMIO NOBEL 2014 > Os agraciados do ano**

Como é de praxe, a *CH On-line* apresenta todos os que receberam a maior láurea mundial da ciência, da literatura e da paz. Descobertas, invenções e ações de relevo agraciadas são destaque deste especial.

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

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

**LÍNGUA PORTUGUESA > Dupla negação**

Em sua coluna de setembro, o linguista Sírio Possenti analisa sentenças como 'Não sou de ninguém', que contém duas palavras negativas. Para muitos, construções desse tipo teriam um sentido afirmativo. O colunista mostra que não.

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

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS > Unidos pelo clima**

Centenas de milhares de pessoas tomaram conta das ruas de Nova York pedindo mais atenção às mudanças climáticas no que pode ser considerado o maior protesto da história contra o aquecimento global.



FOTO GUY LAWRENCE/GETTY IMAGES



FOTO BILLY ALEXANDER/GETTY IMAGES

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

**EDUCAÇÃO CIENTÍFICA > Colcha de retalhos**

Cursos livres disponíveis na internet ministrados por pesquisadores brasileiros permitem costurar noções científicas muitas vezes apresentadas de forma fragmentada pelo ensino formal, dando uma visão ampla e reflexiva do conhecimento.

**INSTITUTO CH >** <http://cienciahoje.uol.com.br/instituto-ch>

**POLÍTICA CIENTÍFICA > Divulgação científica em pauta**

ICH participa pela primeira vez do fórum nacional das fundações de amparo à pesquisa do país e apresenta sua experiência na disseminação do conhecimento científico e no apoio à educação. O convite reflete a valorização crescente da divulgação da ciência no Brasil.



FOTO EXP/STUDIO

e muito mais &gt;&gt;&gt;

Acompanhe a *CH On-line* também no

facebook

twitter

YouTube

tumblr

del.icio.us

WILLIAM BENEDITO, POR CORREIO ELETRÔNICO

## Se há tantas estrelas, por que o céu é escuro à noite?

ESSA É UMA QUESTÃO que já intrigou a ciência. Ela foi abordada pelo astrônomo alemão H. W. Olbers, no século 19, e ficou conhecida como paradoxo de Olbers. O paradoxo acontece ao presumir que o universo é infinito, eterno e estático, com infinitas estrelas distribuídas de forma uniforme, homogênea e isotrópica (igual em todas as direções). Então, em qualquer direção para a qual olharmos haveria pelo menos uma estrela, mesmo que muito distante ou de luz muito fraca, emitindo um fluxo luminoso de fótons por unidade de área que independe da distância. Ao somar a

contribuição de todas as áreas do céu, concluimos que o céu deveria ter um brilho uniforme, comparável ao Sol. Logo, a noite não poderia ser escura.

Ainda que as estrelas se aglomerem para formar galáxias, se considerarmos que existem infinitas galáxias, distribuídas de forma homogênea e isotrópica, o paradoxo continua. Isso ocorre mesmo considerando que as galáxias também se agrupam para formar aglomerados e superaglomerados: basta que o universo seja homogêneo e isotrópico em grande escala e que a matéria luminosa esteja distribuída de maneira uniforme.

GABRIEL SOUZA, POR CORREIO ELETRÔNICO

## Que vantagens o sistema operacional Linux oferece em relação aos demais?

**PRIMEIRO**, temos que definir o que vem a ser o Linux. No sentido estrito do termo, Linux é um núcleo de sistema operacional. Nós, usuários finais, não interagimos diretamente com esse núcleo. Fazemos uso de diversos aplicativos, como editores de texto e navegadores para internet, que por sua vez interagem com ele. Por exemplo: um navegador de internet 'conversa' com o núcleo para enviar e receber informações; e um editor de texto 'conversa' com o núcleo para ler e escrever dados no disco rígido.

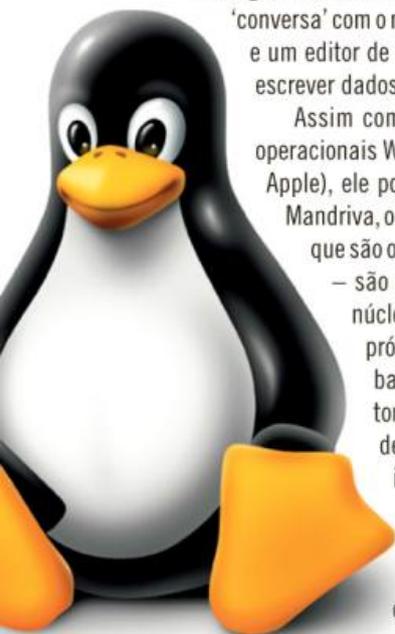
Assim como o usuário pode utilizar os sistemas operacionais Windows (da Microsoft) ou o Mac OSX (da Apple), ele pode também usar o Ubuntu, o Fedora, o Mandriva, o Kubuntu, entre dezenas de outras opções, que são o que chamamos de distribuições do Linux – são como diferentes versões desse mesmo núcleo. Cada uma tem seu próprio visual, seu próprio conjunto de funcionalidades e engloba diversos programas, que, em conjunto, tornam o computador útil. Editores de texto, de imagem, de áudio, navegadores para internet... Para as diversas distribuições do Linux, existem praticamente todos os tipos de programas que usamos em sistemas operacionais comerciais como o Windows e o Mac OSX.

É importante notar que não existe um grupo ou entidade que seja responsável por todos os programas de uma distribuição do Linux. Em geral, são comunidades independentes de programadores. Eles adotam licenças de código aberto – ou seja, entregam ao usuário não apenas o programa pronto para ser utilizado, mas também o código-fonte, isto é, a estrutura interna daquele aplicativo, que poderá assim ser alterada por cada usuário, na medida de suas necessidades. Dessa forma, qualquer pessoa com conhecimento técnico pode modificar os programas.

Em sistemas de código aberto, há um esforço contínuo de verificação de erros, feito tanto por quem desenvolveu o programa quanto por quem o utiliza (no caso de sistemas de código fechado, por outro lado, apenas uma determinada empresa consegue auditar os códigos em busca de erros). Os resultados são as principais vantagens do Linux: programas gratuitos que rodam com mais segurança e resistência a falhas, capazes de obter bom desempenho em computadores com as mais diversas configurações.

Esse desenvolvimento colaborativo, apesar de ter resultado em programas seguros e rápidos, teve a princípio algumas limitações. As interfaces com o usuário não evoluíram com a mesma rapidez que as interfaces dos concorrentes de código fechado. Por muito tempo, as distribuições Linux ofereciam interfaces que, apesar de amigáveis, ainda exigiam do usuário algum grau de conhecimento técnico em programação. Entretanto, à medida que o código aberto amadureceu, surgiram comunidades com o objetivo de tornar a experiência do usuário final mais fácil. Um exemplo é o projeto Ubuntu, iniciado em 2004. Ele tem como meta tornar o Linux mais acessível para usuários que não são da área de tecnologia da informação (TI). Hoje, tanto o Ubuntu quanto diversas outras distribuições do Linux já oferecem ao usuário final uma experiência intuitiva e completa.

*João Marcelo Uchôa de Alencar*  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (CAMPUS DE QUIXADÁ)



O paradoxo só foi resolvido com a teoria do *Big Bang*. Neste caso, o universo não é nem eterno nem estático. Como tem uma idade finita, existem regiões que estão além do nosso horizonte de eventos, ou seja, tão afastadas que a luz ainda não teve tempo (desde a origem do universo) de chegar até nós, pois sua velocidade é finita. Assim, mesmo que existam infinitas estrelas ou galáxias distribuídas de modo uniforme, não conseguimos enxergar todas ao mesmo tempo – e por isso a noite é escura.

Essa teoria também diz que o universo está se expandindo. Logo, pela lei de Hub-

ble, objetos mais distantes se afastam de nós mais rapidamente e esse movimento faz com que a luz deles chegue até nós 'deslocada' para os comprimentos de onda mais longos. Como esses comprimentos de onda estão fora do intervalo visível, a luz desses objetos se torna 'invisível' aos nossos olhos. Assim, mesmo que em nosso horizonte de eventos haja suficiente matéria luminosa para tornar o céu brilhante à noite, esse brilho estaria espalhado por diversos comprimentos de onda, dos quais enxergamos só um pequeno intervalo.

A rigor, o céu tem um brilho uniforme causado pela radiação cósmica de fundo,

que é detectada apenas em comprimentos de micro-ondas. Essa radiação cósmica de fundo é o evento mais distante que conseguimos detectar, é um resquício da época do *Big Bang*, quando o universo estava totalmente permeado de fótons e era intrinsecamente brilhante. Portanto, se os nossos olhos fossem capazes de enxergar todos os comprimentos de onda possíveis, a noite certamente não seria escura.

*Fernando Roig*

COORDENAÇÃO DE ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA,  
OBSERVATÓRIO NACIONAL

PAULO COIMBRA, POR CORREIO ELETRÔNICO

## Há mesmo evidências de que o cérebro funciona de forma mais eficiente a baixas temperaturas?

**NÃO. O CÉREBRO DÁ CONTA** de pouco mais do que 3% do peso do nosso corpo. Mas utiliza quase 25% da glicose que consumimos. Parte dessa glicose é aproveitada pelo cérebro para produzir ATP, molécula que armazena energia e é usada principalmente para viabilizar a comunicação neuronal. Contudo, a eficácia desse processo não é muito alta – e o cérebro acaba convertendo em calor cerca de 60% da energia proveniente do metabolismo aeróbico da glicose. Esse calor deve ser dissipado para que a temperatura possa ser mantida dentro dos limites fisiológicos. Isso não é tarefa fácil para o cérebro, já que, à diferença de outros órgãos, ele está com-

pletamente rodeado por uma estrutura óssea, o crânio, que se bem o protege de eventuais traumas, também dificulta sua refrigeração.

Sabemos que a temperatura do cérebro afeta a atividade cerebral e que, por sua vez, a atividade cerebral altera a temperatura do cérebro. Sabemos também que essa temperatura não é uniforme. Ela difere entre distintas áreas cerebrais e muda perante diferentes desafios comportamentais e condições patológicas.

Poderíamos afirmar, em linhas gerais, que esfriar o cérebro reduz sua atividade. Por exemplo, a liberação e a recaptção de neurotransmissores, além do consumo de oxigênio, diminuem quando se reduz a

temperatura cerebral. Essa diminuição também altera algumas propriedades elétricas da membrana neural, estrutura associada à dinâmica dos impulsos neurais.

Baixar a temperatura do cérebro é uma estratégia terapêutica cada vez mais empregada para o tratamento da injúria cerebral traumática, da encefalopatia neonatal e do acidente vascular cerebral, bem como de outros quadros patológicos nos quais se faz necessário diminuir temporariamente a funcionalidade cerebral.

*Martín Cammarota*

INSTITUTO DO CÉREBRO,  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
DO NORTE (UFRN)

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

SARI HANAFI

# POR UMA SOCIOLOGIA LIBERTÁRIA

Naquela manhã de setembro, Sari Hanafi se preparava para um passeio. Seu destino: uma favela carioca. “Talvez haja semelhanças entre as favelas e os campos de refugiados no Oriente Médio”, cogitou o pesquisador. Hanafi é um sociólogo palestino nascido no Líbano – mais especificamente, no campo de refugiados de Chatila, ao sul de Beirute. Sua primeira graduação foi em engenharia civil. Mas logo optou por seguir carreira em sociologia. A familiaridade com a matemática certamente veio a calhar, pois, em suas análises sociológicas, Hanafi não se intimida diante de assuntos como estatística, técnicas numéricas avançadas e mesmo linguagens de programação – temas pouco comuns para acadêmicos devotos das humanidades.

Professor da Universidade Americana de Beirute, além de vice-presidente da Associação Sociológica Internacional (ISA), Hanafi é considerado um dos expoentes da intelectualidade do mundo árabe. Ele está prestes a lançar seu novo livro, *Arab research and knowledge society: an impossible promise*, sem tradução prevista para o português, em que explora como o conhecimento científico transita entre a academia e a esfera política. Mas outro importante trabalho seu vai ganhar uma edição brasileira: é o artigo *Publicar globalmente, perecer localmente versus publicar localmente, perecer globalmente*, que será lançado em 2015 como parte da coletânea *Práticas e textualidades: pensando a pesquisa e a publicação*, da Editora FGV.

De passagem pelo Brasil, Hanafi divide com os leitores da *Ciência Hoje* algumas reflexões sobre a sociologia do mundo islâmico. E compartilha suas impressões sobre a atual cena política que se descortina no Oriente Médio neste início de século.

HENRIQUE KUGLER | CIÊNCIA HOJE | RJ

CLÁUDIO PINHEIRO | PROGRAMA SUL-SUL DE COOPERAÇÃO  
PARA PESQUISA SOBRE DESENVOLVIMENTO (SEPHIS)

FOTO: HENRIQUE KUGLER

O senhor está prestes a lançar o livro *Arab research and knowledge society: an impossible promise* (*Pesquisa árabe e sociedade do conhecimento: uma promessa impossível*, em tradução livre). De que trata a obra? Falamos sobre a produção de conhecimento no mundo árabe. No livro, abordamos os problemas e desafios dessa produção, e também analisamos como o conhecimento é traduzido para diferentes públicos. Tratamos de todas as áreas científicas. Mas, na segunda parte da obra, damos atenção especial às ciências sociais – procurando entender como elas podem ser deslegitimadas pelo Estado e por grupos ideológicos ou religiosos. Um dos temas mais importantes é o que chamamos de ‘tradução de conhecimento’, ou seja, como o saber produzido nos campos científicos é convertido em recomendações para políticas públicas.

**E como é esse diálogo no mundo árabe, entre acadêmicos e governantes?** Fiz uma pesquisa na Síria e analisei um período de uma década. Estudei alguns ministérios e notei que eles jamais encomendaram nenhum tipo de estudo científico. Isso nos mostra que os políticos são, digamos, autossuficientes; eles não precisam de conhecimento. E não há, em geral, comissões independentes para avaliar nada. Outro ponto interessante: existia um tipo de fetichismo com relação às ciências básicas e aplicadas. Na Síria, nos anos 1990, mais de metade dos gabinetes ministeriais eram compostos por engenheiros. Eis a ideia por trás disso: os problemas sociais eram entendidos como uma questão de engenharia social. Esse cenário emerge em função da baixa demanda pelas ciências sociais. E também porque os próprios cientistas sociais muitas vezes, covardemente, não exercem o pensamento crítico.

**Em suas palestras, o senhor tem dito que muitos processos políticos ocorridos na América Latina podem servir de exemplo à realidade do Oriente Médio. Por quê?** Sou assíduo defensor da internacionalização das ciências, incluindo as sociais e as humanidades. Todos devem conversar com seus pares, globalmente. Na universidade, ensino disciplinas relacionadas a mecanismos de transição democrática. E diria que 80% dos exemplos que uso em sala de aula são oriundos da América Latina. A história desse continente tem muito a nos ensinar. Pensemos nos mecanismos da chamada justiça de transição, como processos judiciais, memória, verdade, reparação e reforma institucional. São mecanismos bastante complexos. Há diferentes receitas – muitas já usadas na América Latina – para suavizar a transição para a democracia. Esse é um exemplo importante de como a internacionalização das ciências sociais pode ser útil.

**Mas, no campo da sociologia, muitos pesquisadores se preocupam mais com análises regionais do que globais. O senhor tem uma postura crítica diante dessa postura. Por quê?** Sou crítico à mitologia da singularidade. Em outras palavras: muitos pensam que um dado processo social, em determinado país, é único. E assim pesquisadores supervalorizam as especificidades de cada fenômeno social. Como prejuízo, abandonam o entendimento de possíveis regras gerais sobre o funcionamento da sociedade. Isso é especialmente válido nessa era de globalização. Pois estamos de fato interconectados. Inúmeros problemas devem ser compreendidos tanto regional quanto internacionalmente: tráfico de drogas, organismos geneticamente modificados, distribuição de renda, consumismo. Há temas que transcendem a ideia de Estado nacional. São universais.

**Poderia nos contar sobre suas origens e sobre sua experiência de vida no campo de refugiados de Chatila, no Líbano?**

**INÚMEROS PROBLEMAS DEVEM SER COMPREENDIDOS TANTO REGIONAL QUANTO INTERNACIONALMENTE: TRÁFICO DE DROGAS; ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS; DISTRIBUIÇÃO DE RENDA; CONSUMISMO. HÁ TEMAS QUE TRANSCENDEM A IDEIA DE ESTADO NACIONAL. SÃO UNIVERSAIS**

Nasci em 1962 e vivi por um quarto de século num campo de refugiados. Cresci em uma família de classe média baixa. E isso quer dizer que o único caminho de ascensão social é a educação. É essa a via pela qual muitos palestinos de minha geração optaram. Historicamente, esse é um dado importante: por essa razão, os palestinos acabaram sendo, em certo momento, o grupo mais instruído de todo o mundo árabe. Mas isso mudou. As condições nos campos de refugiados eram precárias e não contavam com boas escolas, ou boas universidades. Além disso, não se encontrava trabalho. Era a reprodução de um esquema de pobreza. Conheço alguns cientistas sírios que vivem, hoje, em campos de refugiados. Estão na linha da pobreza e são excelentes físicos, químicos, antropólogos. Espero que outros países abram suas portas para eles. Essa diáspora, muitas vezes, pode acabar construindo novas e importantes conexões.

Enfim, na década de 1980, me mudei para a França. E lá comecei minha carreira internacional. Alguns acadêmicos que estudam campos de refugiados acabam sendo criticados – por não conhecerem de perto a realidade que analisam cientificamente. Bem, eu vivi num lugar desses por 25 anos. É o suficiente? [risos].

**O senhor mostrou interesse em conhecer uma favela. Por quê?** Estudei campos de refugiados por algum tempo, e é exatamente por isso que hoje quero conhecer uma favela: pretendo ver se encontro algum tipo de semelhança. Essa comparação é válida quando pensamos, por exemplo, na forma como o Estado define a cidadania. Seria a cidadania um documento de identidade? Um passaporte? Não. Cidadania é o acesso à cidade, ao emprego, à propriedade, coisas assim. No caso do Líbano, temos um tipo de racismo institucional que faz com que certos grupos passem por privações históricas. Faltam projetos de desenvolvimento. Aliás, sempre que visito um novo lugar, a primeira coisa que pergunto é se há ali um projeto social de moradia. Quantas casas foram construídas para alocar jovens fora de uma área de favelas, por exemplo? Aprendemos que cidadania não é uma condição legal, burocrática. É uma questão de acessos.

>>>

## NA TUNÍSIA, TEMOS UMA EXPERIÊNCIA INTERESSANTÍSSIMA: PELA PRIMEIRA VEZ (...) NO MUNDO ISLÂMICO, EM ÂMBITO PÚBLICO, SE DISCUTE A SEPARAÇÃO ENTRE ESTADO E RELIGIÃO

**Sobre os recentes protestos no mundo islâmico, já temos o necessário distanciamento histórico para entender o que exatamente está acontecendo no Oriente Médio? O que é, afinal, a chamada 'primavera árabe'?** É uma grande energia lançada principalmente por jovens e, em seguida, por diferentes setores da sociedade – como trabalhadores de diversas categorias. Penso ser um processo longo, no qual acadêmicos devem se engajar. Não necessariamente atuando no jornalismo – que tende a lidar só com os temas 'quentes'. É necessário ter uma perspectiva histórica dos fatos. Mas sempre lembro às pessoas que, para termos essa perspectiva, precisamos de tempo. E esses levantes não podem ser entendidos como processos de curto prazo. Devemos ser pacientes.

As ruas estão vivas. No Oriente Médio, a injustiça social, a pobreza, a corrupção e a falta de distribuição de riqueza atingiram tal ponto em certos países – como Bahrein, Tunísia, Egito, Síria, Iêmen – que acabaram sendo a principal razão pela qual as pessoas se revoltaram contra os governos. Há corrupção endêmica dentro de estados ditatoriais. A falta de rotação de regimes produz um sistema clientelista que encoraja a corrupção. É por isso que a população demanda a queda desses regimes. Então, em resumo, justiça social foi o maior motivo desses levantes.

**Esses movimentos já resultaram em mudanças efetivas na região?** Já é possível notar algumas 'micromudanças'. Soube que, pela primeira vez, mulheres foram vistas dirigindo em Riad, na Arábia Saudita, mesmo existindo ainda uma lei que as proíbe de dirigir. Na Tunísia, temos uma experiência interessantíssima: pela primeira vez vemos discussões sobre secularismo. É a primeira vez no mundo islâmico, em âmbito público, que se discute a separação entre Estado e religião. Talvez a Tunísia seja o melhor exemplo de transição democrática no mundo árabe. E, como disse, eles usam várias receitas latino-americanas para justiça de transição – no que se refere a reforma judicial, políticas de reparação, preservação da memória das vítimas e coisas desse tipo.

**No Ocidente, muitos associam os levantes árabes com a disseminação das tecnologias digitais de comunicação – em especial a internet e as redes sociais. Será que o papel dessas redes não foi supervalorizado?** Analisando a literatura,

especialmente nos Estados Unidos, vemos que alguns chegaram a chamar os levantes árabes de 'Facebook Revolution' [risos]. É como se fosse um 'graças a nós', 'graças ao Facebook'. Muitos estudos mostram, de fato, que as mídias sociais exerceram um papel importante, é verdade, especialmente no início dos movimentos. Mas, para lograr êxito, qualquer movimento social precisa estar bem estruturado; ter uma identidade coletiva; um projeto. Além disso, é absolutamente necessária a comunicação face a face. São necessários os sindicatos, as passeatas. Trata-se de um arranjo político-social bastante complexo, e, definitivamente, não se trata de uma 'Facebook Revolution'. É puro exagero dizer que as redes sociais foram a causa dos levantes árabes.

**Como o senhor vê o conflito Israel-Palestina?** Muitas pessoas analisam a questão olhando apenas para os mísseis lançados pelo Hamas em direção a Israel. E ficam espantadas: 'esses terroristas estão matando civis israelenses; como podemos permitir isso?'. Mas elas se esquecem de olhar para o colonialismo diário exercido por Israel em terras palestinas. Como se pode permitir que um Estado confisque território palestino e mantenha sua população na pobreza? É a mesma história: olha-se para a casca, para a superfície. Os mísseis do Hamas são apenas a parte mais superficial da questão. Fico enfurecido com a maneira como as potências ocidentais analisam a guerra na faixa de Gaza. Um Estado colonial como Israel não pode fazer nada além de promover o recrudescimento dessa colonização e incitar os colonizados a agir. Deve-se encarar a raiz do problema. Mas essa parte estrutural não tem sido contemplada nos debates recentes.

**O maestro argentino de origem judaica Daniel Barenboim – um dos poucos cidadãos no mundo a manter um passaporte israelense e um palestino – tem se destacado no ativismo pela paz na região. Ele defende que não existe solução militar para esse conflito. O senhor concorda?** Certamente. Mas veja: Israel é um Estado militar. A indústria da guerra é muito importante como política de Estado. Esse governo oprime os palestinos; fecha suas universidades; impede que se movam entre diferentes vilas... Essa hostilidade, infelizmente, parece ser apoiada pela opinião majoritária. Apenas alguns poucos iluminados, como Daniel Barenboim, desafiam esse pensamento. Conheço Barenboim pessoalmente. Ele está totalmente desencantado, há muito tempo. Recusou um prêmio concedido pelo governo de Israel, e mal posso dizer o quanto essa recusa abalou os israelenses. Foi uma mensagem fortíssima. Barenboim tem uma visão muito clara de que somente o fim das práticas colonialistas de Israel pode abrir caminho para um acordo de paz e para o reconhecimento de um Estado palestino soberano. 



FOTO: DICERO RODRIGUES

*Na visão dos epicuristas, a felicidade só poderia ser atingida por meio de um entendimento profundo da natureza do universo*

O primeiro livro de física foi escrito por um poeta em um jardim dedicado à amizade. Imagem surpreendente, não? Essa é provavelmente a origem de *Sobre a natureza das coisas*, do filósofo e poeta romano Tito Lucrecio Caro (c. 96-c. 55 a.C.).

Não se sabe muito sobre Lucrecio. São Jerônimo (c. 341-420) comentou que ele morreu enlouquecido, após tomar uma “poção do amor”. A existência de *Sobre a natureza das coisas* foi garantida por uma única cópia encontrada em 1417 em um mosteiro alemão.

Para um cientista deste século, ler Lucrecio é lutar contra a tentação de encontrar no texto antecipações da ciência moderna. Mas há lá, sem dúvida, questões fundamentais da contemporaneidade.

O eixo do livro é a teoria atômica na versão do filósofo grego Epicuro (341-270 a. C.): o universo seria composto por pequenas partículas em movimento perpétuo, desordenado, que poderiam se desviar de suas trajetórias sem motivo aparente – o que Lucrecio chamou *clinamen* e com base no qual inferiu não haver destino traçado para o ser humano. Conclui ainda que, como a transformação do universo não passava pela vontade dos deuses – que não se importavam com os assuntos terrestres –, o ser humano, então, tinha liberdade e – como justificaremos a seguir – deveria se libertar da angústia da morte.

Antes dos epicuristas, a natureza era essencialmente determinista: pertencia a uma ordem teleológica que não continha o aleatório nem como ação do ser, nem como expressão do ser, nem como constituinte fundamental de um sistema que pretendesse explicar o cosmo.

No entanto, a ciência moderna incorpora aspectos aleatórios na dinâmica intrínseca do universo – eis aí a atualidade do epicurismo. E, na visão dos epicuristas, a

felicidade só poderia ser atingida por meio de um entendimento profundo da natureza do universo – o que eliminava o medo dos deuses e do que acontece depois da morte. Ou seja, a física como condição para a felicidade humana e o caminho para vencer a angústia da morte!

Lucrecio também discute: a infinitude do espaço – questão atualíssima. Ele prova que o universo é infinito pela impossibilidade de se conceber a existência de qualquer limite. Essa infinitude contém “[...] outras terras e várias raças de homens...”. A noção de que a Terra não detém a exclusividade da vida é também muito contemporânea – condenou à fogueira o teólogo italiano Giordano Bruno (1548-1600).

A teoria atômica foi praticamente ignorada até o século 17. Foi retomada, juntamente com o epicurismo, pelo filósofo e matemático francês Pierre Gassendi (1592-1655).

O estadista e escritor britânico Thomas More (1478-1535) criticou de forma implacável o humanismo cristão em *Utopia* (1516), livro em que habitantes de uma ilha imaginária estão convencidos de que a busca do prazer é a parte principal da felicidade humana – para Epicuro, o prazer deveria ser moderado. O presidente norte-americano Thomas Jefferson (1743-1826) declarava-se epicurista e tinha várias edições de Lucrecio – isso provavelmente explica a “busca da felicidade” na declaração de independência dos Estados Unidos.

No prefácio de uma tradução de Lucrecio em 1924, o físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955) escreveu: “Para qualquer um que não estiver submerso no espírito do nosso tempo, que se sinta como um espectador enquanto o mundo passa [...], o poema de Lucrecio exercerá sua mágica”. Puro epicurismo. **GH**

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

DESTAQUE > ZOOLOGIA > EXPERIMENTO COM ARANHAS SOCIAIS ALEGA TER DEMONSTRADO TEORIA POLÊMICA

# Dóceis e agressivas: seleção em grupo?

**E**xperimento que deslocou e alterou a composição de colônias de aranhas alega ter demonstrado — pela primeira vez em ambiente selvagem — algo que é tópico polêmico entre biólogos desde o século 19.

A equipe de Jonathan Pruitt, da Universidade de Pittsburgh, e Charles Goodnight, da Universidade de Vermont, ambas nos EUA, montaram, em seis locais diferentes, 53 colônias da aranha *Aneides studiosus*, espécie diminuta (até 1 cm), de cor alaranjada, mais conhecida por ter fêmeas dóceis e agressivas.

Na natureza, a razão dóceis/agressivas é tal que maximiza as chances de sobrevivência da colônia. Cada um desses dois temperamentos tem um papel na comunidade (ver 'Três perguntas para Pruitt'). A dupla de pesquisadores acompanhou também 20 colônias que nem foram perturbadas, nem deslocadas, servindo, assim, como grupo-controle.

As *A. studiosus* comem, em geral, insetos, mas até restos de ratos e pássaros já foram encontrados nas teias, que podem chegar a ter o tamanho de um carro (figura). Essa espécie espalha-se da América do Norte à do Sul.

**RISCO DE EXTINÇÃO** Parte das 53 colônias 'artificiais' foi levada para locais bem diferentes daqueles em que elas haviam se formado. Outra parte teve a razão dóceis/agressivas original alterada. Segundo Pruitt, essas perturbações são vistas pelas colônias como possível risco de extinção.

Quando não perturbadas, essa razão responde a fatores internos e externos. Se a colônia se forma num ambiente de muita comida, a tendência é que seja dominada por dóceis, pois não há tanta necessidade de caçar. À medida que a colônia cresce, a principal ameaça à sobrevivência em longo prazo são os parasitas sociais, que roubam a comida. Nesses casos, a tendência é que aumente o número de agressivas, que os combatem e protegem a colônia.

Se a colônia começa a se formar num local de poucos recursos, a tendência é que ela seja dominada por agressivas (caçadoras). Mas aí a maior ameaça é o canibalismo de ovos, praticado pelas agressivas. Então, à medida que a colônia cresce, aumentam as dóceis. Cada colônia ajusta a razão dóceis/agressivas para o ambiente em que está.

## TRÊS PERGUNTAS PARA PRUITT

### Como diferenciar fêmeas dóceis das agressivas?

Com base no espaço que demandam. As dóceis se mantêm agrupadas; as agressivas, distantes entre si.

### Qual o papel de cada uma delas na colônia?

As agressivas capturam individualmente presas, defendem a colônia e reparam a teia. As dóceis cuidam da prole.

### Os senhores pretendem continuar esses experimentos com aranhas sociais? Se sim, para quê?

Pretendemos fazer um ou dois novos experimentos. Primeiramente, gostaríamos de saber como as aranhas manipulam a composição [razão dóceis/agressivas] de seus grupos. Estariam se livrando de fenótipos (dóceis/agressivas) que estão em excesso? Ou será que as que estão em excesso abandonam a colônia ou se tornam ajudantes [qualquer dócil ou agressiva que deixa de se reproduzir para ajudar outros membros da colônia]? Não temos ainda essas respostas. Gostaríamos de poder manipular a quantidade de predadores, o número de parasitas sociais [que roubam comida da colônia] e a frequência de surtos de doenças, para testar que fatores são responsáveis pela seleção de grupo específica de cada ambiente natural. Seria resultado de apenas um fator? Ou seriam vários fatores combinados que gerariam as composições ideais?

Colônia das aranhas sociais de *A. studiosus*



**VOLTA ÀS ORIGENS** Depois de duas gerações, Pruitt e Goodnight notaram que as colônias — sem se importar com o novo ambiente — tendiam a voltar à razão dóceis/agressivas original, ou seja, aquela que maximizava as chances de elas sobreviverem no hábitat em que haviam se formado. Segundo os autores, as aranhas parecem não ter ideia de que estão num novo ambiente. E esse retorno à razão original pode até levar a colônia à extinção.

Para Pruitt e Goodnight, essa alteração mostra a seleção natural agindo em uma característica coletiva (razão dóceis/agressivas) que é passada de geração a geração e é determinante para a sobrevivência (ou não) da colônia. “Nosso estudo mostra a seleção de grupo atuando num ambiente natural — e sobre uma característica [razão] que é herdada — e que levou à adaptação em nível de colônia [grupo]”, diz Pruitt.

No artigo, os autores dizem por que esses resultados são importantes: “pesquisadores renomados têm defendido que a seleção em grupo não pode levar à adaptação do grupo [exceto em condições controladas] e que a teoria da seleção em grupo é ineficiente e falida”.

**INDIVÍDUO OU GRUPO?** Pelo tom, dá para perceber que seleção em grupo é assunto polêmico na biologia. Razão simplificada: a leitura mais comum da teoria proposta pelo naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882) é que a seleção natural ocorre apenas em nível de indivíduo. Mas, na chamada teoria da seleção em grupo, membros de espécies sociais exibiriam características individuais de comportamento que dariam maior ou menor chance de sobrevivência ao grupo. Ou seja, a seleção natural operaria em nível de grupo e produziria adaptações nesse nível.

Essa discussão começou com o próprio Darwin, mas ganhou fôlego a partir da década de 1960.

Mas, se a seleção natural age apenas sobre o indivíduo, como explicar, por exemplo, a cooperação de insetos sociais, como é o caso de abelhas, formigas — e, no caso, das *A. studiosus*. Afinal, se o que importa é o ‘eu’, por que aumentar as chances de outro indivíduo de sobreviver e passar seus genes para frente, na forma de descendentes férteis? Esse já foi assunto de reportagem na *CH on-line*: <http://bit.ly/1EE5DII>

Parte da explicação para a cooperação é que animais sociais são aparentados — então, ajudar o outro significa, de algum modo, ajudar a si mesmo. Pruitt e Goodnight dizem ter revelado um mecanismo complementar ao parentesco.

A polêmica sobre se a seleção em grupo é ou não válida vai continuar. Há aqueles, como o psicólogo norte-americano Steven Pinker, que nem mesmo podem ouvir a expressão. E há, agora, os resultados de Pruitt e Goodnight.

É esperar para ver. Por enquanto, há dúvidas. Mas, ao final, haverá uma certeza: ganha a biologia.

## NEUROCIÊNCIAS

# SEM MEMÓRIAS RUINS

Tudo indica que uma molécula possa evitar que um fato desagradável se torne uma memória associada ao medo. O resultado, se confirmado, pode ter aplicações na área de psiquiatria.

A formação de memórias ligadas ao medo envolve a formação de novas conexões entre os neurônios em uma região do cérebro denominada núcleo lateral da amígdala. Estudos anteriores haviam mostrado que proteínas denominadas efrinas, ao se ligarem a seus receptores no cérebro, contribuem para o processo.

Agora, Raphael Lamprecht e Monica Dines, da Universidade de Haifa (Israel), investigaram a atividade de uma efrina específica — efrina A4 — na consolidação de memórias de longo prazo relacionadas ao medo. Primeiramente, a dupla produziu em laboratório a pep-efrina A4, molécula que imita a atividade da efrina A4.

A dupla injetou a pep-efrina A4 no cérebro de roedores — no núcleo lateral da amígdala — cerca de 30 minutos antes de os animais escutarem um som e, em seguida, receberem um choque leve e inócuo nas patas. Ou cerca de 1 hora depois de serem condicionados ao medo (som mais choque). Nessas duas situações, animais do grupo-controle receberam uma injeção de substância inócua na mesma região cerebral.

A ação da pep-efrina A4 é a seguinte: ela se liga ao receptor da efrina A4, evitando, assim, que uma memória de longo prazo ligada ao medo se consolide.

Cerca de 24h após a aplicação das injeções, os dois grupos de roedores foram testados para a situação estressante (som e choque). Aqueles que haviam recebido efrina A4 sentiram menos medo, se comparados aos do grupo-controle. Esses resultados estão em *Translational Psychiatry* (30/09/14 *on-line*).

A pep-efrina A4 não ‘apaga’ a memória de longa duração relacionada ao medo. Ela apenas evita sua consolidação. Lamprecht explicou à *CH* que, nas duas situações (antes e depois do condicionamento), “essas memórias não estão ainda consolidadas”. Os autores ressaltam que a efrina A4 não atua na aquisição de memórias de curta duração.

Tanto a pep-efrina A4 quanto o receptor dessa molécula no cérebro podem ser um bom ponto de partida para a busca de novos tratamentos para a ansiedade ou estresse pós-traumático (EPT), dizem os autores.

Fica tentador extrapolar o uso desses resultados para aplicações militares. Sabe-se que soldados que enfrentam situações perigosas nos combates podem desenvolver EPT. Então, um cenário — ainda que futurístico — seria injetar efrina A4 aos combatentes antes de uma possível situação estressante ou logo depois, para evitar que memórias de longa duração relacionadas ao medo se consolidem. Ou seja, o soldado sentiria medo, mas não ‘lembraria’ dele — pelo menos, não com tanta intensidade.

Cabe lembrar, porém, que os experimentos foram feitos em ratos. Portanto, ainda não se sabe se os resultados valem para humanos.

SINTONIA FINA

## Vivemos em uma ilusão?

Pesquisador trabalha em uma das partes do Holometer

Dizer que a física de fronteira e a ficção científica resvalam ou intersectam suas fronteiras é, no mínimo, lugar-comum. Mas o Holometer tem objetivos que dificilmente sairiam da cabeça de um roteirista: esse experimento quer testar se vivemos num holograma de duas dimensões (2D), mas temos a ilusão de estar num espaço tridimensional (3D).

Do começo. Imagine-se como uma personagem de uma história em quadrinhos, ou seja, alguém que vive em uma folha de papel (um espaço bidimensional). De seu ponto de vista, o mundo tem altura, largura e comprimento. Mas, na verdade, é apenas uma ilusão, porque seu cachorro, sua mesa e tudo mais ao seu redor não passam de objetos igualmente bidimensionais. Mas nem você nem as outras pessoas com quem você interage na história sabem disso. Então, para vocês, o mundo em 3D é uma ilusão, pois toda a informação, na verdade, está 'gravada' apenas no espaço 2D.

Parte dos físicos – já que o assunto é polêmico – acha que o espaço tridimensional é uma ilusão que só se apresenta a nós em escala macroscópica – aquele em que vivemos – e em baixas energias (estas de nosso cotidiano). Para esses físicos, o universo seria mais ou menos como uma holografia: a imagem está gravada em 2D, mas temos a impressão de que ela tem 'volume'

à medida que se passa do mundo microscópico e se rumam para o macroscópico.

Então, se o espaço, em última instância, for realmente bidimensional, toda a informação do universo estará armazenada em diminutos 'pedacinhos' bidimensionais, que, segundo o físico norte-americano Craig Hogan, líder do Holometer, seriam trilhões de trilhões de vezes menores que um átomo. Certamente, inimaginável. Mas, segundo ele, mensurável.

Uma característica desses 'tabletezinhas' de espaço: assim como os átomos, eles vibrariam. E essa vibração espacial criaria o chamado ruído holográfico, que, segundo Hogan e os outros 20 pesquisadores do experimento, poderia ser detectado por meio de feixes muito intensos, sensíveis e longos de luz *laser*, que ficariam defasados, caso detectassem as vibrações do ruído holográfico.

Ano que vem, o Holometer, experimento instalado no Laboratório Nacional Fermi (EUA), deve começar a coletar dados. Se as tais vibrações dos pacotinhos bidimensionais de espaço forem detectadas... Bem, ficará tentador apelar para as filosofias orientais, em que o termo *maya* designa algo como ilusão, ou seja, um tipo de experiência subjetiva que nossa mente cria e que interpretamos como realidade.

## Rumo à medicina regenerativa?

Uma japonesa foi a primeira pessoa do mundo a receber um tecido à base de células-tronco pluripotenciais induzidas. O procedimento abre uma trilha que, se tudo correr bem, poderá se transformar em uma avenida. E das largas.

As células-tronco pluripotenciais são aquelas com a capacidade de se transformar em qualquer tecido do organismo. Até pouco tempo atrás, esse tipo de célula vinha de uma única fonte: os embriões. No entanto, recentemente, descobriu-se que elas poderiam ser obtidas a partir de células adultas 'forçadas', em laboratório, a retroceder a essa fase primitiva. Aí, se tornam as chamadas células-tronco pluripotenciais induzidas (ou células iPS, na sigla em inglês).

Portadora de uma doença que degenera uma região do olho (mácula), a japonesa, sem visão, na casa dos

70 anos, sem nome revelado, recebeu uma 'folha' (1,3 por 3 mm) de tecido de retina à base de células iPS (imagem). Estas, por sua vez, foram derivadas de células extraídas da pele dela.

O procedimento cirúrgico durou só duas horas e foi feito no Instituto para a Pesquisa Biomédica e Inovação. O tecido implantado foi criado no Centro de Biologia do Desenvolvimento. As duas instituições são em Kobe (Japão).

O(a) leitor(a) que chegou até aqui nesta nota pode estar se perguntando: o transplante devolverá a visão à mulher? Resposta: muito provavelmente, não. Mas o objetivo do experimento era outro: testar se o im-



FOTO RINEN / FOUNDATION FOR BIOMEDICAL RESEARCH AND INNOVATION

## CHAMANDO PELA MÃE

O instinto materno parece ter algo de primitivo. Primitivo a ponto de fazer fêmeas de uma espécie atenderem ao chamado aflitivo de filhotes de outra. É possível que esses chamados tenham algo em comum.

O que o(a) leitor(a) acha que aconteceria se uma fêmea de veado ouvisse o chamamento de um filhote de foca? Ou de cãozinho ou gatinho? E se fosse o choro de um bebê?

A bióloga Susan Lingle, da Universidade de Winnipeg (Canadá), e Tobias Riede, da Universidade Midwestern (EUA), gravaram chamados aflitivos de filhotes de vários animais: focas, gatos, cães, marmotas e bebês e os tocaram, por meio de altofalantes escondidos, para um grupo selvagem de veados-mula (*Odocoileus hemionus*).

Os autores observaram que as fêmeas adultas – que haviam sido mães recentemente – vinham em direção à origem dos sons, como está relatado em *The American Naturalist* (outubro de 2014).

Até os chamados em ultrassom de filhotes de morcego e marmotas, bem como os em infrassom, de elandes (espécie de antílope), atraíram as fêmeas de veado-mula – nos dois casos, as frequências dos sons foram alteradas, para torná-los audíveis para as fêmeas. No entanto, elas não responderam ao chamado de adultos, incluindo coiotes e mesmo canto de pássaros. Também não responderam aos sons de predadores ou a sinais sonoros neutros usados como controle.

No mesmo experimento, resultados semelhantes foram obtidos para as fêmeas de veado-de-cauda-branca (*Odocoileus virginianus*), igualmente recém-paridas.

Segundo os autores, é possível que muitos mamíferos tenham o cérebro 'sintonizado' para certas frequências, ou seja, haveria um elemento comum em todos eles, mesmo entre espécies separadas por quase 100 milhões de anos na escala evolutiva. E isso permitiria que fêmeas reconhecessem a aflição nos chamados de filhotes de outras espécies.

Em entrevista à *CH*, Lingle explica que “a [fêmea] do veado-mula atende aos chamados desde que a frequência fundamental [aquela que define a nota do som] esteja num intervalo de 40% [para mais ou menos] da frequência média do chamado de um filhote de veado-mula.”

Pergunta: só as fêmeas? E em humanos?

Lingle responde: “Em muitos mamíferos, como os veados, apenas as mães cuidam dos filhotes. Então, nos veados, apenas as fêmeas respondem [aos chamados] – testamos isso em um artigo anterior,

publicado em *Animal Behaviour*, de 2007. Em humanos, pais respondem tão intensamente quanto mães aos choros dos bebês. Em ambos, há diferenças nas partes do cérebro que são ativadas, mas é justo dizer que pais e mães respondem com a mesma intensidade. Eu arriscaria dizer que o mesmo ocorre em outras espécies em que tanto machos quanto fêmeas cuidam da prole.”

**Fêmea de veado-de-cauda-branca lambe seus filhotes híbridos recém-nascidos**



plante seria rejeitado pelo sistema imune ou levaria à formação de tumores. Se tudo correr bem, pode haver sinal verde para metas mais ambiciosas.

Deposita-se esperança (muita) em aplicações futuras das células iPS, pois elas resolvem um problema ético: a destruição de embriões. Se o experimento de agora mostrar que não há efeitos colaterais graves com o implante, então, aquela trilha inicial deve se alargar. E, quem sabe, um dia levar a desdobramentos da chamada medicina regenerativa para cegueira, paralisia, fabricação de órgãos viáveis em laboratório etc. Por enquanto, a esperança é (bem) mais larga que o caminho que se abre.

FOTO SUSAN LINGLE





FOTO MATS BRÄNNSTRÖM ET AL. / THE LANCET (2014)

## Infertilidade uterina: esperança

Este é o primeiro bebê nascido de uma mãe que recebeu um transplante de útero.

O menino, saudável, nasceu de cesariana, com 1.775 g – segundo os médicos, peso normal para um prematuro de 31 semanas.

A mãe, de 36 anos, não identificada, nasceu sem o útero.

Depois do transplante, um único embrião foi implantado no novo órgão, recebido de doadora viva, de 61 anos, em pós-menopausa.

É o primeiro dos 12 transplantes semelhantes no mundo em que a criança nasce viva. O líder da pesquisa, Mats Brännström, da Universidade de Gotemburgo (Suécia), diz que o sucesso poderá ajudar mulheres que sofrem da chamada infertilidade uterina.

Até o fechamento desta edição, mãe e filho passavam bem.



FOTO: CECILIO RODRIGUES

Até o estilo de vida de um indivíduo, com suas dietas e hábitos, tem muito mais envolvimento com a flora intestinal do que supúnhamos

Já comentamos anteriormente ('Afinal, quem somos?', em *CH* 273) que o número de bactérias normalmente abrigadas pelo corpo humano supera em pelo menos 10 vezes o número de células que compõem seus diferentes tecidos e órgãos. Assim, tomando apenas o aspecto quantitativo, temos uma natureza mais bacteriana que humana (ver 'A microbiota humana', em *CH* 316). Entretanto, os taxonomistas, que levam em consideração os caracteres anatômicos macroscópicos, não têm dificuldade em classificar um indivíduo saudável, no qual as bactérias permanecem restritas ao sistema digestório, como pertencente à espécie *Homo sapiens*.

Já sabíamos que esses comensais têm um papel fisiológico em nossas vidas, já que são os responsáveis pela síntese das vitaminas B e K, além de auxiliarem na digestão de ácidos biliares e esteróis. O que talvez seja novidade é a importância crescente que a microbiota exibe em relação a muitos outros parâmetros fisiológicos. Descobertas recentes vão nos forçar a revisar conceitos tradicionais e finalmente aceitar que até o estilo de vida de um indivíduo, com suas dietas e hábitos, tem muito mais envolvimento com a flora intestinal do que supúnhamos.

A composição da microbiota, por exemplo, é considerada um fator que predispõe à chamada síndrome metabólica. Indivíduos com essa síndrome têm pelo menos três das seguintes anomalias: obesidade abdominal, pressão alta, glicose elevada, alta taxa de triglicérides e níveis baixos do colesterol 'bom' (HDL). Outra situação ligada à microbiota envolve os adoçantes artificiais não calóricos (AANC), como sacarina, sucralose e aspartame. Consumidos por milhões de pessoas, eles são classificados de não calóricos por não sofrer metabolização: passam intactos pelo sistema digestório e são excretados. Em trabalho que acaba de ser publicado *on-line* na revista *Nature*, Jotham Suez e colegas apresentaram resultados impressionantes, revelando que a expectativa de emagrecer ou engordar depende em grande parte da microbiota.

Para começar, os AANC induziram rapidamente (em horas) intolerância à glicose, isto é, produziram níveis aumentados de glicose sanguínea semelhantes aos encontrados em diabéticos. Os AANC também modificaram a própria composição da microbiota – vale lembrar que a dieta age como fator seletivo das bactérias intestinais e que, dependendo da população prevalente, a obesidade pode ser uma consequência. O grupo também mostrou que antibióticos podem abolir as alterações metabólicas induzidas pela microbiota e que o transplante desta para outros animais reproduzia neles o quadro dos animais doadores.

Esses resultados foram obtidos em camundongos, mas foi possível estabelecer uma ponte com humanos por meio da pesquisa de hábitos nutricionais em 381 indivíduos não diabéticos. Nesse grupo, foram encontradas várias correlações positivas entre o uso desses adoçantes e aspectos como ganho de peso, medidas de obesidade abdominal, altos níveis de glicose sanguínea e outros. Destaque-se aqui o resultado que aponta que, para certas populações, o consumo de adoçantes engorda!

As bactérias, no entanto, vão além: afetam a resposta do corpo ao tratamento médico. Em 2013, trabalho publicado na revista *Science* (v. 342, p. 971) por Sophie Viaud e colegas mostrou que a ciclofosfamida, droga que estimula respostas imunes antitumorais usada na quimioterapia do câncer, age alterando a composição da microbiota de modo análogo ao descrito acima para os AANC. A ciclofosfamida induz a translocação de cepas de certo tipo de bactérias (Gram-positivas) do intestino para os órgãos linfóides, onde, então, a resposta imune é estimulada.

O que fica claro, nos estudos descritos aqui e em muitos outros, é a interação muito próxima que ainda existe entre nós e nossos ancestrais, as bactérias. É inteiramente possível que, em breve, a chamada medicina personalizada tenha que levar em conta um prontuário que contenha não somente a composição gênica, mas também a da microbiota do indivíduo. **CH**

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



# ESPORTE E ATIVIDADE FÍSICA PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES

Estudos científicos confirmam que a prática de esportes ou exercícios traz benefícios para a saúde. É grande, hoje, o incentivo para que todos, das crianças aos idosos, se mantenham fisicamente ativos. Também é forte o apelo para formar atletas de alto desempenho. Para isso, o treinamento de futuros atletas começa cada vez mais cedo. Mas como crianças e jovens respondem ao treinamento intenso? Quais as diferenças, nesse aspecto, entre crianças e adultos? E quais os riscos? Este artigo trata da busca de respostas para essas e outras questões.

**Luciano Sales Prado**

*Departamento de Educação Física,  
Universidade Federal de Minas Gerais*

**N**o mundo atual, somos constantemente alertados por todos os meios de comunicação da necessidade de sermos fisicamente ativos, de preferência por toda a vida, para mantermos bons níveis de gordura corporal, metabolismo saudável, teor mineral ósseo adequado e um grau de aptidão para realizar as tarefas do dia a dia que nos permita uma boa qualidade de vida. Da mesma maneira, não há um dia sequer em que não sejamos inundados de imagens coloridas e em câmera lenta de cenas esportivas de impressionante beleza, ou por atos heroicos de atletas de todas as etnias e nações, seja em terra, na água, no ar. Atletas que terminam por incorporar o papel, nem sempre desejável, de símbolos de estética e sucesso, que encarnam o espírito de países inteiros.

FOTO: MARCELO BORGES/OLYMPIA PRESS

>>>

O apelo para a prática de atividades físicas é grande, assim como o apelo para a formação de atletas jovens, pela conhecida importância dessa prática, ou pelo simples desejo de cada jovem de, um dia, se tornar mais um daqueles heróis nacionais.

Independentemente de qualquer motivo, é enorme a procura por atividades esportivas pela população jovem, desde a infância. Além disso, a educação física é disciplina obrigatória nas escolas de quase todos os países, inclusive o Brasil. Nesse contexto, porém, podemos colocar perguntas interessantes. Qual seria realmente o sentido da prática de atividades físicas nessa faixa etária? Quais os benefícios possíveis? E qual a quantidade de atividade física necessária para que benefícios para a saúde se tornem evidentes?

Por outro lado, há riscos? O que acontece com o corpo de um jovem quando se torna um atleta de alto rendimento, submetido a programas de treinamento em geral realizados por adultos? Ou simplesmente quando uma criança realiza uma sessão de exercícios? Se houver riscos, quais são? E o mais importante, o maior desafio: como trabalhar com esses indivíduos, para que se tornem adultos saudáveis e ativos? Ou, se o objetivo é a formação de atletas, qual é o melhor caminho, os melhores métodos?

**Crianças versus adultos** Crianças apresentam algumas diferenças importantes, em relação a adultos, na resposta fisiológica ao exercício agudo – ou seja, ao momento em que o exercício está sendo realizado. Quase todas essas diferenças dependem do nível de maturação biológica individual: as respostas, de início diferentes, tendem a assumir aos poucos o padrão de resposta dos adultos, à medida que ocorre essa maturação, no decorrer da puberdade. No entanto, o papel exato da maturação biológica na determinação da maturação das respostas fisiológicas ao exercício permanece pouco conhecido até hoje. As principais diferenças serão apresentadas a seguir.

No exercício realizado em intensidade máxima, crianças apresentam frequência cardíaca máxima (número máximo de batimentos por tempo) maior que a de adultos, mas, para qualquer intensidade de exercício, a frequência cardíaca também é sempre superior em crianças. Alguns pesquisadores acreditam que isso acontece porque as crianças têm um coração menor. Por isso, o volume sistólico (quantidade de sangue ejetado pelo coração a cada batimento) seria menor entre elas e, assim, a frequência cardíaca seria maior, para atingir um adequado débito cardíaco (volume de sangue bombeado pelo coração em um minuto).

Entretanto, estudos com ecocardiografia de esforço em crianças e adultos com níveis semelhantes de condicionamento aeróbico revelaram que, quando o volume sistólico e o débito cardíaco são relativizados pela área

de superfície do corpo (um modo de normalizar variações nas dimensões corporais), as diferenças desaparecem. Aparentemente, portanto, crianças não teriam ‘desvantagem’ em relação a adultos quanto à capacidade circulatória central. Entretanto, a frequência cardíaca maior em crianças, para qualquer intensidade de exercício, deve ser sempre considerada.

Crianças tendem a apresentar maior ventilação pulmonar (volume de ar que circula por minuto nos pulmões) que adultos quando submetidas a qualquer tipo de esforço, embora não haja qualquer limitação para a saturação de oxigênio na hemoglobina, no sangue arterial, para qualquer intensidade de exercício, inclusive o máximo. As razões para esse maior ‘custo’ ventilatório durante o exercício em crianças permanecem obscuras. Além disso, principalmente em atividades de caminhada e corrida, crianças tendem a uma pior economia de movimento que adultos – isso significa que, para uma dada intensidade de exercício, o consumo de oxigênio para a realização da tarefa é maior nas crianças.

Todas essas características somadas talvez possam explicar a maior percepção subjetiva de esforço em crianças, quando realizam exercícios contínuos. Isso quer dizer que, sempre que solicitada a fazer uma caminhada intensa ou uma corrida contínua, a criança classifica aquele exercício como mais cansativo do que um adulto o faria, caso se exercitasse na mesma intensidade.

Finalmente, sabe-se que as crianças, de modo geral, suam menos que adultos ao se exercitar em ambientes quentes, já que produzem menos suor por glândula sudorípara. A produção de suor somente atinge níveis adultos durante a puberdade. Assim, a capacidade da criança de regular a temperatura do corpo por evaporação é menor que a do adulto: em um ambiente quente, ela precisa perder calor pelos processos de condução (perda direta por diferença de temperatura entre o corpo e o ambiente) e convecção (perda quando o corpo é submetido a uma corrente de ar). Nas crianças, a maior superfície corporal (em relação à massa corporal) facilita a dissipação de calor por condução quando a temperatura do ambiente não está elevada. Se esta, porém, se aproximar da temperatura média da pele (cerca de 35°C), as crianças podem ficar mais suscetíveis que os adultos à redução significativa de desempenho físico ou à elevação descontrolada da temperatura corporal (hipertermia).

**Treinabilidade diferente** O critério para avaliar a capacidade aeróbica – expressa por valores relativos de consumo máximo de oxigênio – de diferentes grupos de indivíduos é o consumo máximo de oxigênio, que pode ser expresso em termos absolutos (volume consumido por minuto) ou relativos (volume consumido por minuto para cada quilo de massa corporal). Valores relativos são mais adequados para a comparação entre crianças e adultos, já que os valores absolutos estão associados às proporções



FOTO EDUARDO ANAPPI/FOCUSPRESS

corporais (adultos têm pulmões, massa corporal e massa muscular maiores) – sabendo-se, porém, que a relativização do consumo máximo de oxigênio apenas pela massa corporal não contempla todas as diferenças entre proporções corporais.

Assim, meninos têm capacidade aeróbica semelhante à de homens adultos jovens, enquanto, em meninas, esses valores decrescem de modo regular entre o início da puberdade e o início da idade adulta. Aparentemente, as alterações na composição corporal e nos níveis de atividade física habitual que ocorrem na adolescência podem explicar a redução da capacidade aeróbica em meninas nessa época. Quando submetidas a programas de treinamento da capacidade aeróbica de características semelhantes aos programas utilizados com adultos, crianças de ambos os sexos costumam apresentar aumentos no consumo máximo de oxigênio levemente inferiores aos dos adultos.

É importante ressaltar que programas convencionais para o desenvolvimento dessa qualidade física preconizam exercícios contínuos em intensidade moderada (entre 60% e 85% da frequência cardíaca máxima), por

cerca de, no mínimo, 20 a 30 minutos, com frequência semanal de três a cinco sessões. Entretanto, estudos recentes têm sugerido que atividades mais intensas, mesmo realizadas por tempo menor e de modo intermitente, podem levar a adaptações, em crianças, semelhantes às observadas em adultos. O desenvolvimento da capacidade aeróbica é fundamental não apenas para o bom desempenho na maioria das modalidades esportivas, mas, também, para a prevenção, entre outros problemas, de doença cardíaca coronariana e diabetes.

O fornecimento de energia para as atividades de curta duração, realizadas em intensidade máxima, é o principal determinante da capacidade anaeróbica de um indivíduo. Em atividades com até cerca de 15 segundos de duração, a produção de energia para a atividade muscular é anaeróbica (ou seja, sem oxigênio) e decorre principalmente da degradação de duas moléculas orgânicas, o trifosfato de adenosina (ATP) e a creatina-fosfato (CP) – nessa via, não há produção de ácido láctico. Já em atividades entre 15 segundos e 3 minutos de duração, a forma de geração de energia predominante (ainda anaeróbica) é a quebra da molécula



FOTO: MAIZE SOURCE/ACQUARRETTI

de glicose (glicólise), com formação de ácido láctico (que rapidamente se altera, gerando lactato). Assim, as concentrações totais de ATP e CP e das enzimas que promovem a degradação dessas moléculas são os principais fatores que determinam a capacidade ou potência anaeróbica alática de um indivíduo.

A capacidade ou potência anaeróbica lática, por sua vez, é determinada por vários fatores. Os principais são a concentração de glicogênio (um carboidrato) nos músculos, a ativação de receptores de hormônios que estimulam a atividade muscular, a concentração e atividade das enzimas que quebram o glicogênio, a produção máxima de lactato (a partir do ácido láctico) e a capacidade de neutralização de íons de hidrogênio (liberados pelas reações envolvidas na atividade muscular).

Não são conhecidas diferenças entre crianças e adultos quanto à capacidade anaeróbica sem produção de ácido láctico, embora o desempenho de crianças em exercícios explosivos seja significativamente inferior ao de adultos, mesmo quando diferenças de massa corporal são consideradas. Entretanto, crianças têm, em seus músculos, menores concentrações de enzimas glicolíticas do que adultos, o que é provavelmente o fator responsável pelos níveis máximos de lactato (medidos no plasma sanguíneo) claramente inferiores aos verificados em adultos.

Quando crianças e adultos são submetidos a treinamentos de velocidade ou potência, em desempenhos de

curta duração (com baixa produção de ácido láctico), as alterações fisiológicas associadas a esse tipo de exercício parecem ser semelhantes em ambos. Entretanto, no caso do treinamento da capacidade anaeróbica com duração um pouco maior (com intensa produção de ácido láctico), essas adaptações parecem ser menos pronunciadas em crianças. Cabe ressaltar, porém, que a pesquisa nessa área ainda é insuficiente para permitir posições conclusivas, embora o treinamento dessa qualidade física seja parte de praticamente qualquer programa de atividades no contexto esportivo, em qualquer idade.

A força muscular aumenta de maneira regular durante a infância, em ambos os sexos, processo que acompanha tanto o crescimento corporal quanto as adaptações na função neuromuscular decorrentes da experiência motora acumulada. Mais tarde, entre a metade e o final da puberdade, o desenvolvimento da força muscular tende a se estabilizar em moças, mas acelera nos rapazes, devido ao aumento da massa muscular decorrente da maior produção de testosterona, o hormônio sexual masculino.

Em ambos os sexos, porém, a força muscular é igualmente treinável mesmo antes da puberdade. É comum observar ganhos de até 30% na força máxima em estudos que usam programas de treinamento com duração entre oito e 20 semanas. Entretanto, esses ganhos devem-se basicamente a alterações nos padrões de recrutamento

neural, como frequência de estímulos nervosos, diminuição da ação inibitória, maior número de unidades motoras recrutadas e melhoras na coordenação dentro dos músculos e entre eles. Quanto à massa muscular, não é observado ganho significativo como resposta ao treinamento em meninos ou meninas, em estudos em que os programas de treinamento são aplicados a voluntários. Entretanto, não é possível excluir a possibilidade de que a atividade física regular de longo prazo possa, de fato, levar a maior síntese proteica muscular nesses indivíduos e, portanto, aumento detectável e significativo da massa muscular.

Durante a puberdade, as moças mantêm os mesmos níveis de treinabilidade que apresentavam desde meninas, enquanto os rapazes passam a ser mais treináveis, pois se tornam aptos a responder ao treinamento com aumento da massa muscular, além das adaptações neurais já possíveis desde a infância. É importante ressaltar que a força muscular é fundamental não apenas para o rendimento esportivo, mas também para um bom nível funcional em atividades cotidianas e para a prevenção de problemas posturais e de equilíbrio.

**Riscos e benefícios** Muito se diz sobre os possíveis riscos à saúde do sistema muscular e ósseo do treinamento de força. Por anos, acreditou-se que realizar determinados exercícios poderia causar lesões a músculos, tendões, ligamentos e ossos, bem como – e de modo mais grave – até comprometer o crescimento longitudinal de ossos longos. Não existem, porém, evidências científicas de que o treinamento de qualquer modalidade esportiva possa comprometer o desenvolvimento ósseo.

O argumento amplamente usado na sociedade para amparar tal suspeita é o de que, por exemplo, jogadores de basquete são altos e ginastas são baixos. Isso de fato acontece, mas por uma seleção natural dos atletas, em função das características mecânicas de cada modalidade, que requerem atletas de alto nível com características antropométricas capazes de atender às demandas específicas. No entanto, cargas mecânicas cronicamente mal aplicadas podem levar a problemas posturais sérios, lesões em estruturas ósseas, cartilagens e ligamentos, o que exige um profundo conhecimento técnico dos profissionais de educação física que planejam e aplicam programas de exercícios e treinamento esportivo para crianças e adolescentes.

É fundamental ressaltar: o exercício praticado sem controle adequado da carga de treinamento, sem observar a resposta fisiológica das crianças e adolescentes envolvidos e com o objetivo irresponsável de obter desempenho esportivo a todo custo pode gerar uma série de problemas, com consequências ainda desconhecidas em longo prazo. Se, por um lado, o crescimento longitudinal dos ossos provavelmente não será afetado, a estrutura do tecido ósseo pode ficar comprometida nas modali-

dades em que o treinamento intenso reduza muito o teor de gordura corporal. Isso fica bem evidenciado em meninas e moças, que podem ter a primeira menstruação retardada ou alterações na concentração de hormônios sexuais, o que pode diminuir o teor mineral ósseo e aumentar a chance de desenvolver osteoporose após a menopausa.

Tanto em meninos quanto em meninas, alguns cuidados são fundamentais, na aplicação de programas de treinamento sistematizados, para preservar a saúde dos indivíduos. Cabe ressaltar que comprometer a saúde com programas draconianos de exercício não torna ninguém um atleta melhor. Ao contrário, a queda de rendimento será evidente, e a chance de interrupção precoce da carreira atlética aumenta. O programa de treinamento deve observar atentamente o desenvolvimento corporal e o percentual de gordura dos indivíduos, alterações nos padrões de sono (dificuldades para adormecer, sono agitado e interrompido, dificuldades para acordar), alterações de apetite (em especial a adoção de hábitos alimentares fora da norma ou a busca frenética pela magreza excessiva), variações bruscas na frequência cardíaca (ao acordar ou em repouso, principalmente), aumento da incidência de resfriados e infecções, cansaço constante (principalmente associado à redução da capacidade de manter o desempenho habitual nos treinamentos), dores musculares incomuns (em especial nas articulações) e alterações bruscas de humor (irritabilidade, perda de motivação, prostração, apatia).

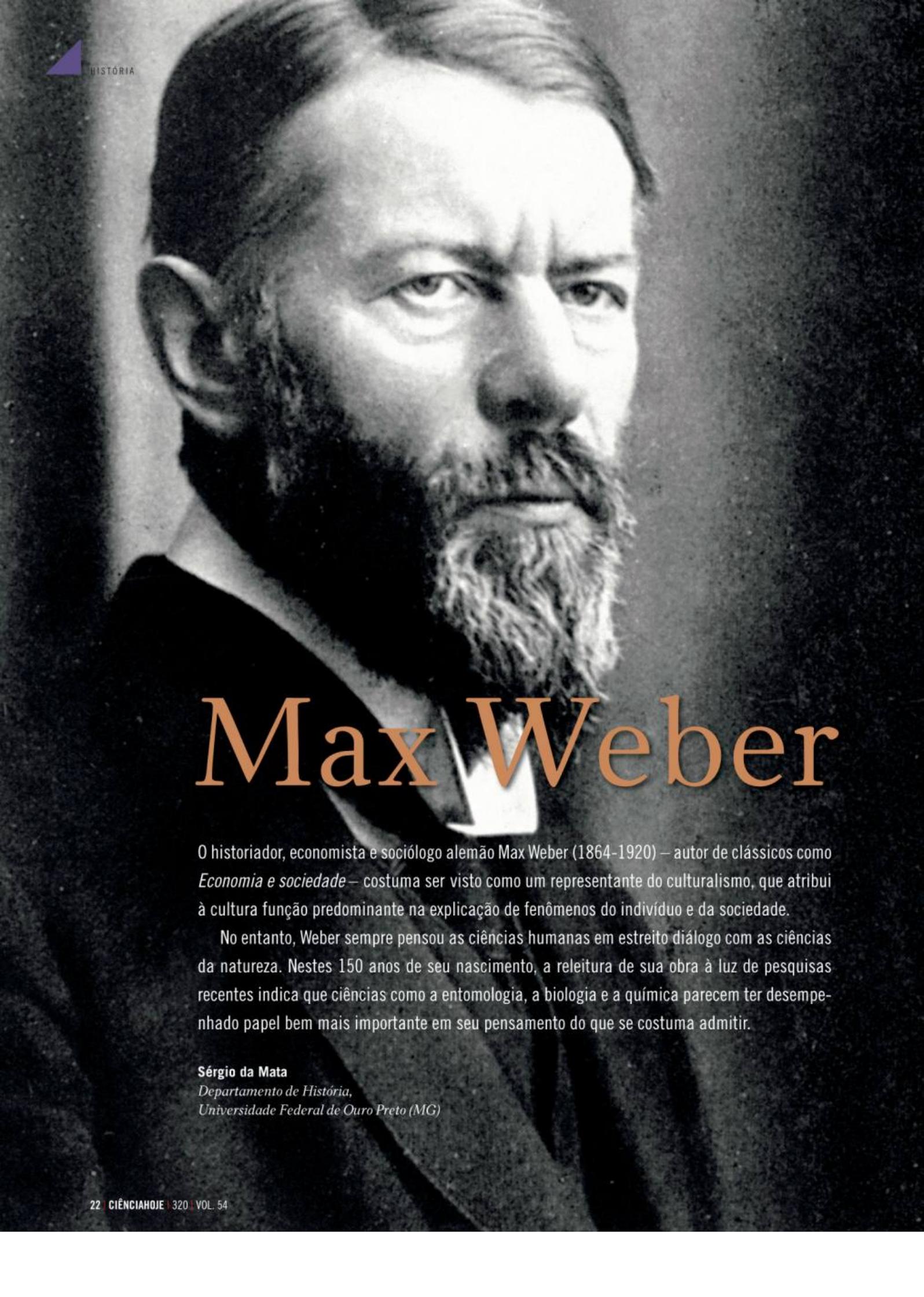
Portanto, fica claro que a prática de atividade física regular de qualquer natureza, bem como o treinamento esportivo sem especialização precoce e em doses adequadas, são importantes e desejáveis para a manutenção da saúde, e plenamente compatíveis com a formação de atletas. Entretanto, o conhecimento científico sobre as características de crianças e adolescentes, em cada fase de seu desenvolvimento, quanto às respostas biológicas ao exercício agudo e crônico é premissa fundamental para o planejamento e a aplicação de programas adequados a essa faixa etária. ■

## Sugestões para leitura

ROWLAND, T. *Fisiologia do exercício na criança*. Barueri, Editora Manole, 2008.

SAMULSKI, D.; MENZEL, H.-J. e PRADO, L. S. *Treinamento esportivo*. Barueri, Editora Manole, 2013.

LLOYD, R. e OLIVER, J. *Strength and conditioning for young athletes*. Londres, Routledge, 2014.

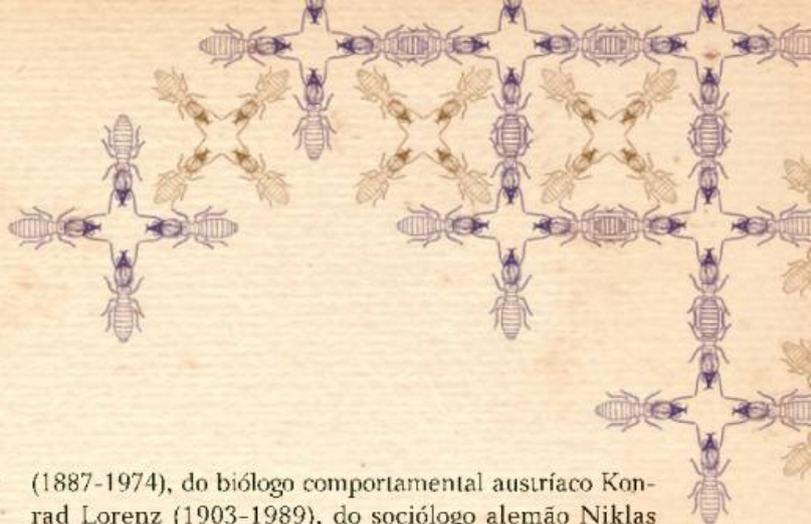


# Max Weber

O historiador, economista e sociólogo alemão Max Weber (1864-1920) – autor de clássicos como *Economia e sociedade* – costuma ser visto como um representante do culturalismo, que atribui à cultura função predominante na explicação de fenômenos do indivíduo e da sociedade.

No entanto, Weber sempre pensou as ciências humanas em estreito diálogo com as ciências da natureza. Nestes 150 anos de seu nascimento, a releitura de sua obra à luz de pesquisas recentes indica que ciências como a entomologia, a biologia e a química parecem ter desempenhado papel bem mais importante em seu pensamento do que se costuma admitir.

**Sérgio da Mata**  
*Departamento de História,  
Universidade Federal de Ouro Preto (MG)*



**A** história das ciências humanas e sociais, por vezes, confunde-se com a própria história da ciência. É que, não obstante os momentos de desconfiança mútua, a distância entre ciências humanas e ciências naturais nunca foi tão grande quanto por vezes se alardeia.

Raramente e em poucas disciplinas, houve tentativas sistemáticas de se ultrapassar a separação entre mente e corpo outrora estabelecida pelo filósofo, físico e matemático francês René Descartes (1596-1650). Em 1872, o fisiologista Emil Du-Bois Reymond (1818-1896) questionara tal separação em *Sobre os limites do conhecimento da natureza*. Em 1928, foi a vez de o zoólogo e filósofo Helmuth Plessner (1892-1985) tentar superar o dualismo do sistema cartesiano em seu livro *Os níveis do orgânico e o ser humano*.

De uma forma ou de outra: a história desse 'erro' de Descartes é, em grande parte, a história da alienação mútua entre ciências humanas e ciências naturais – tema que encontraria justificação filosófica nas obras de outros grandes intelectuais e cientistas desde as últimas décadas do século 19.

(1887-1974), do biólogo comportamental austríaco Konrad Lorenz (1903-1989), do sociólogo alemão Niklas Luhmann (1927-1998) e do primatologista holandês Frans de Waal.

Quando o sociólogo, economista e historiador alemão Max Weber (1864-1920) escreveu suas principais obras, nada disso era autoevidente. A trajetória científica de Weber atesta a todo momento sua abertura em relação a outros campos do saber, uma enorme curiosidade científica e, acima de tudo, seu ideal de ciência histórico-social como ciência rigorosa.

Weber tornou-se mundialmente conhecido por obras como *A ética protestante e o espírito do capitalismo*, *Economia e sociedade* e *Ciência como vocação*. Não precisamos enumerar aqui, portanto, as muitas razões para lê-lo. Passados 150 anos de seu nascimento, o ideal de uma ciência social interpretativa e, ao mesmo tempo, rigorosa continua na ordem do dia, inspirando inovações de suma importância, como as existentes nas obras do filósofo austríaco Alfred Schütz (1899-1959), do filósofo e sociólogo alemão Arnold Gehlen (1904-1976) ou do sociólogo norte-americano Anselm Strauss (1916-1996).

## E AS CIÊNCIAS NATURAIS

**Ciência social rigorosa** Mas a justificação filosófica do abismo não quer dizer que o abismo exista. Para se perceber como as aproximações acontecem, basta voltarmos nossos olhos para a prática científica concreta. A bem da verdade, a intensificação do diálogo entre humanidades e ciências naturais nem sempre produziu bons resultados, sucumbindo ora à simplificação excessiva, ora à ideologização – caso das teorias racistas e da frenologia, a pseudociência que pretendia medir as qualidades intelectuais e o caráter de um indivíduo pelas proporções de seu crânio.

Sabemos como natureza e cultura estão intimamente ligadas entre si. E essa relação começou a ser adequadamente esclarecida com o surgimento, ainda na década de 1920, da chamada antropologia filosófica – que busca a essência do ser humano –, bem como com as obras, por exemplo, do biólogo holandês Frederik Buijtendijk

**Crise e autodiagnóstico** Talvez, seja o momento oportuno para chamar a atenção para outra faceta da extensa obra de Weber – e que as considerações acima tiveram por fim apenas indicar: sua relação, nunca desfeita, com as ciências naturais.

Aos 14 anos, Weber já se entretinha com a leitura do clássico de 1870 do historiador cultural alemão Victor Hehn (1813-1890) sobre a história e o significado cultural das plantas e dos animais domésticos. Não muito tempo depois, ao fazer sua graduação em direito, Weber bem que se esforçou na leitura dos três volumes de *Microcosmos* (Microcosmo), do filósofo e lógico alemão Hermann Lotze (1817-1881). Mas estava ainda demasiadamente marcado pelo idealismo filosófico para apreciar essa obra, tão estranha ao estilo de pensamento da época.

O estudo da história do direito e da economia política parece ter absorvido inteiramente as forças de Weber

>>>

entre 1889 e 1895. Mas dois anos depois, em 1897, o destino se encarregaria de reacender nele o interesse pelas ciências 'duras'. Naquele ano, após a morte de seu pai, Weber foi acometido por uma grave crise nervosa.

Nenhuma das biografias existentes elucida completamente as razões de sua enfermidade, mas sabe-se que por mais de uma década ele se considerou inapto para lecionar. Ao longo desse difícil período de sua vida, ele estudou boa parte da literatura disponível na área de psicologia. Weber produziu inclusive um autodiagnóstico que seu amigo, o psiquiatra e filósofo alemão Karl Jaspers (1883-1969), chegou a ler, mas cujo manuscrito se perdeu.

**Psicofísica do trabalho** Weber rejeitou as ideias de três importantes representantes da psicologia de sua época: a psicologia compreensiva, de Wilhelm Dilthey (1833-1911); a 'psicologia dos povos', do alemão Wilhelm Wundt (1832-1920); e as teorias psicanalíticas do austríaco Sigmund Freud (1856-1939). Entre 1907 e 1908, em suas respostas às primeiras críticas feitas à *Ética protestante e o espírito do capitalismo*, fica evidente seu ceticismo ante o que denomina "poderosa e supersticiosa crença" nas possibilidades de uso da psicologia na análise histórica. Entretanto, Weber demonstrou estar bastante atento às tentativas de aplicação da chamada lei psicofísica de Weber-Fechner (que estabelece uma relação entre a intensidade de um estímulo físico e a forma como ele é percebido) ao campo da economia política.

É também desse período sua leitura da obra Emil Kraepelin (1856-1926). Influente e com vasto círculo de discípulos, esse psiquiatra alemão foi o criador do sistema de classificação dos distúrbios psíquicos e um dos pais da psicofarmacologia tão em voga atualmente. Weber ressalta, em um de seus textos, ter "o mais alto respeito" pela "psicologia científica" – e não é improvável que estivesse com isso se referindo a Kraepelin, que dirigia o sanatório universitário de Heidelberg quando Weber morava nessa cidade e foi diagnosticado como neurastênico.

Em seu grande e difícil estudo de 1909, *Psicofísica do trabalho industrial*, a distinção entre "fadiga objetiva" (plano físico) e "cansaço" (plano psíquico) se inspira diretamente na obra de Kraepelin. Embora considere que a importância de fatores subjetivos como "satisfa-

ção com o trabalho" e "estado de ânimo" sobre o rendimento do trabalhador tende a ser menos considerada por Kraepelin e seus alunos do que a fadiga corporal objetiva, é sobre a fadiga em si que ele centra sua análise.

Esse texto não lembra em nada o sofisticado trabalho de reconstrução histórica realizado em suas publicações até aquela data. Trata-se de autêntica ciência dura (*hard science*).

**Ciência da produtividade** De certa forma, *Psicofísica* é o exato oposto do estudo sobre a *Ética protestante*: o que estava agora em questão era o trabalho em sua dimensão estritamente corporal-fisiológica. Weber chegou a fazer ressalvas aos métodos da escola de Kraepelin, por não contemplarem a realização de grandes amostragens. E recusou, de forma ainda mais decidida, os estudos "antropológicos". Com esse termo, ele se referia à antropologia biológica, disciplina por meio da qual, acreditava, não se obteriam maiores avanços científicos. Para Weber "[...] a discussão biologicamente orientada das questões de hereditariedade [...] ainda não floresceu suficientemente para que possamos obter algo considerável, em termos de novos conhecimentos, para nossos propósitos".

Como se vê, ao superar o dualismo cartesiano, Weber não incorre na tentação de admitir qualquer tipo de determinismo biológico dos fenômenos histórico-culturais.

Weber, porém, não consegue se manter fiel, por todo o tempo, à perspectiva da psicologia experimental. Variáveis de outra espécie aparecem aqui e ali, como verdadeiras pérolas para o leitor da *Psicofísica*. Por exemplo, ele analisa empiricamente a curva de produtividade dos operários têxteis segundo o dia da semana e releva que, entre os trabalhadores mais produtivos nas tecelagens, estavam justamente os sindicalistas socialdemocratas.

Pertencimento religioso, ideologia e inclusive gênero jogam, assim, papel importante, como se percebe no caso das operárias mais trabalhadeiras, as adeptas do protestantismo pietista: "a circunstância característica de que esse poder da religiosidade está inteiramente em extinção entre os trabalhadores masculinos é extremamente deplorável", lamenta Weber.

Ficara para trás, ao menos para o nosso autor, aquela oposição fundamental entre natureza e cultura de que falamos anteriormente. Em seu importante ensaio teórico de 1904 sobre o problema da objetividade, Weber faz reparos à concepção proposta por Du-Bois Reymond de "conhecimento astronômico", isto é, de que o verdadeiro conhecimento científico deveria ter um alcance



amplo o suficiente para prever o desenvolvimento futuro dos fenômenos. Nas 'ciências da realidade' (sociologia e história), tal projeto é simplesmente irrealizável. Não obstante, Weber, mesmo admitindo que entre ciências humanas e ciências naturais existem diferenças importantes, entende que elas "não são categóricas, como nos poderia parecer à primeira vista".

**Sociedades animais e humanas** A demonstração mais surpreendente do que dizemos foi o uso – se bem que bastante instrumental e episódico – que Weber passa a fazer da ciência dos insetos, a entomologia, em sua sociologia. O leitor cuidadoso encontrará em *Economia e sociedade*, por exemplo, analogias incomuns, como esta: "Os partidos têm seus especialistas para cada assunto, bem como a burocracia tem seus funcionários competentes. Mas, ao lado de suas abelhas obreiras, têm também seus zangões, oradores 'de exposição'".

Quando o autor deste artigo realizava a pesquisa que resultou no livro *A fascinação weberiana*, localizou, no que restou da biblioteca pessoal de Weber – preservada na Academia de Ciências da Baviera (Munique, Alemanha) –, dois livros que passaram despercebidos aos estudiosos de sua obra. Trata-se de *As formigas* (1906) e *Os cupins, ou formigas brancas* (1909), ambos de autoria do entomologista alemão Karl Leopold Escherich (1871-1951). Esta última obra está profusamente grifada, indicando que Weber a leu com especial atenção.

Terá esse interesse a ver com suas derradeiras preleções em Munique, dedicadas à sociologia do Estado? Dois grifos de Weber em seu exemplar de *Os cupins, ou formigas brancas* oferecem-nos uma chave de leitura importante. No primeiro deles, é destacada a afirmativa de que os cupins são o "ponto culminante" das sociedades animais. A outra sublinha o seguinte lamento de Escherich: "não possuímos ainda qualquer método apropriado para uma investigação psicológica dos cupins".

Não é à toa que, no capítulo de abertura de *Economia e sociedade*, Weber menciona o livro de Escherich ao discutir os fundamentos de sua sociologia compreensiva. O que faz a singularidade do estudo das sociedades humanas, da sociologia? É que o comportamento animal, diferentemente do humano, pode ser descrito, mas não compreendido. "Quanto aos métodos seguros de constatar a situação objetiva do animal", diz Weber, "estes em parte não existem, em parte são bastante insuficientes: como é sabido, os problemas de psicologia animal são tão interessantes como espinhosos".

Weber percebe, de forma perspicaz, que toda tentativa nessa direção se baseia em analogias com o compor-

tamento e a psique humana. Mas ele admite também que o comportamento instintivo sempre desempenha algum papel na conduta humana; em especial, nas formas de ação motivadas pela tradição ou pelo carisma, as quais "estão muito próximas [...] daqueles processos apenas biologicamente explicáveis, não suscetíveis de interpretação".

**Convite à releitura** Max Weber, um dos pais do culturalismo moderno?

Os que ainda o veem dessa maneira estão convidados a reler sua obra. Até o fim de sua vida, as ciências naturais parecem ter desempenhado um papel bem mais importante em seu pensamento do que pensávamos. Na memorável conferência de 1917 sobre *Ciência como vocação*, Weber cita nada menos que três vezes – algo bastante incomum para ele – o grande físico e fisiologista alemão Hermann Helmholtz (1821-1894).

Questão não destituída de interesse seria a de saber em que medida as ciências da natureza podem ter, de sua parte, aprendido algo com Weber. Este autor não se considera a pessoa mais indicada para tentar responder a essa pergunta, mas acredita que os sinais não são de todo inexistentes. O mais recente deles pode ser encontrado em *Cartas a um jovem cientista* (2014, ainda sem tradução no Brasil), belo livro do entomologista norte-americano Edward O. Wilson.

Se nossa intuição procede, Wilson escreveu a mais weberiana das introduções ao mundo da ciência. 

*\*Em tempo, de 26 a 27 deste mês acontece, na Universidade Federal de Uberlândia (MG), o Colóquio Max Weber, em comemoração aos 150 anos do nascimento do pensador alemão (<http://colouquiomaxweber.blogspot.com.br>).*

## Sugestões para leitura

KALBERG, Stephen. *Max Weber – uma introdução*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2010.

MATA, Sérgio da. *A fascinação weberiana – as origens da obra de Max Weber*. Belo Horizonte: Fino Traço, 2013.

WEBER, Max. *A psicofísica do trabalho industrial*. São Paulo: FGV, 2009.

WILSON, Edward O. *Letters to a young scientist*. New York: Liveright, 2014.



# CÂNCER E CANAIS IÔNICOS

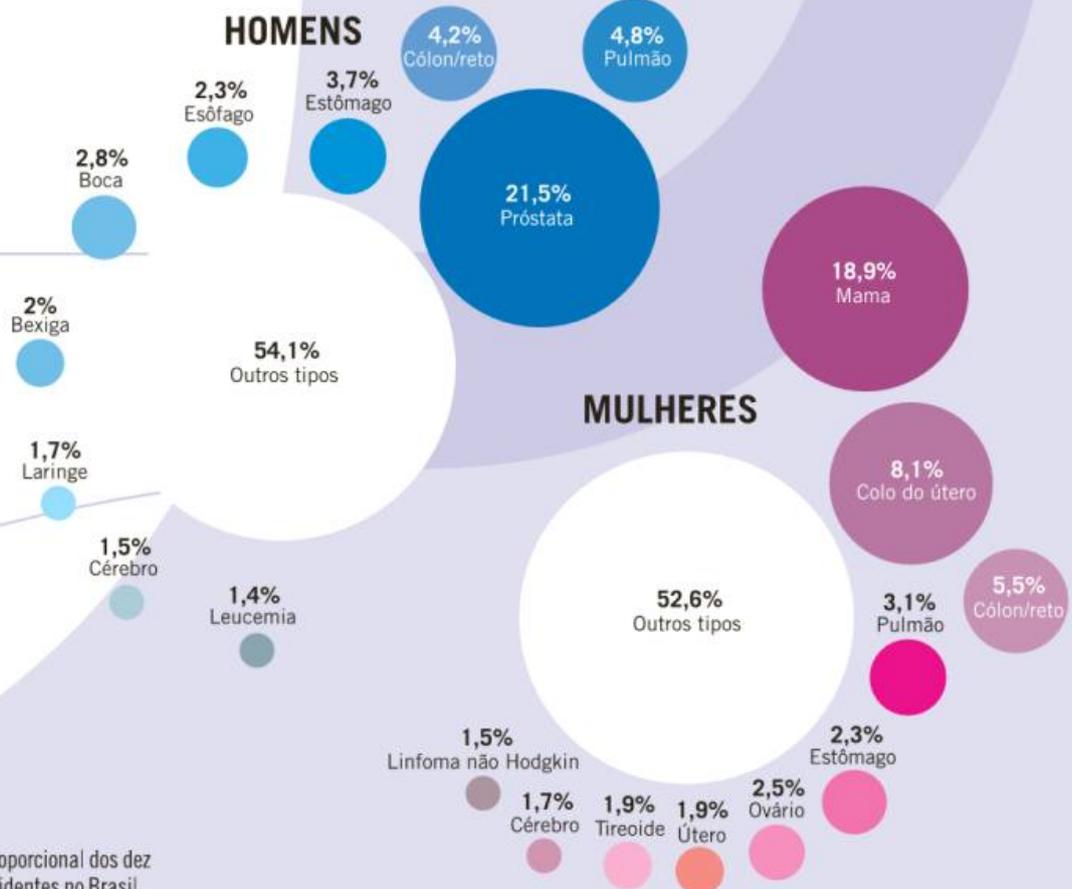
A busca por tratamentos mais eficazes contra os diversos tipos de câncer é intensa. Um caminho para isso é descobrir novos alvos para futuros medicamentos. Nesse contexto, os canais iônicos – estruturas que controlam, na membrana das células, a entrada e saída de certos elementos químicos – vêm chamando a atenção dos pesquisadores. Esses canais têm participação importante em muitos processos internos das células mutantes que formam os tumores, e elucidar como atuam pode ajudar a encontrar novas formas de combater o mal do século 21.

**Paula Rhana Queiroz Araujo, Roberto Trivelato Jr.,  
Lara Aquino, Marcella Brescia,  
Mariana Gontijo Ramos e Luciene Tafuri**  
*Universidade FUMEC*  
**Jader Santos Cruz**  
*Universidade Federal de Minas Gerais*  
**Andréia Laura Prates Rodrigues**  
*Universidade FUMEC*

**C**âncer é o nome geral dado atualmente para mais de 100 doenças que têm em comum o crescimento desordenado de células, as quais tendem a invadir tecidos e órgãos vizinhos. Chamado de mal do século 21, o câncer foi descrito pela primeira vez pelo médico grego Hipócrates, que viveu entre o quinto e o quarto séculos anteriores ao calendário atual. Hoje, os diferentes tipos de câncer são a segunda maior causa de mortes no mundo. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o número de novos casos por ano deve chegar a 22 milhões nas próximas décadas.

Por muito tempo, o câncer foi considerado uma doença de países ricos e industrializados, cabendo às nações subdesenvolvidas as doenças infecciosas e parasitárias. Entretanto, dados epidemiológicos atuais revelam que, quanto ao câncer, isso não se confirma, já que mais da metade dos novos casos anuais da doença ocorrem em países subdesenvolvidos e nas classes sociais menos favorecidas.

Nos últimos 30 anos, pesquisas científicas levaram a maior entendimento das origens do câncer e ao desenvolvimento de novas drogas e estratégias de diagnóstico e combate, que melhoraram a sobrevida e a qualidade de vida dos pacientes. No entanto, apesar dos avanços, não existe ainda uma cura, e não há certeza se, algum dia, estará disponível um procedimento que elimine em definitivo a doença.



FONTE: INCA, 2013

Figura 1. Distribuição proporcional dos dez tipos de câncer mais incidentes no Brasil, estimados para 2014, em homens e mulheres

No Brasil, este ano, segundo o Ministério da Saúde, devem ser diagnosticados 576,5 mil novos casos da doença, somando-se todos os tipos, com aumento de 11% em relação aos números de 2013. O crescente número de novos casos está fortemente relacionado a mudanças ambientais, urbanização descontrolada, aumento da expectativa de vida e estilo de vida. Fatores hereditários, biológicos e físicos também estão associados à ocorrência da doença (figura 1).

Por razões ainda não muito bem esclarecidas, todos esses fatores favorecem a transformação da célula normal em maligna e a formação do tumor (tumorigênese). Tem sido um desafio contínuo para os cientistas determinar como e quando uma célula normal se transforma em cancerígena.

**Células alteradas** Como podemos diferenciar uma célula normal de uma cancerígena? As células normais crescem, multiplicam-se (no chamado ciclo celular) e morrem de maneira organizada (processo denominado apoptose) (ver 'Apoptose: quando a célula programa a própria morte', em CH 150). Tais processos são regulados pelos genes, que contêm as informações para a produção das moléculas necessárias para o correto funcionamento das células.

Os fatores responsáveis pelo surgimento do câncer provocam alterações nos genes (mutações) que podem ativar, interromper, aumentar ou reduzir a síntese de moléculas essenciais ao funcionamento celular. As células

com essas alterações, consideradas anormais, passam a se comportar de modo diferente e a se multiplicar de forma descontrolada, e o mecanismo de morte celular é desativado. Assim, apenas uma célula alterada pode gerar milhares de outras, formando um tumor.

Os tumores são divididos em benignos e malignos. Nos benignos, o crescimento celular passa por vários estágios e as células, com pequenas alterações em sua forma e sua função, ainda são limitadas pelo tecido que as originou. Já os malignos perdem essa limitação e podem invadir tecidos vizinhos, originando novas lesões tumorais e podendo causar a morte do indivíduo.

A tumorigênese tem várias etapas (figura 2). Começa com a exposição de uma célula a agentes cancerígenos, o que pode levar a mutações não letais no genoma da célula (etapa chamada de iniciação). Na etapa seguinte (promoção), a célula 'iniciada' é estimulada a se dividir descontroladamente, permitindo que novas mutações sejam adicionadas ao genoma já alterado. A célula tumoral adquire, então, características específicas, que determinam o grau de agressividade do tumor – sua capacidade de invasão de outros tecidos (metástase). Essas modificações e as moléculas envolvidas na tumorigênese têm sido alvos de pesquisas, em busca de novos fármacos.

Entre esses alvos estão os canais iônicos, estruturas proteicas presentes na membrana da célula, que atuam como portões moleculares, controlando a entrada e a saída de íons (átomos ou moléculas com excesso ou falta de elétrons).

>>>

Os canais iônicos contêm um poro aquoso que pode ser aberto (ativação) ou fechado (inativação/repouso) para permitir o fluxo de íons através da membrana. Na grande maioria dos canais, o poro tem a importante propriedade de ser permeável de modo seletivo, permitindo a passagem de apenas um tipo de íon, em um fluxo que pode chegar a 1 milhão de íons por segundo. A entrada ou a saída dos íons desencadeia alterações de padrões, propriedades e funções celulares. As principais famílias de canais iônicos são os de potássio, de cálcio e de sódio (figura 3), mas existem ainda canais de cloreto e de prótons.

Relativamente recente, o estudo da participação dos canais iônicos na formação de tumores tem revelado como estão associados aos eventos fisiológicos anormais (proliferação, invasão, controle do volume celular, diferenciação e movimentação) em uma célula tumoral. Observou-se, por exemplo, que alguns tipos de canais de potássio estão alterados em praticamente todos os cânceres, assim como canais de sódio e de cálcio.

Nos últimos 10 anos, a relação entre o processo celular alterado e os canais iônicos envolvidos vem sendo mais bem entendida. Sabe-se hoje, por exemplo, que o surgimento ou o aumento do número de canais de sódio em células tumorais é indicativo marcante do aumento de sua capacidade de migrar e invadir outras partes do corpo. Já os de cálcio aparentemente estão envolvidos com as fases da divisão celular e os de potássio com a capacidade de multiplicação celular (proliferação).

**Canais de potássio** Os canais de potássio (K<sup>+</sup>) são divididos em subfamílias, conforme os fatores que levam à sua ativação: dependentes de voltagem, ativados pelo cálcio, sensíveis a moléculas de adenosina-trifosfato (ATP) e outros. Pesquisas identificaram alterações na expressão desses canais em praticamente todos os tipos de câncer (pulmão, mama, próstata, fígado, colo do útero e outros). Tais alterações ocorrem provavelmente porque esses canais participam de muitos processos celulares importantes (ciclo celular, apoptose, crescimento, proliferação, agressividade do tumor, diferenciação e controle do volume celular), que apresentam modificações nas células tumorais.

**Canais de sódio** No caso dos canais de sódio (Na<sup>+</sup>), existem nove subfamílias. Acreditava-se que estavam presentes apenas em células excitáveis (as que permitem a propagação de impulsos nervosos por sua membrana), mas recentemente foram obtidas evidências de que esses canais iônicos também ocorrem em células não excitáveis. Alterações em canais de sódio podem causar disfunções patológicas, e as principais estão associadas aos sistemas nervoso e cardíaco. Além disso, têm sido encontrados em diversos tipos de cânceres (mama, próstata, pulmão e outros), e o aumento de sua expressão está associado a maior agressividade tumoral.

**Canais de cálcio** Os canais de cálcio (Ca<sup>2+</sup>), importantes reguladores do ciclo celular, existem em muitas células, e foram estudados principalmente no sistema nervoso e no coração. O mau funcionamento desses canais pode levar a doenças como paralisia, enxaqueca, epilepsia, arritmias e câncer. Os canais de cálcio são divididos em seis subfamílias. A presença de alguns tipos desses canais já foi comprovada em tumores de próstata, pulmão, mama e cólon, e em fibrosarcomas (tumores do tecido fibroso) e gliomas (tumores de células gliais, no cérebro). Alguns estudos demonstraram que esses canais têm expressão diferenciada nas várias fases do ciclo celular e que seu bloqueio inibe a proliferação e a migração celular.

**Outros canais** Embora menos estudados, os canais iônicos de cloreto (Cl<sup>-</sup>) e de prótons (H<sup>+</sup>) também são importantes no controle do ciclo celular e da tonicidade das células. Alterações nos canais de cloreto (que afetam a apoptose e a invasão celular) já foram encontradas em gliomas, tumores primários de mama e de cólon. Já os canais de prótons (quando o átomo de hidrogênio perde seu único elétron, resta apenas um próton) estão associados ao controle da acidez/alcalinidade (pH) do citoplasma. Estão presentes principalmente em células do sistema imunológico, e recentemente foram identificados em tumores de câncer de mama. Sua expressão modificada afeta a progressão do câncer (a secreção desses íons ajuda as células tumorais a proliferar e invadir outros tecidos) e a resistência a quimioterápicos.

ADAPTAÇÃO DE: ABC DO CÂNCER, NOVA 2012

Figura 2. Etapas do processo de formação de um tumor



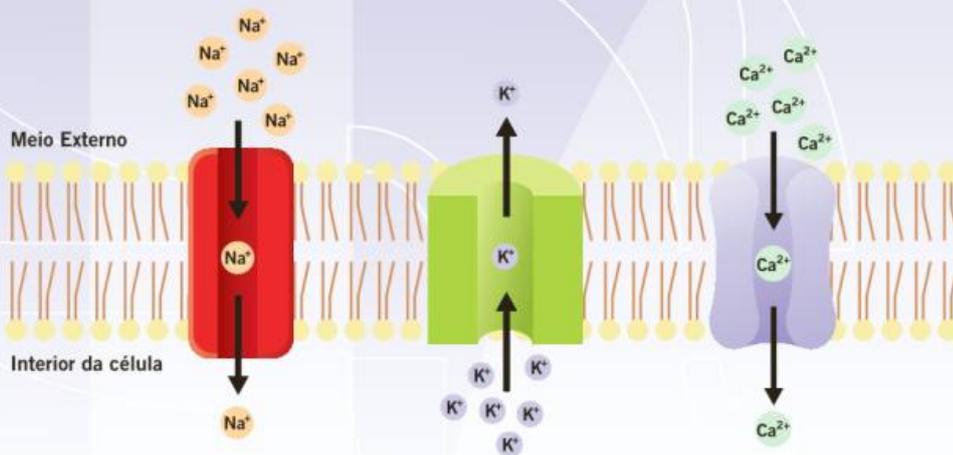


Figura 3. Os três principais tipos de canais iônicos, de sódio (Na), de potássio (K) e de cálcio (Ca), envolvidos no câncer

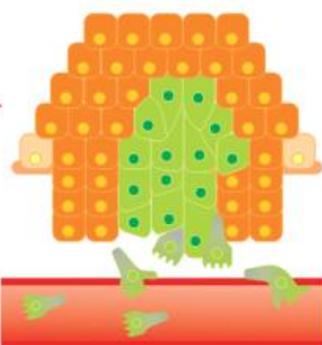
**Alvos para terapias** As várias formas de terapia disponíveis hoje contra o câncer são, muitas vezes, usadas em conjunto, por ser uma doença muito agressiva. Entre elas, podem ser citadas a cirurgia, a quimioterapia e a radioterapia. A primeira é a retirada cirúrgica da massa tumoral, com remoção (total ou parcial) do órgão afetado. Essa forma de tratamento, porém, é inviável em alguns casos. Na quimioterapia, muito utilizada, o paciente recebe diversas doses de medicamentos para destruir, controlar ou inibir o crescimento das células doentes – é especialmente importante para impedir ou destruir metástases. Já a radioterapia envolve o uso de radiação para controlar o crescimento das células do tumor ou minimizar sintomas.

Esses tratamentos, embora tragam benefícios para os pacientes, nem sempre levam à eliminação do tumor, e há ainda situações em que o tumor não responde ao tratamento, apresentando resistência às drogas existentes. Por isso, a busca por novos alvos farmacológicos e medicamentos e terapias mais eficazes é de grande importância no combate ao câncer. Nesse contexto, os canais iônicos têm sido apontados como alvos promissores para futuros fármacos.

Na última década, diversos estudos evidenciaram que o número de diferentes tipos de canais iônicos está muito aumentado em vários cânceres. Além disso, é crescente o número de pesquisas demonstrando que o mecanismo de ação de várias drogas empregadas hoje contra o câncer envolve os canais iônicos.

Um exemplo é a droga dendrotoxin- $\kappa$ , que bloqueia os canais de potássio e, com isso, reduz a proliferação das células de adenocarcinoma de pulmão (em estudo com camundongos). Outros estudos demonstraram que a substância ômega-3, usada para prevenir e regular tumores, atua nos canais iônicos, incluindo os dependentes de voltagem (sódio, potássio e cálcio). O uso de quercetina, composto presente em frutas e vegetais, diminui a proliferação e estimula a morte de células tumorais – embora seu mecanismo de ação ainda não tenha sido elucidado, já se sabe do envolvimento dos canais de potássio e cálcio. Já paclitaxel e seus derivados (droga obtida da casca do teixo, árvore do hemisfério Norte) diminuem a taxa de invasão celular ao interferir na ação dos canais de sódio.

Apesar do grande avanço verificado nessa área, mais estudos são necessários para melhor compreender a participação dos canais iônicos nos diferentes tipos de câncer. Isso permitirá ampliar a possibilidade de desenvolver inibidores de canais iônicos mais potentes e específicos, além de identificar novos marcadores moleculares que ajudem a determinar o grau de agressividade e o estágio do tumor, informações importantes para a definição do tratamento. **EU**



**INVASÃO E METÁSTASE**

As células cancerígenas caem na corrente sanguínea e se alojam em outras partes do corpo, formando as metástases

- Célula normal
- Célula cancerígena
- Célula metastática

**Sugestões para leitura**

BECCHETTI, A. e ARCANGELI, A. 'A comment on ion channels as pharmacological targets in oncology', em *Journal of General Physiology*, v. 132, nº 2, p. 313, 2008.

FISKE, J. L.; FOMIN, V. P.; BROWN, M. L.; DUNCAN, R. L. e SIKES, R. A. 'Voltage-sensitive ion channels and cancer', em *Cancer and Metastasis Reviews*, v. 25(3), p. 493, 2006.

KRIAZHEV, L. 'Calcium channel as a potential anticancer agent', em *Medical Hypotheses*, v. 73(5), p. 655, 2009.

KUNZELMANN, K. 'Ion channels and cancer', em *Journal of Membrane Biology*, v. 205(3), p. 159, 2005.

PARDO, L. A. e STÜHMER, W. 'The roles of K(+) channels in cancer', em *Nature Reviews Cancer*, v. 14(1), p. 39, 2014.

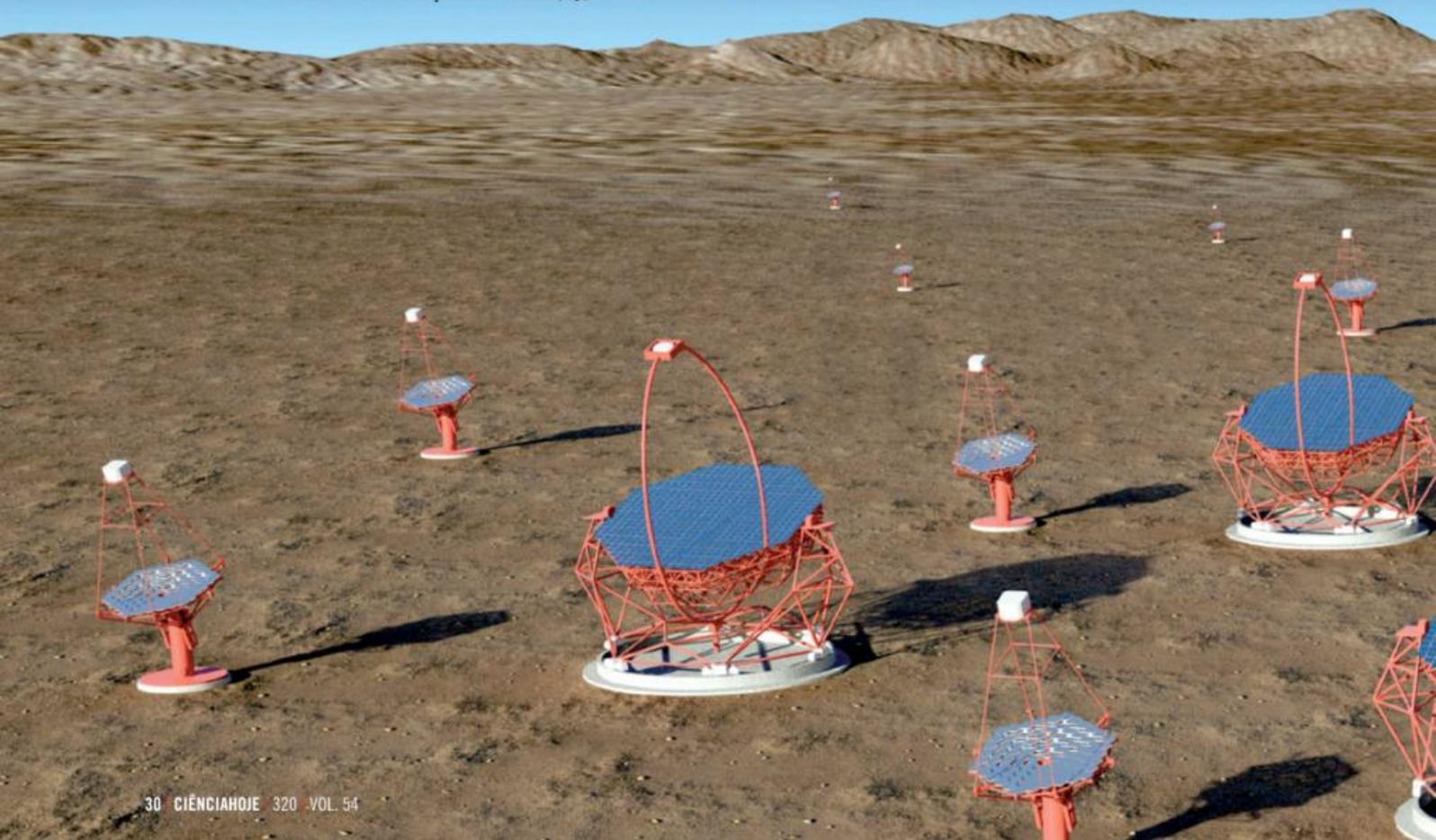
# RAIOS GAMA

## De onde vem essa misteriosa radiação ultraenergética?

O filósofo jesuíta e cientista Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955) descreveu, certa vez, o itinerário das ciências naturais como “o desenvolvimento de olhos cada vez mais perfeitos em um mundo onde existe sempre algo a mais para se ver”. De fato, em seu trabalho cotidiano, o cientista tem a impressão de estar sempre diante de um horizonte inesgotável e experimenta que suas descobertas prestam-se não tanto à conclusão de um caminho, mas a abrir novas vias pelas quais se aprofundar em investigações futuras. Tais palavras serviriam para descrever as motivações de um novo projeto científico – do qual o Brasil faz parte – que pretende entrar em funcionamento em poucos anos, formado por uma gigantesca rede de telescópios espalhados por dois sítios complementares, nos hemisférios Sul e Norte. Objetivo desses novos ‘olhos’: encontrar no céu fontes de raios gama, a radiação mais energética do universo. E, se possível, fazer descobertas inesperadas.

**Ulisses Barres de Almeida**

*Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (RJ) e Consórcio CTA*



# CÓSMICOS

**S**empre que o homem elevou seu olhar para os céus com a ajuda de instrumentos de observação novos ou mais potentes, uma nova realidade – não totalmente previsível a partir daquilo que já se conhecia – foi revelada. O século passado, com os grandes saltos tecnológicos que o caracterizaram, assistiu a uma sucessão particularmente intensa de novas técnicas que foram adicionando-se umas às outras, ampliando e alterando, de maneira singular na história, a concepção que o ser humano tem do cosmo.

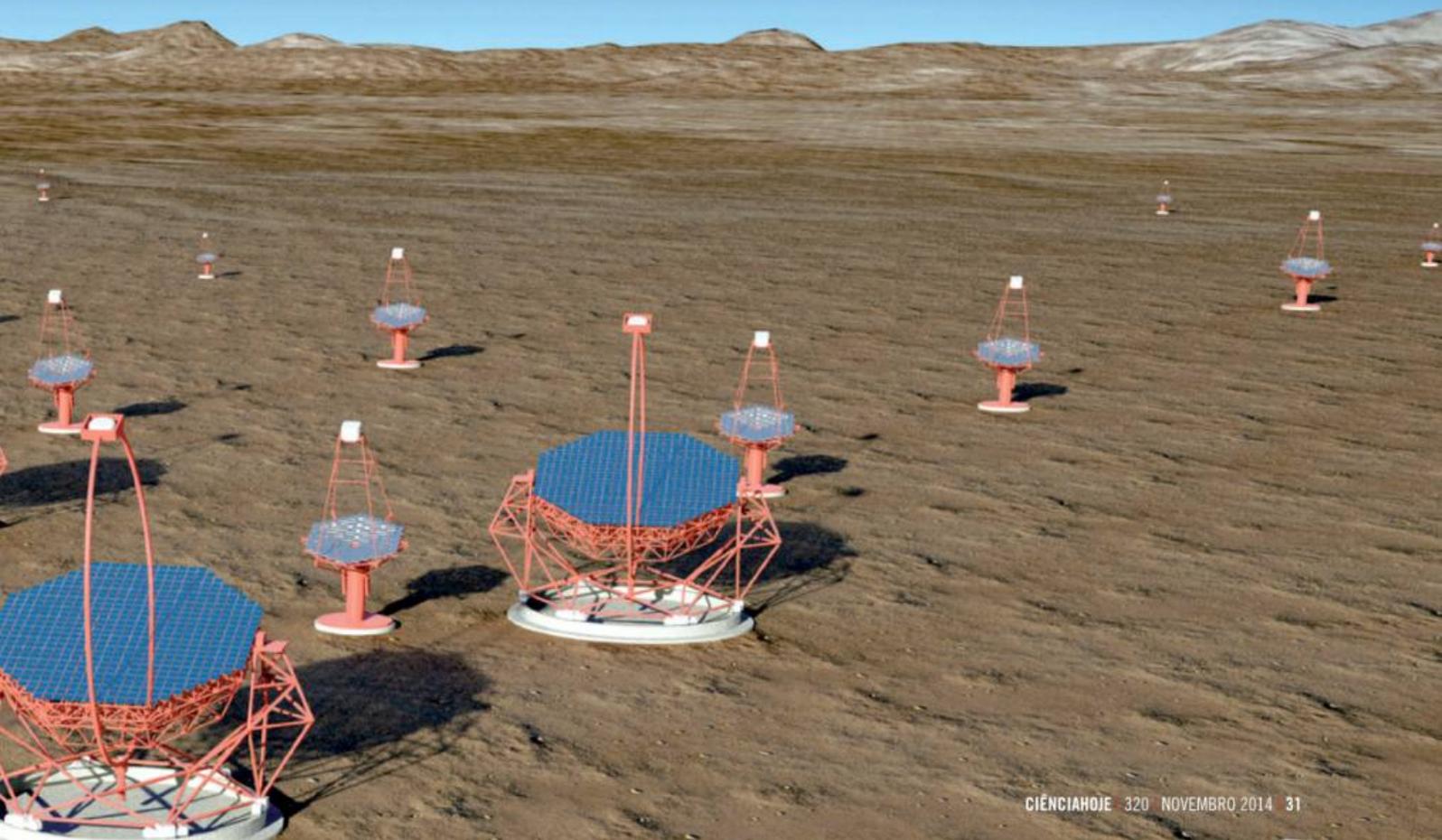
Se o céu observado a olho nu é dominado por aquilo que os antigos chamaram “estrelas fixas” e identificaram com o imutável e o eterno, o decorrer das descobertas do século passado pouco a pouco nos levou a entender o céu como palco de uma dinâmica natural muito mais dramática até do que a terrestre.

Em particular, com a observação do céu nas chamadas altas energias (raios X e raios gama), o cosmo se mostrou dominado por processos violentos e extremos, cujos atores são explosões estelares, buracos negros ou colisões de plasma (‘nuvem’ quentíssima de núcleos atômicos e elétrons).

Concepção artística  
da rede de  
telescópios do CTA

© PENEZ/AC/CSMM

>>>



**Fontes celestes** A última janela aberta para a observação do cosmo foi aquela dos raios gama, que são o tipo de radiação mais extrema do espectro eletromagnético, mais energética do que os raios X. Raios gama – que, como as outras radiações eletromagnéticas, podem ser vistos também como corpúsculos de luz (fótons) – são produzidos quando partículas de altas energias (prótons, elétrons ou núcleos) colidem entre si ou interagem com campos magnéticos muito intensos.

O objetivo original que motivou os astrônomos a olharem para o céu em busca de raios gama foi exatamente o de procurar pelas fontes capazes de acelerar, a altíssimas energias, os chamados raios cósmicos, núcleos atômicos ultraenergéticos que, a todo o momento, bombardeiam a Terra e que, ao se chocar contra os átomos da atmosfera, geram um ‘chuveiro’ de partículas secundárias que chega ao solo.

O que os astrônomos descobriram nessa busca, porém, foi que o céu está cheio de fontes emissoras de raios gama. Assim, na procura pela origem dos raios cósmicos, toda uma nova área da astronomia foi revelada.

A astronomia de raios gama é particularmente desafiadora do ponto de vista técnico, porque as altíssimas energias dos raios gama impedem que eles penetrem a atmosfera terrestre, que é opaca para esse tipo de radiação. Por essa razão, a astronomia gama teve de se desenvolver primeiramente com base em observações de satélites ou balões estratosféricos.

Fortuitamente, para os chamados raios gama de energia muito alta, outra técnica observacional é possível.

**Mais rápido que a luz** Quando um raio gama de energia muito alta penetra a atmosfera, ele vai interagir, a uma altitude em torno de 10 km do solo, com um núcleo dos átomos do ar, dando origem a duas partículas elementares: um elétron e um pósitron (a antimatéria do elétron). Esse processo é chamado criação de pares, e as duas partículas criadas são muito energéticas.

O par de partículas vai se propagar pela atmosfera e, ao encontrar com novos átomos do ar, produzirá novos raios gama, mas de energia um pouco menor. Esses raios gama secundários, por sua vez, criarão, mais adiante, outro par elétron-pósitron, e o processo vai se repetir em uma cascata na qual o número de partículas cresce exponencialmente, gerando o que chamamos de ‘chuveiro atmosférico’ de partículas (figura 1).

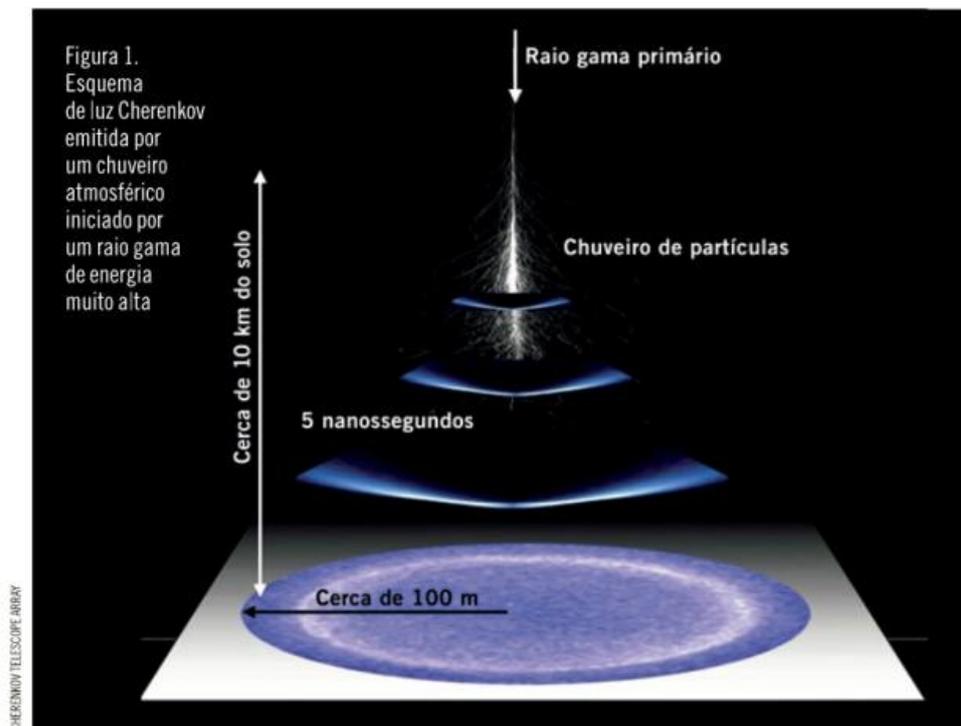
Os elétrons e pósitrons que compõem o chuva atmosférico são tão energéticos que a velocidade deles é

superior à velocidade de propagação da luz no ar. Segundo a teoria da relatividade especial, idealizada pelo físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955), nada pode superar a velocidade da luz no vácuo (299.792,5 km/s). No entanto, em um meio material, a velocidade da luz é um pouco menor – no caso do ar, por exemplo, ela é de 299.705 km/s. Essa ‘velocidade local’ da luz não representa, porém, um limite físico e é, portanto, possível que partículas altamente energéticas a superem sem violar nenhuma lei física.

**Luz azulada** O fenômeno da velocidade superluminal das partículas do chuva atmosférico é o equivalente eletromagnético à velocidade supersônica de um avião a jato. De maneira análoga ao estrondo que se ouve quando a aeronave quebra a barreira do som, as partículas do chuva induzem a emissão de um breve fecho de luz azulada, conhecida como luz Cherenkov – em homenagem ao físico soviético Pavel Cherenkov (1904-1990), que descobriu o efeito em 1934 e, por isso, ganhou o Nobel de Física de 1958.

No chuva atmosférico, o fecho de luz Cherenkov dura apenas cerca de cinco nanossegundos (ou seja, 5 bilionésimos de segundo) e só pode ser detectado com câmeras especiais que têm uma eletrônica capaz de processar o sinal muito rapidamente. Para o olho humano, que tem um tempo de processamento de imagem de cerca de 1 décimo de segundo, esses tênues fochos são imperceptíveis em contraste com a luminosidade ambiente, mesmo nas noites mais escuras.

Figura 1. Esquema de luz Cherenkov emitida por um chuva atmosférico iniciado por um raio gama de energia muito alta



Quanto à geometria, a emissão Cherenkov do chuveiro atinge o solo como uma frente de luz de forma elíptica, na qual o eixo maior da elipse marca a direção no céu de onde veio o raio gama que iniciou o chuveiro. O brilho total da luz Cherenkov detectada é, por sua vez, proporcional ao número de partículas do chuveiro e, conseqüentemente, à energia do raio gama incidente.

Detectar a luz Cherenkov do chuveiro é, portanto, equivalente a observar indiretamente o raio gama.

**A grande revolução** O itinerário de desenvolvimento da astronomia de luz Cherenkov foi longo e tortuoso. Quase 40 anos se passaram entre a primeira detecção de luz Cherenkov produzida por chuviros atmosféricos – em 1953, pelos físicos britânicos Bill Galbraith (1925-2011) e John Jelley (1918-1997), do Departamento de Energia Atômica da Inglaterra – até a descoberta da primeira fonte celeste emissora de raios gama, em 1989, pelo experimento Whipple, localizado no Monte Hopkins (EUA).

Ironicamente, a maior dificuldade na detecção da luz Cherenkov produzida pelos raios gama está no fato de essa luz ser produzida tanto pelos chuviros atmosféricos gerados por raios gama quanto pelos gerados por raios cósmicos, cuja origem deve ser estudada a partir da observação dos raios gama. No entanto, o fluxo de raios cósmicos que atingem a Terra é mais de 100 vezes superior ao dos raios gama, gerando, assim, enorme ruído de fundo, do qual os astrônomos têm de extrair o tênue sinal que procuram.

Aqui cabe a pergunta: se os raios cósmicos chegam diretamente à Terra, por que temos de observar os raios gama para entender sua origem? A razão é simples: por serem partículas carregadas, os raios cósmicos têm sua direção original de emissão desviada pelo campo magnético de nossa galáxia, a Via Láctea – e a informação sobre sua direção de origem no céu é perdida. Já os raios gama, sem carga elétrica, propagam-se sempre em linha reta e apontam diretamente para as fontes aceleradoras que os emitiram.

A grande revolução na detecção dos raios gama por meio da luz Cherenkov veio em 1985, quando o físico britânico Michael Hillas, da Universidade de Leeds (Reino Unido), desenvolveu uma técnica para diferenciar a imagem da luz Cherenkov produzida por chuviros iniciados por raios gama (de forma geométrica elíptica) dos iniciados pelos raios cósmicos, que têm imagem sempre irregular (figura 2).

**Em três dimensões** Após 2004, quando foi inaugurada a nova geração de telescópios Cherenkov – H.E.S.S. (Namíbia), Magic (Ilhas Canárias) e Veritas (EUA) –, viu-se grande avanço da área, que hoje conta com um catálogo de mais de 150 objetos detectados dentro e fora de nossa galáxia (figura 3).

A atual geração de observatórios gama distingue-se de seus predecessores pelo fato de usar não apenas um telescópio isolado, mas uma rede deles. Esses instrumentos observam simultaneamente um mesmo chuveiro atmosférico a partir de diferentes direções, fazendo, assim, uma imagem estereoscópica (tridimensional) do chuveiro.

Figura 2. Forma elíptica da luz Cherenkov gerada por um chuveiro atmosférico na forma em que é visualizada por um telescópio de raios gama no solo

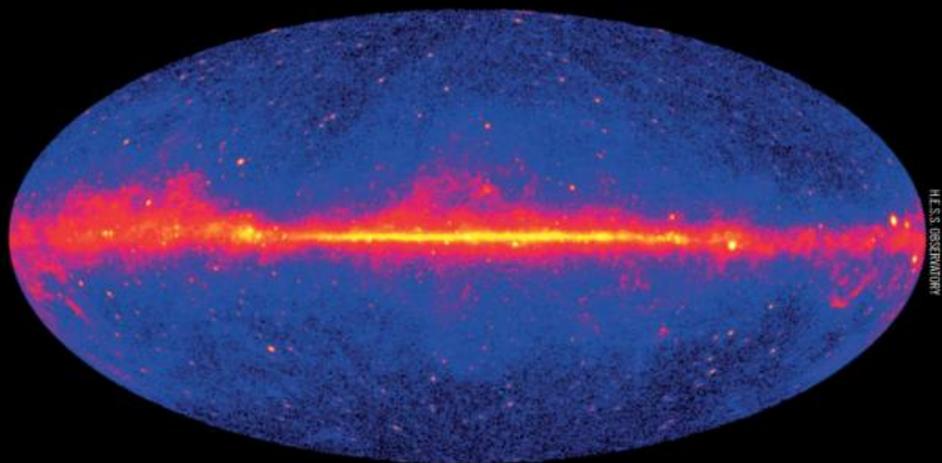


Figura 3. Mapa mais detalhado até o momento das fontes de raios gama do céu, feito pelo Telescópio Espacial de Raios Gama Fermi, da Nasa. A linha central representa as fontes que estão no plano galáctico – as cores mais brilhantes indicam fontes mais intensas dessa radiação

NASA/DOE/FERMI LAT COLLABORATION

H.E.S.S. OBSERVATORY

A técnica de observação estereoscópica significou grande avanço na sensibilidade dos observatórios e revelou um céu dominado por processos físicos extremos em todas as escalas, das estrelas até os núcleos das galáxias mais distantes.

As fontes de raios gama são aceleradores de partículas naturais, e, portanto, detectar objetos emissores de raios gama significa entender mais sobre a física das partículas elementares no espaço – a chamada astrofísica de partículas.

**Supernovas e buracos negros** Em nossa galáxia, os raios gama são tipicamente produzidos por um fenômeno denominado supernova (explosão de uma estrela massiva que chega ao final da vida). Nesse processo, as camadas mais externas de gás da estrela moribunda são expelidas a grandes velocidades, em uma coroa de plasma que se expande até colidir com o gás frio do meio interestelar. Esses choques, por sua vez, geram energia suficiente para acelerar, a altíssimas energias, as partículas do plasma, que, nessa condição, passam a emitir raios gama.

As partículas do plasma aceleradas nas colisões com o gás frio podem ainda colidir com os átomos de uma nuvem de gás mais distante. E novamente raios gama são produzidos.

Fora da Via Láctea, as principais fontes de raios gama de energia muito alta são os chamados núcleos ativos de galáxias (ou AGNs, na sigla em inglês). Esses objetos, que estão entre as fontes astrofísicas mais energéticas do universo, são o núcleo de certas galáxias onde um buraco negro supermassivo – assim chamado por ter massa bilhões de vezes maior que a do Sol – está em processo ativo de acreção, ou seja, de atrair gravitacionalmente

matéria e gás de seu entorno (ver ‘As fornalhas do universo’, em *CH* 160).

Por atrito e turbulência, o gás e a matéria sugados para o interior do buraco negro se aquecem a altíssimas temperaturas. O movimento das partículas eletricamente carregadas gerará campos magnéticos de alta intensidade que, por sua vez, levarão à formação e à ejeção de grandes jatos de plasma, que podem ter centenas de vezes o tamanho da galáxia.

Colisões internas nesses jatos de plasma – ainda mais energéticas que as vistas nas supernovas – vão acelerar partículas a energias até 100 vezes maiores que as atingidas no maior acelerador de partículas da atualidade, o LHC, no Cern (Suíça). São essas partículas aceleradas que produzirão os raios gama mais energéticos já detectados pela ciência.

**Observatório do futuro** A astronomia de raios gama de energia muito alta é a mais recente janela aberta para a observação do cosmo e a mais adequada para o estudo do chamado universo extremo. Agora, os astrônomos darão um novo passo para avançar nessa pesquisa. Desde 2010, o Brasil faz parte de um grupo de 28 países que se uniram para criar o maior observatório de raios gama do mundo: o CTA (sigla, em inglês, para Rede de Telescópios Cherenkov).

O CTA representa um conceito totalmente novo na área. É formado por dois observatórios independentes, um no hemisfério Norte e outro no Sul, que, juntos, formarão uma rede de mais de 100 telescópios (figura 4). Esses instrumentos altamente sofisticados observarão o céu na frequência de raios gama de energia muito alta – de teraeletrons-volt, como dizem os físicos – com uma sensibilidade 10 vezes maior do que a geração atual.

Figura 4. Concepção artística do CTA



FOTO: RENZI/IC/CSM/WWW/INVENIA.COM/ONS



FOTO THOMAS WESTPHAL/WWW.NASA.COM/IMG

Figura 5. Protótipo de telescópio do CTA – no caso, trata-se do instrumento para energias intermediárias, com 12 m de diâmetro – em construção na Alemanha

O observatório do hemisfério Sul – que poderá ser instalado no cerro Armazones, nos Andes chilenos – será formado por telescópios de três tamanhos diferentes, com 6 m, 12 m e 24 m de diâmetro, operados de maneira coordenada, para observar as fontes mais distantes e fazer uma varredura completa do céu em raios gama. O objetivo não é só expandir o catálogo das fontes aceleradoras dessa radiação, mas também fazer descobertas inesperadas.

Estudos recentes mostram, por exemplo, que a matéria escura pode emitir raios gama sob certas condições, e um dos principais objetivos do CTA será procurar pelos primeiros sinais diretos da existência desse tipo misterioso de matéria, que responde por cerca de 25% da constituição do universo.

A comprovação da existência da matéria escura revolucionaria a física.

**Brasil presente** Atualmente, o CTA está na fase de construção dos primeiros protótipos para os diversos tipos de telescópios (figura 5). O custo final do experimento – cuja construção será iniciada no hemisfério Sul em 2016 – é estimado em 300 milhões de euros (cerca de R\$ 1 bilhão).

O Brasil está fortemente envolvido no projeto, tanto no desenho e na construção de partes dos telescópios quanto no desenvolvimento de programas para computadores usados nas simulações para definir os modos de operação e as capacidades futuras dos instrumentos.

O CTA será um dos principais – senão, o principal – observatório de altas energias do mundo pelos próximos 20 ou 30 anos. Na história da astronomia, sempre que um novo instrumento de observação foi criado, novas (e, por vezes, imprevisíveis) descobertas mudaram a visão que temos da realidade ao nosso redor. Desse modo, realiza-se a vocação da ciência de andar sempre rumo às periferias do conhecimento e cruzar novas fronteiras, na expectativa de que a imagem mais bela ainda está por ser vista e de que o caminho a ser percorrido não nos decepcionará nem entediará, porque o mistério das coisas é um profundo sem-fim. **CH**

## Sugestões para leitura

SHELLARD, R.; ANJOS, J. dos (eds). 'Raios cósmicos – energias extremas do universo'. Coleção Desafios da Física. Rio de Janeiro: CBPF (MCT). Disponível (em pdf): <http://www.cbpf.br/~desafios/index.php>

AUGUSTO, C. R. A. e NAVIA, C. E. 'Explosões de raios gama... E o domingo em que o telescópio Tupi registrou esse magnífico evento cósmico'. *Ciência Hoje*, nº 265, 2009.

### NA INTERNET

CH on-line: <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2013/04/o-universo-em-gama>

Portal CTA (em inglês): <https://portal.cta-observatory.org/Pages/Home.aspx>

# É possível acabar com a pobreza no Brasil?

Caso os brasileiros – em um rompante de ousadia e solidariedade – decidissem coletivamente não mais tolerar a pobreza e se dispusessem a eliminá-la, qual seria, hoje, o custo dessa decisão?

Quanto, por exemplo, essa medida representaria em termos das riquezas anuais que o país produz?

**Celia Lessa Kerstenetzky**

**Elisa Alonso Monçores**

*Centro de Estudos sobre Desigualdade e Desenvolvimento (Cede),  
Universidade Federal Fluminense*



**F**alar sobre pobreza e miséria como se fossem problemas autoevidentes – e de sua eliminação como se dependesse unicamente de decisão técnica tomada com base em um cálculo – é enganoso. Pobreza e miséria são fenômenos carregados de múltiplos e disputados sentidos. A orientação da ação pública não é apenas técnica. Ela depende dos significados atribuídos ao fenômeno, bem como do conhecimento social de sua origem e dos modos de enfrentamento. É, porém, no âmbito do discurso público que diferentes concepções e prescrições podem se contrapor, e a explicitação de diferentes critérios de identificação de situações de pobreza e pobreza extrema constitui uma contribuição a esse debate.

Por outro lado, o reconhecimento de que a natureza de qualquer problema social depende de seu significado não deveria excluir a possibilidade de representar esse problema de forma empírica, desde que essa representação não seja colocada como exclusiva: no mundo social, dada a evidente limitação do conhecimento humano, a pluralidade de meios e modos de se conhecer é a clareza a que se pode aspirar. É preciso ainda reconhecer o peso de argumentos econômicos, como o custo de um programa ou política social, entre os vários argumentos que poderiam e deveriam pesar na administração de problemas sociais.

Portanto, embora nossa ênfase seja na mensuração da pobreza e no custo que sua eliminação teria, não há nada intrinsecamente empiricista ou economicista na posição deste artigo. Seu propósito, sem qualquer pretensão de solucionar o problema da pobreza, em termos de suas causas eficientes e sempre profundas, é contribuir com um argumento de viabilidade econômica para o debate sobre a possibilidade de vivermos em um país sem pobreza, recolocando a decisão no âmbito do factível. No fundo, a pergun-

ta que nos colocamos é: a redistribuição de renda requerida para a eliminação da condição de pobreza no Brasil seria financeiramente proibitiva?

**Quem é pobre no Brasil?** Pretendemos obter uma resposta para essa pergunta por meio de um exercício de simulação. Primeiro, buscamos critérios de definição de pobreza absoluta e relativa que circulam em diferentes comunidades de política social e, a partir deles, utilizando dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2012, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), estimamos quantas pessoas estão em situação de pobreza e pobreza extrema no país.

Identificamos no debate público recente quatro critérios. Dois envolvem pobreza absoluta: o critério do Programa Bolsa Família (PBF) e o critério da cesta de alimentos. Outros dois, referentes à pobreza relativa, são usados por países da Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE). Cada um desses critérios, ao estabelecer uma linha de pobreza com base em algum referencial normativo, permite estimar, ao mesmo tempo, quantos e quão pobres são os pobres, e qual o esforço necessário, em termos de transferência de renda, para resgatá-los da pobreza.

Segundo o PBF (em 2012), são pobres elegíveis ao recebimento de transferências no Brasil todas as pessoas com rendimentos familiares mensais inferiores a R\$ 70 *per capita* ou famílias com rendimentos mensais *per capita* entre R\$ 70 e R\$ 140 que incluam crianças, adolescentes, gestantes ou nutrizes. Portanto, as linhas de corte que determinam a pobreza e a pobreza extrema são, respectivamente, os valores de R\$ 140 e R\$ 70.

Não se tem conhecimento preciso de por que esses valores foram selecionados. Mas é inevitável associá-los à linha de pobreza de US\$ 1,25 (foi usado no >>>

estudo o câmbio de 2012, em torno de R\$ 2) ao dia estipulada pelo Banco Mundial para a pobreza extrema (e o dobro disso para a pobreza) – embora o próprio banco venha abandonando tais valores em estudos recentes. Esse ‘limite’, a despeito de que entidade o patrocina, mostra evidente irrealismo, agravado pela desvalorização do câmbio e pela marcha inexorável da inflação de alimentos. Contam em seu apoio apenas argumentos orçamentários de curto prazo: atender a um grande número de pobres com um custo baixo.

Seja como for, mesmo com um critério de pobreza e pobreza extrema já em si injustificadamente restritivo, as transferências atuais do Bolsa Família não conseguem eliminar nem a pobreza extrema, nem a pobreza. As regras de elegibilidade excluem um bom número de pessoas: indivíduos sem filhos que (sobre)vivem com renda entre R\$ 70 e R\$ 140. Muitos outros são excluídos por falta de informação, registro administrativo insuficiente, orçamento limitado. De fato, nossos cálculos indicam que, computadas todas as transferências governamentais, cerca de 9% da população brasileira permaneciam em situação de pobreza em 2012 (4% em situação de pobreza extrema).

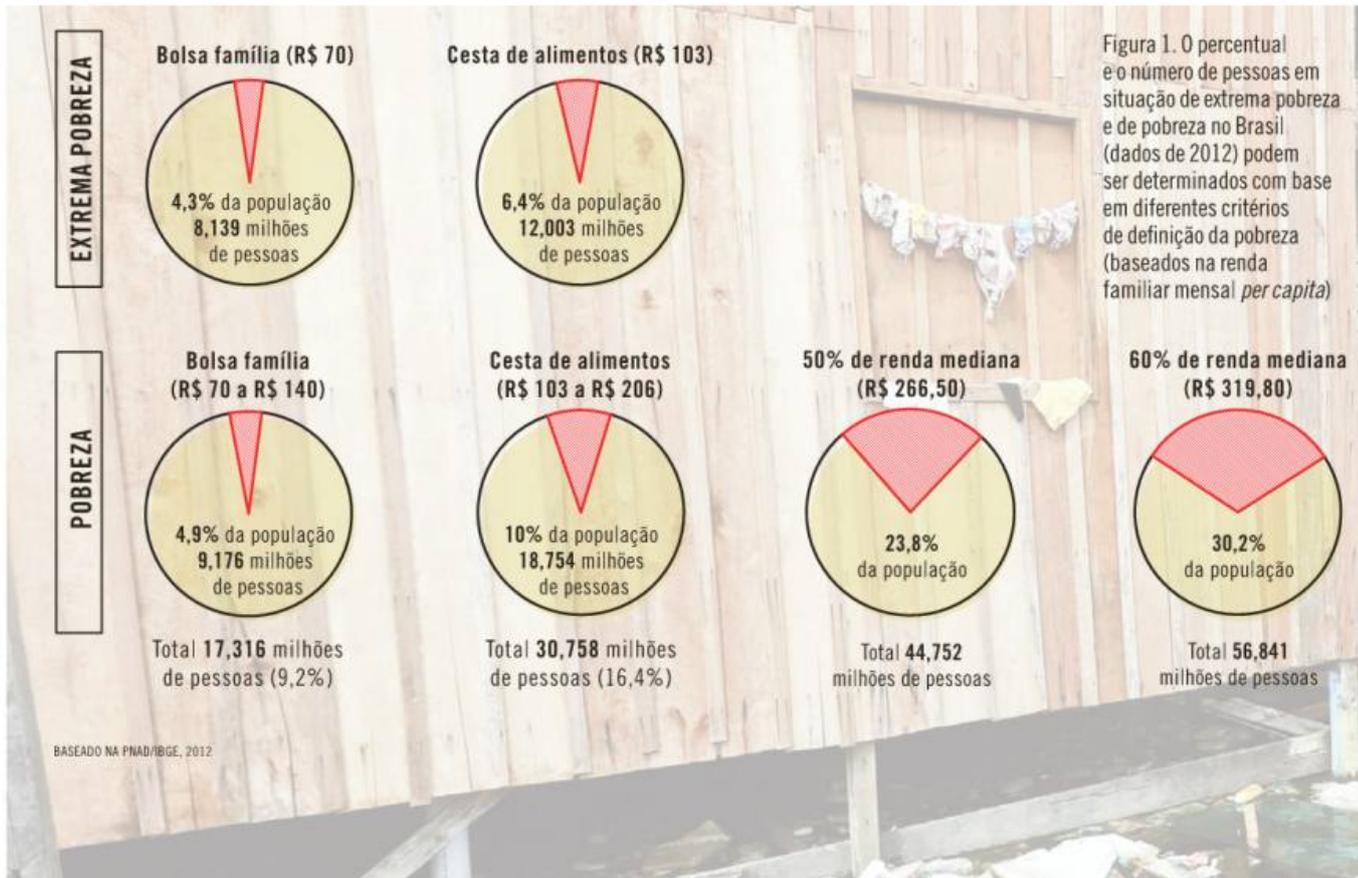
Esse ‘erro de exclusão’ provavelmente seria muito menor caso a transferência fosse um direito juridicamente exigível de todo brasileiro pobre, mas, no atual formato institucional, o programa admite arbitrariedade na seleção de quem será beneficiado. No entanto, mesmo que incluísse todos os pobres, o PBF ainda não seria suficiente, pois, nos próprios termos do programa, o tamanho dos benefícios está desatrelado de compro-

misso explícito de eliminação da pobreza – a exceção é a pobreza extrema.

Para dar uma ideia da defasagem dos valores atualmente praticados pelo Bolsa Família em relação a necessidades básicas, um artigo publicado em 2013 pelo jornal *Folha de S. Paulo* calculava em R\$ 103 (em média) o mínimo para uma pessoa adquirir alimentos que permitissem ingerir os nutrientes de que necessita para manter-se saudável, conforme as recomendações do Ministério da Saúde. No cálculo da *Folha*, o dobro desses recursos (em média) seria o mínimo para assegurar também moradia, vestuário, transporte etc. Com base nessas duas novas linhas (R\$ 103 e R\$ 206), que se baseiam no atendimento de necessidades básicas, a proporção de pobres no país se elevaria para algo em torno de 16% – ou seja, 30 milhões de brasileiros.

O critério PBF e o critério *Folha*, porém, são critérios de pobreza absoluta, por meio dos quais se estabelece um montante fixo de recursos como um limite, abaixo do qual se identifica a situação de pobreza, sem levar em conta o nível de renda média ou mediana da sociedade. Mas a pobreza também tem um componente relativo: uma pessoa próxima à situação de pobreza em termos absolutos não parecerá tão pobre se essa for a situação geral dos indivíduos naquela sociedade em particular. Por outro lado, se toda a sociedade está prosperando, mas um grupo de pessoas é sistematicamente deixado para trás, esse grupo se considerará e será considerado pobre por outros, em termos relativos.

O Brasil, país de renda relativamente alta e marcado por forte desigualdade, não pode, portanto, desconsidere-



rar um critério de pobreza relativa: nem é verdade que o brasileiro seja de modo geral pobre, nem que a prosperidade seja distribuída de modo uniforme ou fluido.

Outros critérios de pobreza consideram a renda mediana: a renda do indivíduo situado bem no meio da distribuição – colocando-se todos os indivíduos em uma fila, ordenados por suas rendas, a mediana será a renda daquele que está bem no meio da fila. Em países muito desiguais, como o Brasil, a renda mediana situa-se à esquerda da renda média da sociedade, ou seja, mais da metade da população fica abaixo da renda média. Usando o valor da mediana como referência, é possível saber se, à medida que a fila avança para a direita, com aumentos nas rendas, ela tende a se esticar (maior desigualdade), se manter (mesma desigualdade) ou encolher (menor desigualdade).

Calculamos aqui também o valor das linhas relativas, o que permite conhecer a quantidade e a proporção de pobres em sentido relativo no Brasil e o esforço de transferência equivalente para levar todos os brasileiros até pelo menos esse valor. Para esse cálculo, usamos os critérios da OECD, que aponta duas linhas de pobreza relativa, a equivalente a 50% do valor da renda mediana e a equivalente a 60% desse valor. No critério 50%, a população de pobres no Brasil subiria para quase um quarto da população. Já no critério 60%, passaria a mais de 30% dos brasileiros.

Assim, podemos comparar os resultados, em termos de parcelas da população, para as quatro linhas de pobreza definidas pelos critérios PBF, *Folha*, 50% da renda mediana e 60% da renda mediana (figura 1).

**Quanto custa eliminar a pobreza?** Para estimarmos o custo de eliminação da pobreza, temos que considerar cada cenário por vez. A forma 'precisa' de fazê-lo é transferir a cada pessoa o valor exato suficiente para que ninguém fique abaixo da linha de pobreza em cada critério. Isso corresponderia a um gasto adicional – em percentual do produto interno bruto (PIB) – de 0,33% (adotando-se critério de R\$ 140, do Bolsa Família), ou de 0,75% (no critério de R\$ 206), ou de 1,38% (critério de 50% da mediana), ou de 2,1% (critério de 60% da mediana). Contudo, implementar essa transferência a todos é virtualmente impossível, por razões de ordem prática.

Uma regra prática simples seria transferir o valor integral de cada linha a todos os pobres, como adotado no programa Brasil sem Miséria para a eliminação da pobreza extrema, no critério PBF de R\$ 70 – que, como visto, não a elimina nem mesmo nos baixos padrões do programa, já que nem todas as pessoas nessa situação recebem os benefícios, situação facilitada por não serem as transferências direitos líquidos e certos dos pobres. Adotando essa regra, o montante de transferências adicionais se elevaria para algo entre 0,7% (linha R\$ 140) e 5% (linha 60% da renda mediana) do PIB (figura 2).

Vale a pena discutir os prós e contras da transferência única. Começando pelos argumentos negativos: os valores são elevados e haveria assimetria, já que pobres não muito pobres receberiam o mesmo que pobres muito pobres. Além disso, após as transferências, pessoas não pobres (mas situadas perto da linha de pobreza) poderiam ter rendimentos menores que os de pessoas pobres que, antes, também estivessem muito próximos da linha de pobreza (mas depois somariam renda e benefício).

Argumentos que se referem a comportamentos, entre eles o de que as pessoas deixariam de trabalhar por não ser mais pobres de renda, são mais facilmente contestados. Avaliações do Bolsa Família não apontam esse absentismo econômico como consequência infalível do programa: os efeitos observados são em geral positivos. Pode ser consequência do baixo valor dos benefícios, ou não – no momento, não sabemos. O programa é em geral percebido como um 'seguro' em relação ao precário mercado de trabalho no qual os pobres estão inseridos.

Do lado dos argumentos positivos, a transferência única não deixaria ninguém abaixo da linha de pobreza, sem o risco de excluir ou subatender os mais pobres entre os pobres – qualquer valor único inferior à linha poderia subatender precisamente os que mais necessitam (por isso, são transferidos R\$ 70 a todos os extremamente pobres no programa Brasil sem Miséria). Além disso, embora possa gerar assimetrias, a mera transferência reduziria em 70% a desigualdade entre os pobres (o índice de Gini, que mede a concentração de renda, encolheria de 0,37 para 0,11) e em 4% a desigualdade na distribuição de renda como um todo (0,53 para 0,51 no índice de Gini).



FOTO © ANTONIO SERRA / AGENCIAS

>>>

Figura 2. Gastos de transferências (em bilhões de reais, por ano) para que nenhum brasileiro esteja abaixo da linha de pobreza, segundo diferentes critérios de definição de pobreza (dados de população e do produto interno bruto em 2012)

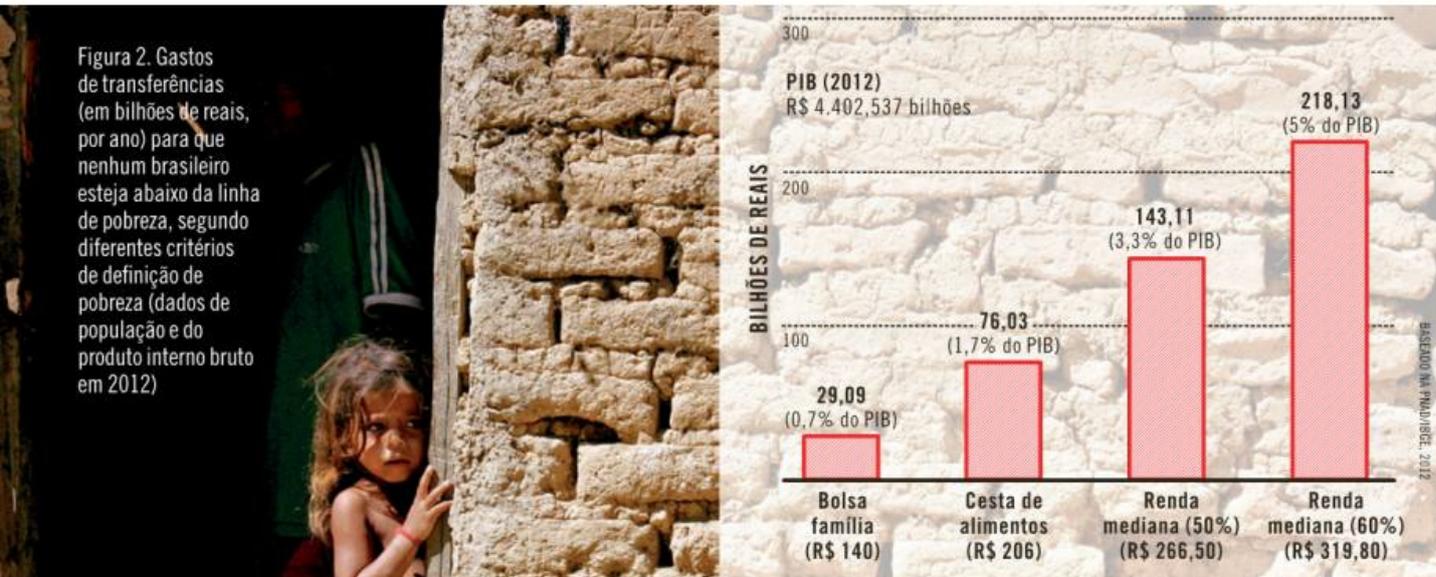


Foto: © MACHADO/REUTERS

BASEADO NA PNAD/SIBGE, 2012

Ou seja, ainda que houvesse algum ‘tratamento igual para desiguais’, o resultado seria menos desigualdade, já que as distâncias entre as rendas diminuiriam. Quanto ao incentivo à preguiça, nos parece que, sem uma prova infosismável de que isso ocorre, o tratamento mais adequado da questão deve envolver solidariedade: como suspeitar do oportunismo de pessoas que não tiveram acesso às oportunidades que o resto de nós entesourou?

Em suma, uma vez socialmente definida a linha de pobreza, a transferência de um valor único a todas as pessoas pobres como um direito social reconhecido equivaleria a uma renda básica de cidadania, transferida dos brasileiros que tiveram acesso a melhores oportunidades a todos os que não puderam desfrutar delas.

**O fim da pobreza é possível?** Como visto, a pobreza absoluta de renda ainda é muito expressiva no Brasil: mesmo após as transferências governamentais, ainda persistem entre 17 milhões e 30 milhões de pobres, algo entre 9% e 15% da população. E isso diz respeito apenas à renda: como já razoavelmente documentado, a pobreza multidimensional é ainda maior, com indivíduos e famílias vivendo em condições precárias, sem acesso a saneamento, segurança, escolas de qualidade, serviços suficientes e adequados de saúde, mesmo tendo renda acima das linhas de pobreza aqui apresentadas. Estes se somam aos primeiros, formando um contingente expressivo de brasileiros pobres, cada vez mais localizados em áreas urbanas.

Já a pobreza relativa inclui entre 24% e 30% dos brasileiros, mesmo após as atuais transferências de renda. Para fazer uma comparação, em países desenvolvidos com transferências governamentais reconhecidamente limitadas, esses programas reduzem o total de pessoas em situação de pobreza relativa (50% da renda mediana) a um terço, o que representa, em termos percentuais, metade da pobreza relativa brasileira.

Se a pobreza relativa de renda está condenada a persistir enquanto existirem desigualdades intensas, a pobreza absoluta só se justifica, em um país rico, pela indiferença de seus habitantes mais bem aquinhoados. Parte da indiferença, porém, pode derivar de um argumento econômico: o custo elevado. Neste artigo, buscamos estimar esse custo e quão elevado seria em relação às riquezas que o país produz.

A conclusão a que chegamos é que a transferência de uma renda básica para os pobres brasileiros (no valor, por exemplo, da linha de pobreza do PBF), compensando-os pelo nosso uso exclusivo das boas oportunidades que lhes foram songadas no passado, equivale a uma fração ainda muito restrita da riqueza nacional (entre 0,7% e 1,7% do PIB para eliminar a pobreza absoluta), ainda que implique pelo menos duplicar o orçamento do programa. Parece proibitivo? De todo modo, beirando o proibitivo parece ser a tentativa de conciliar a autoafirmação como ‘país rico’ e ‘país desenvolvido’ com a pobreza absoluta e relativa que seguimos abrigando. **CH**

**Sugestões para leitura**

KERSTENETZKY, C. L. ‘Aproximando intenção e gesto: Bolsa Família e o futuro’, em *Programa Bolsa Família: uma década de inclusão e cidadania*. Brasília, Ministério do Desenvolvimento Social/IPEA, 2013.

KERSTENETZKY, C. L. *O estado do bem-estar social na idade da razão*. Rio de Janeiro, Campus/Elsevier, 2012.

**NA INTERNET**

MONÇORES, E. A. Os elegíveis não cobertos: uma reflexão sobre o programa Bolsa Família e a garantia dos direitos sociais (monografia). Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012 (disponível em [www.laeser.ie.ufrj.br/PT/Estudos%20e%20Pesquisas/monografia\\_elisa\\_moncores.pdf](http://www.laeser.ie.ufrj.br/PT/Estudos%20e%20Pesquisas/monografia_elisa_moncores.pdf))



*Por quase três séculos, as histórias da Índia e do Brasil estiveram ligadas*

## A ÍNDIA E O BRASIL

Na história da expansão marítima portuguesa, o aprendizado da navegação atlântica demorou cerca de um século. No início dos anos 1430, ocorreram as primeiras viagens documentadas à ilha da Madeira e ao arquipélago dos Açores, no meio do oceano. Depois, vieram as tentativas de ultrapassar o cabo Bojador, na costa noroeste da África. Já no final do século 15, em 1488, a façanha de Bartolomeu Dias abriu a porta do caminho marítimo para o Oriente: dobrando o cabo da Boa Esperança, o navegador entrou pelo oceano Índico e comprovou que este se comunicava com o Atlântico.

Saindo de Lisboa em 1497 e atingindo a Índia em 1498, após 316 dias de viagem, Vasco da Gama estabeleceu definitivamente a 'ponte' oceânica entre a Europa e a Ásia. Comandava uma frota modesta, com três embarcações. Os indianos acharam os portugueses feios, sujos, cabeludos e sobretudo pobres: qualquer comerciante do Índico oriental levava a Calicute presentes mais luxuosos que os chapéus, o coral e uns poucos gêneros agrícolas oferecidos pelos homens de Gama. Acusando o golpe, os portugueses organizaram uma segunda expedição bem mais grandiosa, com 13 caravelas e cerca de mil homens, destinada a estabelecer o controle lusitano em terras da Índia. O comando foi entregue a Pedro Álvares Cabral, que, na viagem de ida, de propósito ou por acaso, parou uns dias na costa da América do Sul, onde hoje é Porto Seguro.

Desde então, e por quase três séculos, as histórias da Índia e do Brasil estiveram ligadas. Para chegar à Índia pela via atlântica, os portugueses haviam se afastado da costa africana a fim de evitar os ventos contrários que impediam o avanço dos navios, fazendo a chamada 'volta da Guiné' e acabando por dar na atual costa brasileira. Quando as frotas passaram a navegar periodicamente entre Lisboa e Goa, na época da chamada 'Carreira da Índia', era comum deixarem-se ficar uns tempos, sobretudo durante a viagem de retorno, no Rio

de Janeiro ou em Salvador, para consertar embarcações avariadas, abastecer-se de víveres frescos, pegar as cartas dos administradores que serviam nas capitâneas brasileiras.

Assim que o Brasil começou a crescer em importância no âmbito do império marítimo português, a Índia refluuiu: isso aconteceu pela primeira vez na década de 1540, com a pressão estrangeira – sobretudo francesa – levando o rei D. João III a empreender a colonização sistemática das terras americanas. O Estado da Índia, criado em 1505, entrou em um período crítico. A descoberta de ouro no Brasil central, no final do século 17, golpeou novamente a Índia, que por volta de 1750 já não podia fazer frente ao destaque da América portuguesa no âmbito do império português.

As projeções imaginárias não acompanhavam, contudo, o ritmo da economia, e as elites portuguesas continuavam a se deixar embalar pelo fascínio do luxo asiático. O prestígio dos cargos orientais só foi eclipsado pelo dos americanos quando o Brasil já era, havia muito tempo, a 'vaca leiteira' da monarquia portuguesa.

Se o controle da navegação atlântica foi essencial para se chegar à Índia, e se no meio do caminho havia uma pedra chamada Brasil, o Oriente guardava segredos que os portugueses tiveram que arrancar dos orientais. Parece que foi para aprender os macetes da navegação no Índico que Vasco da Gama se demorou em Melinde por quatro meses, prolongando consideravelmente a duração de sua primeira viagem. Com as informações colhidas junto a pilotos árabes e indianos, pôde enfrentar os ventos de monção, daí em diante decisivos para organizar o calendário das viagens portuguesas ao Oriente: as de Lisboa a Goa tendo que sair sempre entre o final de fevereiro e abril; as de Goa a Lisboa partindo entre o final de dezembro e fevereiro. Tal periodicidade acabou por disciplinar a espera dos que viviam no Brasil, ensinando-lhes quando podiam contar com as naus que, vindas da Índia, conectavam-nos com o Oriente e com o Reino. **66**

### LAURA DE MELLO E SOUZA

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

# NAÇÃO SUFOCADA

DADOS SOBRE SUICÍDIO NO PAÍS ESCONDEM REALIDADE IGNORADA: INDÍGENAS SE MATAM EM TAXAS ATÉ 20 VEZES SUPERIORES ÀS DA POPULAÇÃO GERAL

L. G., 21 anos, encontrado morto, enforcado com o cabo de energia de um rádio. A. L., 13 anos, descoberto pelos pais, pendurado pelo pescoço em uma árvore na beira da estrada. M. S., 19 anos, usou um fio de náilon para se asfixiar. Histórias parecidas que, além do final trágico, têm em comum o fato de que as vítimas eram todos jovens indígenas brasileiros.

Das diversas mazelas sociais do país, o suicídio não é uma das que se destacam. Em comparação com outros países, as mortes autoprovocadas por aqui são pouco comuns: cerca de cinco pessoas em 100 mil terminam a vida desse modo – bem menos do que a taxa de 30 por 100 mil de países como Lituânia e Coreia do Sul. No entanto, entre indígenas, o suicídio é bem mais recorrente. Segundo o último censo, os índios representam apenas 0,4% da população do país. Mas respondem por 1% do total de suicídios, duas vezes e meia a mais do que o esperado, se considerada a sua participação demográfica.

Os números alarmantes são alcançados por alguns focos. Os suicídios indígenas ocorrem, sobretudo, no Norte e no Centro-oeste do país, em regiões marcadas por miséria e conflitos de terra. No Mato Grosso do Sul, onde 3% dos habitantes são indígenas, segundo o censo, 20% dos suicídios dos últimos 10 anos foram nesse grupo. Só no ano passado, de acordo com dados do Distrito Sanitário Especial Indígena (Dsei/MS), órgão de saúde instalado nas aldeias, foram registrados no estado 73 suicídios de índios contra 18 de não índios.

A maioria dos casos do Mato Grosso do Sul se dá entre os guaranis-caiovas, segundo maior grupo indígena do país. Ainda segundo o Dsei/MS, entre 1986 e 1997 foram registrados 244 suicídios nessa etnia. De 2000 a 2013, o número praticamente triplicou, chegando a 650 mortes. As taxas anuais de suicídios ao longo desse período variaram entre 75 e 90 casos por 100 mil habitantes – até 18 vezes o índice nacional.

Para especialistas, o elevado e crescente número de suicídios reflete as situações de conflito vividas pelos guaranis-caiovas desde o contato com os colonizadores. Os guaranis ocupavam um vasto território na América pré-colombiana, que incluía o atual Paraguai e o sul do Brasil. Com a chegada de espanhóis e portugueses, foram escravizados, viram suas terras disputadas e foram catequisados pelos jesuítas. No início do século 20, empresas de ervamate trouxeram funcionários para sua área de vida e usaram mão de obra indígena. A partir de então, os guaranis perderam suas terras, sistematicamente, para o governo e os empresários. Entre 1915 e 1923, o antigo Serviço de Proteção ao Índio (SPI) demarcou oito reservas no Mato Grosso do Sul para onde diferentes aldeias foram obrigadas a migrar.

“O suicídio é um ato expressivo e os picos dessa prática entre os guaranis estão associados a um contexto social que não pode ser ignorado, expressam o desgosto e a humilhação com a usurpação de suas terras, mos-

tram o silêncio a que são submetidos”, afirma o antropólogo Miguel V. Foti, ex-funcionário da Fundação Nacional do Índio (Funai) que estudou os guaranis e conviveu com eles. “A questão guarani é escandalosa; é uma das maiores nações indígenas, mas a política em relação a esse e a muitos outros povos é sinistra, de uma violência não explícita, marcada pela omissão e pela protelação.”

Os guaranis-caiovas pleiteiam na Funai a demarcação de pelo menos nove áreas que consideram sagradas, as *tekohas*. Embora o órgão tenha assinado em 2007 um termo de compromisso, os estudos necessários à demarcação não foram concluídos. Por isso, não há estimativa dos territórios hoje ocupados por fazendas de soja, cana e gado e que podem um dia se tornar indígenas.

A questão da terra para os guaranis-caiovas vai além da mera reivindicação por espaço. O guarani-caiova Tonico Benites, professor da Universidade Federal da Grande Dourados e primeiro indígena a se formar em antropologia no país, explica que o território tem, para seu povo, uma dimensão sagrada que não pode ser menosprezada. “Para nós, a terra é composta de seres invisíveis, guardiões que dão as fru-



FOTO BRASIL DE FANOU FLICAR - CC BY-NC-SA 2.0

## Suicídios indígenas no Brasil de 1996-2012

### São Gabriel da Cachoeira (AM) (baniuas, ticunas, tucanos etc.)

43 casos/100 mil habitantes

TOTAL DE SUICÍDIOS	117
SUICÍDIOS INDÍGENAS	111
SUICÍDIOS INDÍGENAS/NÃO INDÍGENAS	94,87%
POPULAÇÃO INDÍGENA (2010)	29.157 (76,94%)

### Dourados (MS) (guaranis-caiovas)

entre 90 e 75 casos/100 mil habitantes

TOTAL DE SUICÍDIOS	435
SUICÍDIOS INDÍGENAS	164
SUICÍDIOS INDÍGENAS/NÃO INDÍGENAS	37,70%
POPULAÇÃO INDÍGENA (2010)	6.631 (3,38%)

### Ilha do Bananal (TO) (carajás)

58 casos/100 mil habitantes

TOTAL DE SUICÍDIOS	8
SUICÍDIOS INDÍGENAS	2
SUICÍDIOS INDÍGENAS/NÃO INDÍGENAS	25,00%
POPULAÇÃO INDÍGENA (2010)	1.913 (18,74%)



Confira um mapa interativo em: <http://cdb.io/XdGYZa>

Dados: SIM e Dse/MS

tas, as plantas, a comida”, conta. “Temos que respeitar esses seres, por isso plantamos por três ou quatro anos num local e depois deixamos a terra descansar. A terra é parte da família, cada comunidade pertence a uma terra. As reservas criadas pelos brancos não são a terra à qual pertencemos, são habitadas por seres malignos e não há espaço para plantar do nosso modo.”

Além das oito reservas criadas no início do século 20, que juntas somam cerca de 180 km<sup>2</sup>, os guaranis-caiovas contam com a Terra Indígena de Dourados (MS), criada em 1917 e só homologada em 1965. Essa reserva, cortada pela rodovia MS-156, tem 347 km<sup>2</sup> e ali vivem 14 mil guaranis-caiovas e terenas – uma densidade de 3,4 pessoas por metro quadrado. É flagrante a diferença em relação a outros grupos: no Pará, os caiapós dispõem, na Terra Indígena Baú, de uma área 44 vezes maior (15.470 km<sup>2</sup>) para uma população 74 vezes menor (188 índios).

“Em Dourados, a miséria é muito grande, a terra não oferece mais nada e as famílias têm que mendigar comida na cidade”, conta Benites. “Na reserva, há disputa por espaço, por comida, por uma bica de água. As pessoas perdem a dignidade e o

vínculo com a sua terra e isso leva, muitas vezes, à tristeza e ao suicídio.”

**ATO BANALIZADO** A superpopulação e a insatisfação são apenas alguns dos fatores que ajudam a entender a situação dos guaranis-caiovas. Eles convivem ainda com taxas altíssimas de mortalidade infantil (38 óbitos para cada mil nascimentos frente à média nacional de 25) e uma expectativa de vida de 45 anos, menor que a de países africanos com histórico de décadas de conflitos militares, como Serra Leoa. Os homicídios também são frequentes. O último relatório da violência contra indígenas do Conselho Indigenista Missionário (Cimi) assinala, em 2013, 31 assassinatos de guaranis-caiovas – uma taxa de 77 mortes por 100 mil, quando a taxa nacional de homicídios é de 25/100 mil.

A psicóloga Sonia Grubits, da Universidade Católica Dom Bosco, que estuda a questão guarani-caiova há 20 anos, aponta que o suicídio entre os indígenas pode ser compreendido à luz das teorias do sociólogo francês Émile Durkheim (1858-1917). Para ele, havia três tipos de suicídio, segundo a integração do suicida à sociedade: o egoísta, praticado pelos que não se identificam com um gru-

po social; o altruísta, uma forma de sacrifício para salvar outras pessoas, e o anômico, que ocorre em indivíduos de uma sociedade em crise. “O caso guarani, embora complexo, se aproxima do último tipo”, diz a psicóloga. “A morte é vista como uma solução, não porque seja desejada, mas porque viver se torna insuportável. Ao mesmo tempo, o suicídio passa a ser tão comum no grupo que as pessoas ficam suscetíveis. O ato é banalizado. Em uma semana na aldeia, vi duas crianças, de 11 e 12 anos, se matarem porque os pais eram contra a aproximação delas. Uma semana depois, o primo de uma também se matou.”

Depressão, esquizofrenia e alcoolismo são os transtornos psiquiátricos mais associados às tentativas de suicídio. A pesquisadora ressalta que esse não parece ser o caso dos guaranis-caiovas. “Eles não apresentam mais distúrbios mentais que a população geral e a depressão não é recorrente”, relata Grubits. “O suicídio entre os guaranis não pode ser compreendido como uma patologia.”

Entre os guaranis, existe o conceito de *jejuvy*, que em tradução livre pode ser entendido como ‘aperto na garganta, sufocação’. Forma de suicídio típica dessa etnia, o *jejuvy*

é caracterizado pela morte intempestiva por meio do enforcamento. No século 17, o padre jesuíta espanhol Antonio Ruiz de Montoya registrou com surpresa o hábito dos guaranis. Mas Foti acredita que essa referência histórica não dá conta sozinha do fenômeno atual. “O *jejuvy* está por trás do enigma da atual onda de suicídios, é uma condição preexistente para esse fenômeno”, aponta. “Mas existe diferença entre o que chamamos de suicídio e o *jejuvy* enquanto modo cultural de morrer. As mortes por enforcamento têm ocorrido em número exagerado e assumem o caráter de suicídio. O *jejuvy* é um hábito de caráter episódico e o que vemos hoje é uma epidemia num contexto social que não pode ser ignorado.”

Os suicídios guaranis têm um padrão: quase todos são por enforcamento e 65% das vítimas são homens de 15 a 29 anos, segundo dados da Fundação Nacional de Saúde (Funasa). O cenário é diferente na população brasileira em geral. Pelos números do Sistema de Informação Sobre Mortalidade (SIM), do Ministério da Saúde, o suicídio é mais frequente entre idosos. Embora tenha havido, entre 2000 e 2012, um aumento de 30% nas mortes autoprovocadas na faixa de 15 a 19 anos, os índices entre pessoas com mais 60 anos se mantiveram maiores no período. Em 2012, foram registrados oito suicídios de idosos por 100 mil habitantes. Entre a população jovem, foram apenas 3,9.

“O jovem guarani procura viver bem de acordo com as profecias, busca a felicidade, mas só conhece miséria e fome, e por isso entra em desespero”, diz Benites, que desde criança viu parentes seus, moradores de reservas, cometerem suicídio. “Os mais velhos estão morrendo e os mais novos, que nunca viveram conectados à terra sagrada, perdem a única referência e suporte que tinham.”

Quando inquiridos sobre as razões dos suicídios, os familiares das vítimas não têm explicação. Estudos

antropológicos e sociológicos feitos nas comunidades guaranis frequentemente apontam falta de motivação, preocupações financeiras, ausência de projeto de vida e conflitos amorosos como o estopim para as mortes.

**CAMPEÃ DE MORTES** Situação parecida é observada em outros grupos indígenas, como os que vivem em São Gabriel da Cachoeira (AM), cidade brasileira com a maior proporção de indígenas autodeclarados (80%) na população. Não por coincidência, é também o município com o maior índice de suicídio no Brasil, ao lado de São Paulo de Olivença e Tabatinga, também no Amazonas, e Amambá e Dourados, no Mato Grosso do Sul – todas cidades com forte presença indígena. De 2008 a 2012, foram registrados em São Gabriel da Cachoeira 68 suicídios indígenas, representando 93% do total de suicídios da cidade. Significa dizer que, na cidade, um indígena tem cerca de cinco vezes mais chance de cometer suicídio do que um não indígena.

“Em São Gabriel, são em geral jovens que se matam por enforcamento sob estado de embriaguez, frequentemente depois de um conflito de autoridade com os pais, frustração ou problema amoroso”, conta o psiquiatra Maximiliano Ponte de Souza, coordenador do Laboratório de Estudos Interdisciplinares em Populações Indígenas e Vulneráveis (Leis) da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e autor de estudos sobre o tema. “Ainda precisamos descobrir o que isso de fato significa. Motivos que para nós podem parecer triviais talvez não o sejam para eles.”

Um dos estudos de Souza mostra que, de 2000 a 2007, houve 44 suicídios indígenas na cidade amazonense (em média, 16,8 por 100 mil habitantes). As taxas mais elevadas foram observadas nas faixas entre 15 e 24 anos, com 43 mortes por 100 mil habitantes. Quase todos os suicídios, 82%, ocorreram entre índios homens, solteiros, que se mataram em casa, no final de semana, por enfor-



FOTO: ROY SPASHE/JOANA ORTIZ/AM

camento. “O perfil dos suicídios nesse município é muito mais próximo do encontrado em certos contextos indígenas do que o observado em ambientes urbanos e não indígenas, o que mostra a especificidade desses eventos no Brasil”, comenta o pesquisador.

A urbanização crescente, o grande influxo de não indígenas à região e o acesso desigual aos recursos podem, diz Souza, ajudar a explicar o grande número de suicídios. “A despeito das explicações, o problema não pode ser negligenciado.”

O psiquiatra conta que, quando perguntados sobre os suicídios, muitos indígenas os atribuem a feitiços de inimigos. “Há relatos que em certos contextos, eles chegam a ir à delegacia pedir que investiguem quem colocou o feitiço que fez o outro se matar; para eles, não é suicídio, é assassinato”, diz o pesquisador. O lado mágico é muito presente na concepção de vida de muitos povos indígenas e a ruptura de certos rituais, como os da passagem da adolescência à vida adulta, é apontada por especialistas como um dos fatores por trás dos suicídios dos jovens.

**FENÔMENO RECENTE** Na maior ilha fluvial do mundo, a ilha do Bananal, cercada pelos rios Araguaia e Javaé na divisa de Tocantins com Mato Grosso, os carajás também enfrentam surtos de suicídio. O fenômeno é recente, com os primeiros



A maioria das vítimas são homens jovens que se matam por enforcamento

registros feitos por volta de 2009. Embora o número de casos não seja grande, de lá para cá a taxa de suicídio quadruplicou, chegando a 58 por 100 mil habitantes. Em 2011, o Dsei/ Araguaia notificou sete suicídios na população de 12 mil. Apenas em janeiro e fevereiro de 2012, houve cinco suicídios.

O número de tentativas de suicídio é ainda mais significativo – 40 nesse mesmo período, a maioria entre garotos de 15 a 19 anos. Os dados fazem parte de um relatório do Ministério Público Federal/TO obtido pela reportagem e resultado de um grupo de trabalho interinstitucional, envolvendo o Ministério da Saúde, a Secretaria da Justiça e Direitos Humanos do Tocantins, a Funai e a Secretaria Nacional da Juventude e a Secretaria Geral da Presidência da República, que se reuniu em 2012.

Em visita à região, o grupo de trabalho considerou a situação “preocupante” e tomou medidas incomuns para sua solução. O relatório descreve que a população atribuía os suicídios a feitiços feitos por alguns pajés e que, por isso, alguns pais de vítimas passaram a espancar os líderes espirituais. Então, a Sesai usou um avião para buscar em outra aldeia uma xamã que seria capaz de desfazer os feitiços. O documento, assinado por uma antropóloga e um psicólogo da Sesai, relata que, em poucos dias, “a xamã se encarregou de tirar os feitiços desenterrando-os do chão. Reti-

rou pequenas bonecas de cera de abelha que traziam cordas no pescoço. Depois dessa ação, não houve mais suicídios na aldeia.”

O antropólogo Márcio Santos, do Ministério Público Federal, acredita que a explicação mágica esconde uma realidade em conflito com o modo de vida ocidental. “O olhar externo muitas vezes tende a atribuir o suicídio ao alcoolismo e às drogas, mas, do ponto de vista dos carajás, toda morte não natural é atribuída a uma causa mágica”, aponta. “No contexto atual, de muitos conflitos internos e externos e de grandes mudanças socioculturais na comunidade, os suicídios aumentam e são atribuídos a feitiçarias.”

A família da jovem carajá Narubia Werrerria, militante indígena e estudante de direito da Universidade Federal do Tocantins (UFT), é mais uma das que sofrem com as mortes e as tentativas de suicídio de pessoas próximas. O sobrinho adolescente de Werrerria tentou se matar e, sem sucesso, ficou meses em coma. Dois de seus primos foram até o fim. Depois do ocorrido, a jovem escreveu uma petição *on-line* à presidente Dilma Rousseff pedindo a ação dos órgãos federais. “Aceitar a morte não é fácil, aceitar a morte de jovens com menos de 25 anos, que se matam um após outro, é algo quase inaceitável”, diz a carta.

Werrerria pede por uma mobilização multissetorial, com programas na área de saúde mental e educação

voltados para os carajás. “São jovens que estão no período de formação de identidade, que sentem a necessidade de se encaixar num grupo e se veem diante de um confronto cultural muito grande, numa situação em que, infelizmente sua cultura é oprimida por outra dominante, que se põe como superior e não traz respeito pelo diferente”, argumenta a jovem. Ela destaca que os jovens carajás se veem no dilema entre preservar suas tradições e achar lugar no mundo moderno. “Como nosso povo acredita que veio da água, nossa principal fonte de alimentação sempre foi a pesca, mas o jovem não sabe mais pescar”, diz. “Além de trazer sustento para a família, pescar era um orgulho. Hoje eles veem outras pessoas com um barco maior, com rede de pesca, com celulares e motos, e se acham inferiores.”

Santos acredita que a mudança no modelo familiar carajá é uma das fontes de pressão que levam os jovens ao suicídio. “O homem e a mulher carajás se tornam independentes quando casam, até esse momento eles não têm a obrigação de buscar o sustento nem de trazer alimentos”, explica. “Hoje, em contato com a cultura envolvente, os jovens passam a querer bens que os pais não têm como prover. Isso acarreta brigas e conflitos que, em situações extremas, acabam em suicídio.”

**EPIDEMIA OU CULTURA?** Segundo dados do SIM, os suicídios indígenas têm crescido significativamente. Em 2002, eram 81/100 mil habitantes. Em 2012, passaram para 207 – um aumento de 155%. Os dados sobre o fenômeno, porém, são recentes e variam ligeiramente de acordo com a fonte.

Um dos pioneiros no estudo da questão no Brasil, o antropólogo João Dal Poz, da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), ressalta que as informações são escassas para traçar um panorama histórico e etnológico que permita dimensionar e quantificar as tendências aparentemente crescentes. “Há essa ideia de que o

suicídio entre os indígenas se deve ao contato com os colonizadores ocidentais, mas isso não é inteiramente verdadeiro. Dados históricos mostram a ocorrência de suicídio entre os índios no passado mesmo com pouco contato, talvez até em taxas maiores do que nas sociedades ocidentais. O que muda são os motivos e as formas culturais específicas atribuídas às mortes.”

Em meados da década de 1990, Dal Poz estudou os zuruahãs, que vivem na região do Médio Purus, próximo à cidade de Lábrea (AM). Esse povo, que se manteve isolado até a década de 1970, ficou conhecido como os ‘índios do veneno’, porque cometem suicídio ingerindo o sumo venenoso da raiz de timbó, que chamam de *konaha*. De 1980 a 1995, época do estudo, a população estimada era de 123 índios e haviam ocorrido 38 suicídios – uma taxa de 1.922 casos por 100 mil habitantes, a maior já observada entre indígenas e até 60 vezes maior que a de qualquer país. “Em quatro meses na aldeia, vi 16 tentativas de suicídio e algumas mortes”, conta o antropólogo.

Ainda hoje os suicídios são frequentes. Pelos últimos dados do Dsei/ Médio Purus, foram 12 em 2012 (8% da população, composta hoje por cerca de 150 índios). Segundo Dal Poz, o suicídio zuruahã, bem diferente dos ocidentais, ocorre segundo um padrão de condutas e etapas definidas, quase como um ritual. “Os zuruahãs confiam que a vida prossegue em outra dimensão, onde estão seus parentes e amigos já mortos”, explica. “Eles atribuem um valor negativo ao envelhecimento e à decadência física, e assim valorizam a morte voluntária prematura, enquanto ainda são jovens, bonitos e saudáveis.” A maioria das mortes se dá entre mulheres de 12 a 17 anos e homens de 18 a 20. Adultos com mais de 45 anos são raridades na aldeia.

Dal Poz diz que as mortes não podem ser encaradas como um quadro de degradação ou resultado do contato e que o fenômeno do suicídio

entre os zuruahãs precisa ser estudado como um fato cultural singular, social e historicamente determinado. “Para Durkheim, a morte voluntária corresponderia a um sintoma de anormalidade na vida social, o que não faz sentido para os antropólogos”, comenta. “Entre os zuruahãs, dos eventos mais triviais do cotidiano aos conflitos mais graves, tudo pode ser visto como motivo para tentar o suicídio. Não se pode falar, portanto, de uma situação de degradação cultural. Para eles, o suicídio apresenta-se como um modo específico de reprodução social.”

Já Souza ressalta a necessidade de cautela ao se propor modelos explicativos sobre o suicídio entre indígenas que se fundamentem na tese de que seriam as suas próprias concepções de a vida e morte que os compeliariam a tirar suas vidas. “Teses culturalizantes tendem a responsabilizar as vítimas e não dar a devida importância às possíveis relações entre o suicídio e as violências históricas às quais os indígenas foram e são submetidos”, aponta. Para o psiquiatra, no caso dos zuruahãs, as mortes estariam ligadas à história recente da formação do grupo, surgido da agregação de diferentes etnias sobreviventes de massacres e doenças. “Não sabemos se as representações que eles apresentam sobre a vida e a morte são as causas das elevadas taxas de suicídio ou se essas representações surgiram no processo histórico para explicar o fenômeno do suicídio relacionado a um contexto de sobrevivência física, cultural e espiritual altamente adverso”, comenta.

**QUESTÃO DE SAÚDE** Sejam quais forem os motivos dos suicídios indígenas, essas comunidades continuam a ser negligenciadas pelos órgãos oficiais. Nas aldeias indígenas, falta saneamento básico, educação, acesso à comunicação e saúde. “As aldeias são sujas, pois não há coleta de lixo, as escolas não chegam até lá e muito menos a internet”, pontua Werreria. “A saúde, então, é uma vergonha.”



Mesmo não sendo necessariamente causado por distúrbios mentais, o suicídio, indígena ou não, é encarado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como questão de saúde pública. No Brasil, o Ministério da Saúde é responsável pela vigilância e prevenção dessa prática, inclusive entre indígenas, que estão sob sua proteção por meio da Sesai, criada em 2011 para coordenar a Política Nacional de Atenção à Saúde dos Povos Indígenas no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS).

A despeito disso, mesmo procurado pela reportagem diversas vezes, o Ministério da Saúde não se pronunciou sobre a questão dos suicídios indígenas no país nem indicou representante para falar sobre o tema. O órgão se limitou a enviar uma nota, por meio de sua assessoria de imprensa, informando que a Sesai do Mato Grosso do Sul implantou recentemente um projeto para prevenção dos suicídios nos Dsei ou Alto Rio Solimões e Mato Grosso do Sul. Segundo o informe, foram qualificados 57 profissionais para identificar pessoas em risco de suicídio. O ministério informou ainda que, desde a criação da Sesai, o orçamento para a saúde indígena quadruplicou, passando de R\$ 479 milhões, em 2011, para R\$ 1,93 bilhão, em 2014.

As cifras não parecem gerar benefícios reais. Lideranças indígenas por todo o país reclamam da situação da saúde, setor que vem sendo marcado por escândalos de mau

Em Dourados, indígenas  
vivem acampados às  
margens da BR-463



gerenciamento e corrupção. No início do ano, após denúncias anônimas, a auditoria da Controladoria Geral da União encontrou, em licitações de prestação de serviços e compras de medicamentos no programa de saúde indígena do ministério, várias irregularidades, que resultaram num rombo de R\$ 6,5 milhões. O caso está sob investigação do Ministério Público Federal (MPF) e da Polícia Federal.

Diante desse cenário, o governo já estuda a substituição da Sesai, criada há menos de quatro anos, por um novo órgão, o Instituto Nacional de Saúde Indígena (Insi). A proposta de criação do Insi, a ser enviada ao Congresso, permite a contratação de trabalhadores da saúde sem concurso público e a aquisição de equipamentos e serviços sem seguir os trâmites da Lei de Licitações. A ideia é que o novo órgão seja regido pelo direito privado, mas subordinado ao Ministério da Saúde, para agilizar a contratação de profissionais.

A iniciativa vem sendo recebida com críticas por lideranças indígenas e pelo MPF. Para o último, a criação do Insi é inconstitucional. Os procuradores do órgão, em nota pública, argumentam que a transferência da execução da saúde indígena do SUS para pessoa jurídica de direito privado vai contra a Constituição, que diz que a saúde é obrigação do poder público e que a iniciativa privada deve ser complementar.

Já as lideranças indígenas criticam a falta de representatividade no

novo órgão, cujo conselho deliberativo terá 13 membros, dos quais apenas três seriam indicados por organizações indígenas. “É um plano para a saúde indígena, mas os índios não vão poder falar nada”, comenta Zico da Silva, presidente do Conselho Distrital de Saúde Indígena (Condisi) do Litoral Sul, que representa os povos nativos dessa área. Silva acredita que seria melhor aperfeiçoar o sistema atual do que criar um novo. “Na proposta original da Sesai, os Dsei teriam autonomia para gerir a saúde em nível local, mas o que acontece hoje é o abandono e o sucateamento desses distritos nas aldeias.”

Desde que o Insi foi anunciado, no final de agosto, a Sesai tem promovido reuniões com os Condisi. Em menos de dois meses, 29 conselhos dos 34 do país aprovaram a criação do órgão. Algumas lideranças indígenas locais, porém, acusam o ministério de falta de clareza na apresentação do novo plano e de tentar aprovar o instituto às pressas, sem um real debate com os indígenas.

“A proposta foi jogada sem conversa com as bases”, reclama Zé Bajaga Apurinã, coordenador da Federação das Organizações e Comunidades Indígenas do Médio Purus (Focimp). “A Sesai, na reunião com o conselho do Médio Purus, disse que, se o Insi não fosse aprovado, os índios não teriam mais nenhuma assistência. Por isso os conselheiros aprovaram, por pressão.” Ao menos outras 10 organizações indígenas também se

queixaram em nota da falta de transparência e tempo para discussão da proposta.

Já o conselheiro Ilírio Roque Portela, do Condisi do Interior Sul, um dos que aprovaram o plano, acredita que o Insi vai melhorar a situação das aldeias com o fim dos concursos públicos para preencher as vagas. “Nos concursos, a prestação do serviço era limitada de dois a três anos, mas o que acontecia é que os profissionais de saúde vinham para os Dsei e, depois, pediam transferência para alguma cidade por causa do local isolado e da dificuldade de transporte”, conta. “No novo instituto, isso vai mudar. Serão feitos contratos por tempo indeterminado e haverá um plano de carreira.”

O futuro da saúde indígena no país é incerto e os suicídios continuam a ocorrer à revelia das discussões sobre ela. Para Maximiliano P. de Souza, a situação só vai mudar quando houver uma medida ampla e estrutural. “O fenômeno exige uma abordagem complexa, que vai além do campo da saúde e abrange estratégias que garantam o acesso à terra, minorem os conflitos internos, valorizem a juventude e o ser indígena, facilitem o acesso aos bens materiais e simbólicos da modernidade e simultaneamente valorizem a cultura indígena”, diz. “Algo dessa magnitude precisa ser feito em parceria com os indígenas, afinal estamos falando de vidas.”

SOFIA MOUTINHO | CIÊNCIA HOJE | RJ

# GLUCA, PRIMEIRA CABRA TRANSGÊNICA DO PAÍS

ANIMAL FOI CLONADO E MODIFICADO GENETICAMENTE PARA PRODUZIR LEITE RICO EM SUBSTÂNCIA ÚTIL À INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

Gluca, cabra clonada e transgênica, deve começar em breve a produzir leite contendo a enzima utilizada no tratamento da doença de Gaucher

QUATRO G DIVULGAÇÃO

Nascida em Fortaleza (CE) em março deste ano, Gluca é a primeira cabra clonada e transgênica do Brasil. Desenvolvida para secretar leite contendo a enzima humana glucocerebrosidase, a cabra é parte essencial de uma tentativa brasileira de produzir uma proteína a partir da transgenia de caprinos.

A glucocerebrosidase é uma proteína que faz a digestão de certo tipo de gordura dentro das células. Se o organismo de uma pessoa não a produz, ela desenvolve a doença de Gaucher, que pode causar aumento do fígado e baço, entre outras manifestações clínicas. O tratamento da enfermidade é caro, já que a enzima precisa ser importada. O Ministério da Saúde gasta cerca de R\$ 200 milhões anualmente para atender aos pouco mais de 600 portadores da doença no Brasil.

Mas esse quadro pode mudar se o experimento com a cabra der certo. A glucocerebrosidase produzida pelo animal alterado geneticamente será purificada a partir do leite e utilizada na produção de medicamento para tratamento da doença de Gaucher.

O projeto resultou de uma parceria entre a Quatro G – empresa de pesquisa e desenvolvimento sediada

no parque tecnológico da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre – e a Esperança Agropecuária e Indústria Ltda., ligada à Universidade de Fortaleza (Unifor).

A Quatro G desenvolveu a estratégia para a clonagem do gene responsável pela produção da glucocerebrosidase humana. Também ficará a cargo da empresa a purificação e a análise da proteína expressa quando Gluca começar a produzir leite.

A inserção do gene nos embriões e o desenvolvimento dos clones foram realizados em laboratórios da Unifor, onde Gluca se encontra. O animal nasceu após uma série de tentativas de implantação de embriões em 45 cabras receptoras. Outros processos de prenhez estão em andamento.

**PRODUÇÃO EM LARGA ESCALA** Células provenientes de embriões caprinos receberam um gene construído em laboratório, idêntico ao que comanda a síntese da glucocerebrosidase em humanos, além de outra sequência genética para garantir que, ainda que o gene esteja em todas as células do animal, a enzima seja produzida apenas pelas glândulas mamárias, sendo secretada com o leite.

Se tudo sair conforme o planejado, serão feitos clones a partir de Gluca, com o objetivo de formar um rebanho de cabras aptas a produzir leite contendo a enzima.

“O mesmo processo pode ser empregado na produção de outras enzimas”, explica a diretora de desenvolvimento da Quatro G, Jocelei Chies. Segundo ela, o Brasil não desenvolve nenhuma proteína por transgenia que esteja sendo usada em humanos. Mas o processo já é empregado em outros países.

Chies conta que já existem biofármacos contendo glucocerebrosidase, mas todos eles são feitos a partir de cultura de células. A expectativa é que em até sete anos o medicamento obtido do leite de cabra transgênica possa ser produzido em larga escala no Brasil.

A indução da lactação de Gluca teve início em setembro passado e, em breve, as primeiras amostras de leite deverão estar disponíveis para estudo na Quatro G. “Nosso laboratório está pronto para fazer as análises a qualquer momento”, diz Chies.

THAÍS SCUISSATTO MACEDO | ESPECIAL PARA CIÊNCIA HOJE | PR

# OVOS 'MAGNÉTICOS'

NOVO MÉTODO PERMITE DIAGNÓSTICO DE ESQUISTOSSOMOSE EM LOCAIS DE DIFÍCIL DETECÇÃO

Pequeníssimas esferas de ferro podem ser um grande aliado no diagnóstico da esquistossomose, infecção parasitária que atinge 200 milhões de pessoas no mundo, sendo 4 milhões só no Brasil. Um novo método de detecção, mais sensível, desenvolvido por pesquisadores do sul do país, permite encontrar ovos do parasita em fezes de pessoas infectadas em locais onde há baixa transmissão da doença ou em populações que receberam tratamento em massa. O avanço no diagnóstico foi possível usando microesferas magnéticas que interagem com os ovos do parasita *Schistosoma mansoni*, única espécie existente no país.

Tradicionalmente, o diagnóstico da esquistossomose é feito por meio de visualização direta de ovos nas fezes. Porém, quando a pessoa apresenta baixa carga parasitária, esse método não tem a sensibilidade ne-

cessária para detectar a infecção, especialmente quando os indivíduos infectados eliminam menos de um ovo por grama de fezes. Utilizando as microesferas magnéticas, pesquisadores da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS) conseguiram isolar ovos do parasita nas fezes de pessoas que vivem em locais de baixa endemicidade, com até 1,3 ovo por grama de fezes.

O desenvolvimento do novo método, chamado Helmintex, baseou-se em estudos que constataram a presença de ferro nas cascas de ovos de *S. mansoni*. "Os ovos de *Schistosoma* apresentam propriedades magnéticas e eletrostáticas que promovem sua interação com as microesferas metálicas, permitindo seu isolamento das fezes", explica a bióloga Renata Russo Frasca Candido, da PUC-RS e integrante da equipe que desenvolveu a pesquisa.

Na presença de um campo magnético, os ovos aderem às microesferas, e estas movem-se em direção ao campo, separando os ovos do restante do sedimento fecal, que é posteriormente descartado. Quando o campo magnético é desligado, o material isolado é recolhido com uma pipeta e colocado em uma lâmina, para exame ao microscópio, confirmando a presença ou não do parasita da esquistossomose.

Segundo Candido, a identificação desses ovos é importante não só para os pacientes infectados, mas para toda a população: é a partir do ovo que o parasita inicia seu ciclo de reprodução e proliferação em ambientes de água doce. "Se essas fezes com ovos viáveis do parasita alcançarem um local onde pode haver infecção dos moluscos, estes irão liberar, após cerca de 30 dias, larvas chamadas cercárias, capazes de contaminar a população frequentadora desse local, originando um novo foco da infecção", adverte a bióloga.

O método já foi testado em laboratório e se mostrou muito eficaz em trabalhos de campo. "Ele também foi testado em populações, permitindo detectar até 50% mais pessoas infectadas do que as técnicas tradicionais", explica o parasitologista Carlos Graeff-Teixeira, chefe do Laboratório de Biologia Parasitária da PUC-RS, onde foi desenvolvido o Helmintex. Graeff-Teixeira explica que, se o método for aperfeiçoado, o diagnóstico da esquistossomose poderá se tornar mais simples e rápido.



FOTO RENATA RUSSO

LUCAS LUCARINY | CIÊNCIA HOJE | RJ

## ORNITOLOGIA

## ESPERANÇA PARA O CARA-SUJA

O periquito-cara-suja (*Pyrrhura griseipectus*) é um dos periquitos mais ameaçados de extinção em toda a América — por motivos que variam desde a destruição do seu habitat até o tráfico ilegal de animais. Por muito tempo, acreditou-se que essa ave vivia apenas em uma localidade: a serra do Baturité, no Ceará. Até que, em 2010, foram encontrados espécimes também nos arredores de Quixadá, a 170 km de Fortaleza (CE). Agora, foi renovada a esperança dos que torcem pela sua preservação. Nos últimos meses, nova população de periquito-cara-suja foi encontrada na serra Azul, no sertão cearense, nas proximidades do município de Ibaratama. Os créditos da descoberta vão para uma equipe de pesquisadores da organização não governamental Aquasis — engajada em projetos de conservação de diversas espécies, com atenção especial ao periquito-cara-suja.

Para adensar a população de espécimes nesse novo habitat, a ideia da Aquasis é inserir novos indivíduos no grupo recém-descoberto. Mas, para isso, é importante saber se as aves da serra Azul têm alguma característica genética diferente em relação àquelas que vivem

em outros lugares. É nisso que os biólogos da equipe trabalham agora. Dependendo do caso, algum tipo de variação genética originada a partir do distanciamento geográfico pode conferir vantagens competitivas a um determinado grupo — e causar problemas na eventual inserção e adaptação de indivíduos de outros grupos a esse novo local.

Assim como muitos psitacídeos — família a que pertencem periquitos e papagaios — o periquito-cara-suja faz seus ninhos em ocós de árvores. Mas esse costume é prejudicado com a gradual degradação das florestas, que não mais oferecem lares seguros para a proteção dos ovos e dos filhotes. Por isso, os pesquisadores usam as chamadas caixas-ninho. Instaladas em locais estratégicos, elas substituem os ocós das árvores e oferecem local seguro para o desenvolvimento dos periquitos. Desde 2009, a tática já garantiu o nascimento de mais de 250 indivíduos. “Com um pouco de ajuda, o periquito-cara-suja pode sobreviver, pois ele se reproduz bem e é versátil em sua dieta”, afirma o biólogo Fábio Nunes, da Aquasis, coordenador do projeto.

As caixas-ninho vêm sendo grandes aliadas na preservação dos periquitos



FOTO DE FÁBIO NUNES

## Levitação nacional

No último dia 1º de outubro, entrou em fase de testes o Maglev-Cobra — primeiro trem de levitação magnética desenvolvido com tecnologia nacional. É um projeto do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). O pequeno trem percorreu com sucesso

um trajeto de 200 m, ligando setores do Centro de Tecnologia da universidade. De acordo com as estimativas, o sistema deve entrar em operação em 2015, incrementando a rede de transporte público dentro de um dos *campi* da UFRJ. Com o Maglev-Cobra, o Brasil passa a fazer parte de um grupo seleto de países que detêm tecno-

logia na área de levitação magnética: Alemanha, China, Japão e Estados Unidos. Os pesquisadores afirmam que o preço de implementação dessa tecnologia deve chegar a um terço dos custos de execução de um sistema de metrô.

Maglev-Cobra entra em fase de testes no *campus* da UFRJ



DIVULGAÇÃO/COPPE



FOTO: CECILIO RODRIGUES

*As boas cidades são os verdadeiros motores deste novo século. E o 'direito à cidade' é ainda uma conquista a ser alcançada*

## NÃO HÁ ATALHOS

Vencida a primeira etapa das eleições gerais (quando escrevo esta coluna), constata-se a ausência nos debates de temas focados nas cidades brasileiras. De fato, nestes meses, passou-se ao largo da questão urbana. Em um país onde quase toda a população mora em cidades, pode parecer que o cotidiano dos brasileiros é um paraíso.

(O paraíso existe, ao menos em sua expressão imobiliária, no Rio de Janeiro, como sugere comercial de TV, protagonizado por atriz de grande credibilidade, onde é exaltada a vida em um condomínio fechado denominado 'Ilha' – que não é cercada por água, mas 'isolada' da cidade.)

Onde ficaram as dificuldades de mobilidade, que os movimentos de junho do ano passado trouxeram à berlinda? A precariedade de moradia e de saneamento? A degradação dos espaços urbanos? A escassez nos serviços públicos? A insustentabilidade do modelo de expansão das cidades? Nas raras vezes em que algum desses temas frequentou a propaganda política, tratou-se apenas de recursos financeiros ou quantidades; nada se disse sobre conceitos e qualidade do investimento.

O caso da mobilidade é exemplar: no Brasil urbano, embora o transporte coletivo seja o mais demandado pela população, os governos gastam 14 vezes mais em despesas relacionadas ao transporte individual do que ao transporte coletivo.

O mesmo se dá na habitação, seja com o programa Minha Casa, Minha Vida (MCMV) ou com os condomínios tipo 'ilhas'. A jornalista norte-americana Jane Jacobs (1916-2006) reconhecia que apenas recursos financeiros não bastam. "Veja o que construímos com bilhões: conjuntos habitacionais de baixa renda que se tornaram núcleos de delinquência, piores que os cortiços que pretendiam substituir; conjuntos habitacionais de renda média que são monumentos à monotonia; conjuntos habitacionais de luxo que atenuam sua vacuidade; vias expressas que evisceram as grandes cidades. Isto não é reurbanizar as cidades, é saqueá-las."

Esse desabafo é de 1961, em livro de Jacobs sobre a experiência de seu país. Alguma semelhança com os modelos do finado Banco Nacional da Habitação (BNH), que retornam fora de hora neste Brasil do século 21?

O BNH, de 1964 a 1986, financiou 4,4 milhões de domicílios. O MCMV, de 2009 a 2014, financiou 1,5 milhão. Os números impressionam. Mas representam apenas 30% e 20%, respectivamente, das moradias construídas em cada período. Somando BNH, MCMV, Caixa Econômica e todo o mercado imobiliário, financiou-se menos de 1/4 dos 50 milhões de novos domicílios urbanos desde 1964. Contextualizados os números, seu brilho diminui, e não se explica a adoção de modelos falidos que criam guetos e induzem à expansão insustentável das cidades.

A escassez de financiamento habitacional democraticamente acessível às famílias explica, em grande medida, a irregularidade que caracteriza os subúrbios e as favelas das cidades brasileiras. (É de lembrar que, no mesmo período, 1964 a 2014, o país licenciou mais de 65 milhões de veículos, com financiamento facilitado.)

O historiador italiano Leonardo Benévolo também avaliava não haver determinismo entre crescimento econômico e melhora da cidade – mas interdependência. Para ele, a melhora urbana é um dos modos para se alcançar o equilíbrio geral.

Tais conceitos, explicitados na segunda metade do século passado, não caíram no vazio. A experiência recente dos países mais desenvolvidos demonstra que a qualificação dos seus sistemas urbanos foi um dos esteios da melhora geral que experimentaram nas últimas décadas.

As boas cidades são os verdadeiros motores deste novo século. E o 'direito à cidade' é ainda uma conquista a ser alcançada. Perdida a oportunidade de debate que as eleições poderiam sugerir, retoma-se a necessidade da defesa de uma agenda política para a cidade brasileira. Está visto: não há atalhos nesse campo.

### 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

# YVONNE PRIMERANO MASCARENHAS

## *Cristal raro e lapidado*

VERA RITA DA COSTA  
*Ciência Hoje/SP*

O futuro é sempre uma incógnita e nem todos estão disponíveis a se arriscar em relação a ele, mudando-se para um lugar desconhecido ou lançando-se num projeto sem muitas certezas. Foi, no entanto, exatamente isso que fez a professora Yvonne Primerano Mascarenhas em 1956, quando, aos 25 anos de idade, aceitou se mudar para São Carlos, interior de São Paulo, para ajudar a transformar a Escola de Engenharia daquela cidade em uma universidade na qual o ensino e a pesquisa realmente fizessem a diferença.

Algo desse tipo pode parecer comum para quem analisa a situação apenas sob o prisma atual. A cidade de São Carlos é atualmente uma das mais desenvolvidas do interior paulista e a Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) integra atualmente, com outros institutos – como o de Física de São Carlos (IFSC), ao qual a professora Yvonne Mascarenhas encontra-se vinculada –, a Universidade de São Paulo, uma das instituições de ensino e pesquisa mais produtivas e respeitadas do país.

Imagine, no entanto, a situação há cerca de 60 anos, num tempo em que a população local era pequena, a cultura ainda provinciana e ligada basicamente à produção agrícola e as condições gerais de então muito precárias. “Nessa época,

nem mesmo estrada asfaltada havia para se chegar a São Carlos e a própria Escola de Engenharia estava em construção”, conta Mascarenhas.

Imagine ainda o significado dessa mudança para uma jovem de apenas 25 anos, criada e acostumada à vida cultural do bairro de Copacabana, no Rio de Janeiro, então capital federal, recém-casada, recém-formada em química e física em duas das melhores instituições do país e já envolvida com a pesquisa acadêmica em uma área de conhecimento ainda praticamente desconhecida por aqui – a cristalografia.

Sem dúvida, foi um choque, mas mudar-se de cidade e de vida, de um modo geral, foi também uma imensa ‘janela de oportunidades’ que se abriu para Mascarenhas.

Como ela mesmo conta, em São Carlos pôde criar tranquilamente seus quatro filhos. Também pôde contar com a disposição e a competência de técnicos, colegas pesquisadores e alunos para construir e consolidar uma brilhante carreira profissional em física, que hoje merecidamente lhe confere o título de pioneira da cristalografia moderna em nosso país.

Tudo começou a partir de seu encantamento por essa área do conhecimento ainda na graduação em física e por influência, na década de 1950, de um bom e empregado professor,



FOTO: YVONNE MASCARENHAS

Elisário Távora, na Universidade do Brasil, atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Mas foi realmente a partir de sua ida para São Carlos que Yvonne Mascarenhas começou a ter oportunidades preciosas em cristalografia. A primeira delas foi estagiar no Instituto de Tecnologia Carnegie (Carnegie Tech), nos Estados Unidos, em 1959. A segunda, integrar o grupo de pesquisas do laboratório de cristalografia da Universidade de Pittsburgh (EUA), entre 1959 e 1960.

Com essas experiências na bagagem e de volta ao Brasil, Mascarenhas introduziu entre nós conhecimentos e metodologias inovadoras para a época e defendeu, ainda nos anos 1960, seu doutorado sobre determinação de estruturas cristalinas por difração de raios X (um estudo do formato manganoso bi-hidratado).

Em seguida, partiu novamente para adquirir mais conhecimentos mundo afora: foi pesquisadora e professora visitante na Universidade de Princeton (EUA), em 1966, e professora visitante do Instituto Politécnico do México, em 1967, acumulando ainda mais experiências que resultaram na obtenção de seu título de livre-docência na EESC/USP, em 1971.

Além disso, entre 1972 e 1973, esteve também na Escola de Medicina de Harvard (EUA), onde trabalhou no laboratório dirigido por William Lipscomb, ganhador do Nobel de Química, em

1976, e pôde conhecer e se aprimorar ainda mais na metodologia de ponta que se empregava na época em cristalografia.

Também esteve, entre 1979 e 1980, no Birkbeck College da Universidade de Londres, onde se uniu aos esforços do grupo liderado pelo cristalógrafo de proteínas Sir Thomas Blundell para determinar a estrutura do hormônio oxitocina. O trabalho lhe rendeu a coautoria do artigo 'Crystal-structure analysis of deamino-oxytocin-conformational flexibility and receptor-binding', publicado na revista *Science*, em 1986, e abriu as portas dessa importante instituição e desse excelente grupo de pesquisas para a formação de toda uma nova geração de pesquisadores em cristalografia de proteínas no Brasil.

Yvonne Mascarenhas completa 83 anos de vida em 2014 e 60 anos de formada. São inúmeros os alunos que ajudou a formar, os trabalhos que publicou e os prêmios que recebeu. Também é imensurável a contribuição que deu (e dá ainda) à pesquisa e ao ensino em física, assim como à divulgação científica.

A homenagem de *Ciência Hoje* neste ano, proclamado pela Assembleia Geral das Nações Unidas como Ano Internacional da Cristalografia, não pode, portanto, ter outro destino. Yvonne Mascarenhas é nossa referência na área – um cristal raro e lapidado pela curiosidade e pelo desejo de saber mais e mais.

>>>



Turma do 3º ano primário, do Grupo Escolar Godofredo Furtado, em São Paulo (SP), em 1940. Yvonne Mascarenhas encontra-se no centro da foto, de roupa escura e laço branco nos cabelos



Formandos de 1949 no Colégio Mello e Souza, Rio de Janeiro (RJ). Yvonne está no centro da foto, em pé e atrás dos professores sentados. Na turma, está ainda a física Anna Maria Freire Endler (sentada, na segunda posição, da direita para a esquerda)

**A senhora sempre foi uma incentivadora da divulgação científica. Como começou seu interesse por essa área?** Sempre achei importante a divulgação científica e o ensino de ciências, desde o início da minha carreira, como professora e pesquisadora. Mas ultimamente, sobretudo depois da aposentadoria, em 2001, tenho me dedicado ainda mais a esses temas e considerado que difundir a ciência, seja por meio do ensino ou da divulgação, é realmente fundamental. No momento, coordeno aqui, no Polo de São Carlos, a Agência de Difusão Científica, do Instituto de Estudos Avançados da USP/São Carlos, voltada especialmente para apoiar o ensino fundamental e médio. Temos um portal de difusão de notícias, o Portal Ciência Web ([www.cienciaweb.com.br](http://www.cienciaweb.com.br)), cujas ações oriento, e também participo de eventos e atuo em várias escolas. Percebo que, quando têm contato com a ciência, com a beleza da ciência quando bem divulgada ou ensinada, os jovens se apaixonam, e precisamos disso: despertar esses possíveis talentos para a ciência.

**Como surgiu essa iniciativa?** Em grande parte graças à iniciativa do meu ex-marido, o [físico] Sérgio [Mascarenhas Oliveira] (ver 'Mente inquieta e brilhante', em *CH* 292). Ele passou no final da década de 1990 um período no Instituto de Estudos Avançados, em Princeton, EUA, e voltou com

verba e disposição de criar, em São Carlos, um polo do Instituto de Estudos Avançados (IEA) da USP. O Sérgio tem essa característica: ele gosta de novidades e tem entusiasmo para executá-las. Como eu estava me aposentando, ofereci-me para colaborar, com a condição de que fosse na área de difusão científica e em atividades voltadas à escola pública. Isso porque considero que a escola pública em nosso país é muito carente e, embora haja bons exemplos, demanda ainda muito de nossa atenção. Criamos, então, uma série de ações educacionais e de divulgação voltadas ao tema da educação ambiental, em conjunto com o Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC), que já existia aqui no IFQSC há muitos anos e tinha larga experiência na área pedagógica e de divulgação científica. Dessa iniciativa também participou *La Casa de las Ciencias*, de Córdoba, Argentina. Foi uma época de trabalho muito empolgante, de muita troca entre alunos e professores de ambas as instituições. Lembro que nessa época realizamos um congresso aqui em São Carlos e reunimos os mais importantes centros e museus de ciências da América Latina, com o objetivo de elaborar um projeto de integração dessas instituições.

**Na sua juventude, a senhora estudou em escola pública?** Sim, em São Paulo, antes de minha família se mudar para o

Rio de Janeiro, na década de 1940, quando eu tinha nove anos. Mas, no Rio de Janeiro, estudei em uma escola muito especial – o Colégio Mello e Souza. Era um colégio laico e liberal, no qual os mantenedores já falavam da necessidade do bom entendimento, da boa convivência entre todos e de ter uma língua universal, o esperanto. Interessante, não é? Já naquela época, esse colégio apresentava uma filosofia de trabalho, de educação, voltada para o desenvolvimento de valores. Muitos dos estudantes do Mello e Souza eram provenientes de famílias judias, que haviam vindo para o Brasil fugidas da Guerra e do fascismo na Europa. Isso tornava o Mello e Souza uma escola muito eclética. Na turma em que estudei, só de meninas, havia colegas de diferentes origens – eslava, italiana, francesa e belga – e acho que esse convívio com pessoas de diferentes culturas foi fundamental para minha formação, embora eu fosse muito retraída nessa época.

**Qual a sua origem familiar?** Por parte de pai, sou de origem italiana. Meu pai, Francisco Primerano, era um típico filho de imigrantes italianos que se estabeleceram em Pederneiras, no interior de São Paulo, onde meus avós tiveram um pequeno hotel, uma hospedaria. Mas, quando nasci, em 1931, a crise econômica decorrente da quebra da bolsa de valores em 1929 esta-

FOTOS: ACERVO PESSOA

Formandos em química da Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil em 1954. Yvonne Mascarenhas é a primeira sentada à direita. Na foto, encontram-se também as químicas Lili Vaizer Disitzer (ao lado de Yvonne) e Riva Roitman (segunda, da esquerda para a direita)



va no auge. O hotel já não tinha mais freguesia, formada sobretudo pelos caixeiros que viajavam pelo interior fazendo seus negócios, mas que também estavam quebrados financeiramente. Por isso, meu pai decidiu ir com a família para São Paulo, em 1933, e logo depois para o Rio de Janeiro, na época a capital federal. Em São Paulo, ele se tornou, de certa forma, caixeiro viajante, pois começou a viajar pelas cidades do interior para vender mercadorias. Minha mãe, Luiza Lopes Primerano, era de família campineira tradicional, mas pobre, porque também foi vítima da crise econômica do início do século 20. Acho impressionante pensar nisso, em como a crise econômica, que começou com a quebra da bolsa em 1929, foi realmente terrível para as pessoas daquela época. Do dia para a noite, aquelas famílias imigrantes, trabalhadoras, que tinham conseguido se estabelecer a custo de muito esforço, se viram sem nada e tendo que repensar totalmente suas vidas, tudo por conta de empréstimos assumidos com bancos, impostos e uma inflação absurda.

**Pela descrição que a senhora faz, sua família não era de intelectuais. De onde veio o incentivo para seus estudos e interesses culturais?** Meus pais não tinham uma formação intelectual sofisticada. Meu pai só aprendeu a ler e escrever com um mestre-escola

italiano que veio junto com as famílias de imigrantes e também se estabeleceu em Pederneiras. Mas, apesar disso, havia entre esses imigrantes uma tradição cultural forte, que valorizava o estudo e a aquisição de cultura. Lembro que, quando mudamos para o Rio de Janeiro, meu pai costumava me levar em muitos eventos, como os concertos musicais e as óperas que aconteciam no Teatro Municipal. Também o Colégio Mello e Souza, por intermédio da professora de música, nos levava a muitos eventos. Havia, então, esse estímulo conjunto da parte de meus pais e dos mantenedores e professores da escola que eu frequentava. Outro aspecto que influenciou positivamente minha formação cultural foi o fato de o Rio de Janeiro naquela época, nas décadas de 1940 e 1950, ser uma cidade realmente maravilhosa, cosmopolita, capital do país e muito tranquila. Tive no Rio vida de criança e de adolescente excelentes. Como morávamos em Copacabana, no Posto 6, tinha acesso a tudo. Penso, então, que foi, principalmente, o ambiente cultural em que cresci, aliado ao fato de meus pais acreditarem no valor da educação, o grande diferencial em minha vida e na das minhas duas irmãs.

**Suas irmãs também fizeram universidade, como a senhora?** Embora meus pais não tivessem uma cultura formal, eles acreditavam muito na educação e insistiram para que não parássemos os estudos e fizéssemos curso superior. Tanto que as três optamos pela universidade e pela física.

**As três irmãs estudaram física? Isso é algo realmente raro, não?** Certamente, mas não é só isso: além de estudarmos física, as três nos casamos com físicos. Parece monotonia, não é mesmo? Mas tenho a impressão de que isso aconteceu por influência minha, que era a irmã mais velha. Acho que quando ingressei na universidade, comecei a ter amigos do ambiente científico e isso se tornou con-

tagioso para minhas irmãs. Além disso, vale lembrar que, naquele tempo, na década de 1950 sobretudo, se estava vivendo o *boom* da bomba atômica. O interesse pela energia nuclear e a física, de modo geral, era muito grande. Falava-se muito do assunto e praticamente todo mundo estava ligado na física. O átomo e, principalmente, tudo o que envolvesse a energia atômica estavam na moda. Foi justamente nessa época que eu e minhas irmãs ingressamos na universidade. Eu, por exemplo, estudei física entre 1950 e 1954 e, nesse mesmo ano em que terminei a faculdade, casei-me com o Sérgio, que estava uma turma à frente da minha. Outro fato que também contribuiu para o interesse da minha geração pela física foi o sucesso de Cesar Lattes (1924-2005), com sua participação na descoberta do mesón pi, em 1947. Na época, houve muita divulgação aqui, no país, sobre o trabalho dele, tido como um feito e tanto. Surgiu até samba, no Rio de Janeiro, para celebrar o trabalho do Lattes, e nós, como jovens e recém-saídos do colegial, tivemos muito contato com todo esse burburinho.

**Havia outras mulheres estudando física na sua turma?** Ainda hoje essa é uma área na qual não se encontram muitas mulheres. Naquele tempo, menos ainda. Se não estou enganada, eu era a única mulher na minha turma de física. Mas devo dizer que comecei na química e apenas no terceiro ano de faculdade resolvi fazer simultaneamente o curso de física. Primeiro, ingressei na Faculdade Nacional de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade do Brasil, atual UFRJ, em química, e apenas depois entrei para a Universidade do Estado da Guanabara, hoje Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Como consegui equivalência de matérias da química para a física, acabei me formando em ambas. Tenho, então, dupla formação, o que foi muito importante na minha carreira em cristalografia, pois essa é uma área interessante para a química, mas que usa metodologia da física.

&gt;&gt;&gt;

Por ter me formado também em física, nunca me assustei com a metodologia em cristalografia. Na realidade, sempre lidei muito bem com ela.

**Atualmente, a cristalografia é fundamental também em biologia, certo?** Exatamente. Hoje, a cristalografia é imprescindível em biologia, em especial, na biologia molecular e na indústria de fármacos. Mas, no tempo em que comecei nessa área, não se podia prever isso. Quer dizer, até certo ponto, sim, porque o trabalho de [James] Watson e [Francis] Crick, que culminou com a descrição da estrutura da molécula de DNA, em 1953, já se valia diretamente de dados de cristalografia – das imagens obtidas por difração de raios X, feitas por Rosalind Franklin [1920-1958]. Mas a área, naquele momento, estava de fato apenas começando e, nos últimos 50 ou 60 anos, se ampliou enormemente. Basta ver o número de prêmios Nobel em Química e Medicina obtidos nas últimas décadas, a partir de estudos que usaram técnicas de cristalografia. A cristalografia, hoje, aliada à química teórica, permite determinar a estrutura completa e entender o funcionamento de qualquer molécula.

Mas, voltando à questão das mulheres, não havia realmente muitas na física. Lembro apenas de Anna Maria Freire Endler, Anita Berardinelli e Rose Marie Muraro (1930-2014). Na química, sim. Na minha turma de química da UFRJ havia, por exemplo, a Riva Roitman e a Lili Vaizer [Disitzer]. O mais importante é que, naquela época, tudo estava por ser feito e os primeiros bons grupos de pesquisa estavam em formação tanto em São Paulo quanto no Rio de Janeiro, não apenas na física e na química, mas também na matemática e na engenharia. Havia, então, um clima muito positivo, com muita disposição para quem gostasse de ciência e quisesse aprender, independentemente de ser homem ou mulher.

Foi uma época realmente maravilhosa. Lembro-me que a Faculdade Nacional de Filosofia, Ciências e Le-

tras ficava em um prédio na rua Presidente Antônio Carlos, no Castelo, onde hoje é o Consulado da Itália, próximo da Cinelândia e do Teatro Municipal. Aliás, todas as ciências básicas que constituíam a Faculdade estavam reunidas lá, o que facilitava muito a convivência entre as diferentes áreas. Era, então, comum encontrar no elevador com grandes nomes da literatura ou da educação, porque essas faculdades funcionavam no mesmo prédio. Não que eu fosse conversar ou discutir com essas personalidades, nem pensar, mas o fato é que acabávamos todos convivendo em um ambiente cultural muito rico. Além disso, como o Rio de Janeiro da época era uma cidade relativamente pequena, acabávamos também por frequentar todos os mesmos lugares.

**Entre as pessoas com quem a senhora conviveu nessa época, de quem se lembra?** Lembro-me em especial do Leopoldo Nachbin [1922-1993], que, anos mais tarde, se tornou um dos fundadores do IMPA [Instituto de Matemática Pura e Aplicada]. Nachbin era originalmente da Escola Nacional de Engenharia, mas como gostava mesmo de matemática, dava aulas na Faculdade Nacional de Filosofia. Na mesma época, também estava por lá a Maria Laura [Mousinho Leite Lopes (1917-2013)], na matemática, e, na física, o [José] Leite Lopes [1918-2006], o [Jayme] Tiomno [1920-2011] e o Joaquim da Costa Ribeiro [1906-1960]. Na mineralogia, o professor era o Elisiário Távora [1910-2001] e, na química orgânica, era o Athos da Silveira Ramos [1906-2002]. Já na físico-química estava o João Cristóvão Cardoso [1903-1980].

**A senhora comentou que tem um temperamento tímido. Sempre foi assim?** Só comecei a me soltar, a ficar menos inibida, no início do colegial. Mas, mesmo assim, mantive sempre temperamento mais quieto, introspectivo. Não sei bem como classificar, mas sempre tive certo retraimento ou timidez.

Quando criança, não era muito boa em coordenação motora e acho que isso influenciou meu comportamento, porque uma criança que não é boa do ponto de vista motor acaba se retraindo. Por exemplo: eu morava em Copacabana, mas nunca aprendi a nadar. Também não aprendi a andar de bicicleta. Nunca pratiquei esporte. Então, acho que isso contribuiu para que me isolasse um pouco e me direcionasse mais para os livros. Quando criança, eu gostava de ler, de frequentar a biblioteca. Acho que desde criança sou uma pessoa mais de abstração, não tanto de atividades sociais. Minhas irmãs tinham outro perfil, outro comportamento. Eram mais sociáveis, andavam mais com grupos de amigos.

**Alguma de suas irmãs seguiu carreira acadêmica?** Na realidade, as duas se tornaram pesquisadoras e professoras universitárias, como eu. Zoraide [Primerano Arguello], que já faleceu, foi professora de física da Unicamp e se dedicou à área de materiais. Doracy [Primerano] foi para a área de física nuclear, trabalhou na USP e Unicamp, mas depois, com o marido, Carlos Fontenla, foi para Los Álamos, onde decidiu abandonar a física nuclear e passou a se dedicar à física médica. Ela se aperfeiçoou nessa área e permanece até hoje nos Estados Unidos.

**Como foi sua vinda para São Carlos?** O que posso dizer da minha chegada a São Carlos? De início foi um choque. Eu me perguntava: o que estou fazendo aqui? Um primeiro embate natural, não é? Nos anos 1950, o *campus* da USP em São Carlos era formado apenas pela Escola de Engenharia, que ainda estava em construção, e São Carlos era uma pequena cidade do interior, com menos de 30 mil habitantes. De Rio Claro para cá, a estrada nem ao menos era asfaltada. Recebemos o convite, Sérgio e eu, logo em seguida ao nosso casamento, em 1955, e chegamos a São Carlos no ano seguinte, em fevereiro de 1956. Naquele tempo, a pós-graduação no



Yvonne com Sérgio Mascarenhas e os filhos Sergio Roberto, Yvone Maria e Helena em São Carlos, nos anos 1960



Yvonne Mascarenhas no laboratório de cristalografia do IFQSC/USP com Eduardo Castellano (em pé) e Jan Slaets (sentado) em 1976

país não estava ainda organizada, de forma que viemos recém-formados, apenas com a graduação. Somente três anos depois, em 1959, conseguimos um estágio no Carnegie Tech, onde começamos a nos especializar. Também nesse período, entre 1959 e 1960, trabalhei no laboratório da Universidade de Pittsburgh, graças a uma bolsa da Comissão Fulbright. Voltei ao Brasil em janeiro de 1961 e, em 1963, defendi a minha tese de doutorado sobre 'Determinação de estruturas cristalinas por difração de raios X: estudo do formato manganoso bi-hidratado'. O orientador foi o professor Theodoreto [de Arruda Souto (1910-?)], que era o diretor da Escola de Engenharia de São Carlos [EESC].

**Qual foi o aspecto mais positivo de sua mudança para São Carlos?** O lado bom de nossa vinda para São Carlos foi a garantia que recebemos do diretor da Escola de Engenharia, o professor Theodoreto, de que o projeto não se limitava à mera formação de engenheiros, mas ao desenvolvimento da pesquisa e à formação de uma universidade, o que de fato aconteceu. Foi o que nos motivou, pois já estávamos envolvidos em pesquisa no Rio, com o Costa Ribeiro. Aliás, foram os professores Costa Ribeiro e [João] Cristóvão Cardoso que nos aconselharam a aceitar o convite para vir para São

Carlos. Foram eles, também, que fizeram nossas cartas de recomendação. Então, decidimos arriscar e nos surpreendemos por encontrar gente tão interessada em ensino e, principalmente, em pesquisa. O fato de a EESC naquele tempo estar começando foi de certa forma muito bom para nós, pois as turmas de alunos eram pequenas e podíamos nos dedicar mais a eles, assim como às pesquisas. Isso foi em 1956. Veja só: eu tinha apenas 25 anos e já estou aqui há mais de 50. Foi aqui que cresceram meus quatro filhos. Minha história foi feita aqui, em São Carlos, em especial neste *campus* da USP.

**Após se doutorar, em 1966, a senhora foi novamente estudar fora. Sua saída se deu por motivos políticos?** Não. Nunca me envolvi diretamente com questões políticas, sempre fui uma pessoa mais voltada para as questões científicas, até por conta do meu temperamento retraído. Nem mesmo o Sérgio se envolveu diretamente com a política partidária. É claro que, em certas situações, não podíamos nos omitir e apoiávamos colegas e alunos em dificuldades ligadas à repressão durante o regime militar. Por exemplo, quando [os físicos] Ernst [Hamburger] e Amélia [Império Hamburger (1932-2011)] foram presos, lembro-me de o Sérgio ir a São Paulo, para se reunir com ou-

tros colegas e procurar interceder junto às autoridades. Éramos amigos deles, estivemos na Universidade de Pittsburgh no mesmo período e convivemos com eles. Eram pessoas muito queridas. Então, não havia como fechar os olhos para o que acontecia. Mas minha ida para a Universidade de Princeton, em 1966, foi com a intenção de pesquisar. Nessa época, na década de 1960, já estávamos com nosso grupo de cristalografia formado no Instituto de Física e Química de São Carlos, estávamos bastante ativos na pesquisa e precisávamos dessa troca com os colegas do exterior.

**A senhora foi professora visitante na Escola de Medicina de Harvard entre 1972 e 1973, e no Birkbeck College da Universidade de Londres entre 1979 e 1980. Como foi sua experiência nessas instituições? Com quem travou contato?** Meus estágios nessas instituições visavam iniciar uma formação em cristalografia de proteínas. Em Harvard, trabalhei no laboratório dirigido por William Lipscomb [1919-2011], onde foram determinadas as estruturas de duas importantes proteínas: a carbóxipeptidase e o aspartato-transcarbamilase. Meu principal objetivo era conhecer a metodologia. O tempo muito curto não permitia concluir um trabalho nessa área, principalmente com as condições tecnológicas de en-

&gt;&gt;&gt;



Homenageadas do Prêmio Brasil Mulher em 2011: Jacqueline Pitanguy, Jaqueline Silva, Lucia Mendonça Previato, Yvonne Mascarenhas e Marieta Severo



Yvonne e os filhos Paulo Roberto e Yvone Maria no Rio de Janeiro, quando recebeu o Prêmio Brasil Mulher do *Jornal do Brasil*, em 2011

tão. Naquela época, um trabalho integral de cristalografia exigia um longo tempo para realização de experimentos e para análise computacional. Já na Inglaterra, no Birkbeck College, meu trabalho consistiu em tentar resolver a estrutura de um hormônio polipeptídico – a oxitocina. Embora não tenha sido possível concluir o trabalho, ganhei uma experiência muito mais concreta, em termos de metodologia. Mais tarde, o trabalho pôde ser concluído e tornei-me coautora de sua publicação na revista *Science*.

O contato com o grupo de pesquisas do Birkbeck College foi muito benéfico para a ciência brasileira. O grupo era excelente, dirigido por Sir Thomas Blundell. Participar dele era uma boa oportunidade de trabalho e de convivência com cristalógrafos de proteínas. Por isso, mais tarde, sugeri que também o nosso então aluno de mestrado, Glaucius Oliva, fosse para esse laboratório, para seu estágio de doutoramento. Com a experiência que adquiriu lá e de volta ao Brasil, o Glaucius estruturou, no Grupo de Cristalografia do nosso Instituto, o primeiro Laboratório de Cristalografia de Proteínas do Brasil, ao qual se incorporaram cristalógrafos do exterior e do Brasil, com excelentes resultados tanto científicos quanto de formação de recursos humanos em nível de pós-graduação.

**A senhora considera a cristalografia em nosso país uma área consolidada?** Sim, hoje a área de cristalografia está bem implantada, com grupos de pesquisa em todas as regiões do país. Naturalmente, o maior número está nas regiões Sul e Sudeste, mas nas outras regiões já temos cristalógrafos com doutorado e laboratórios bem equipados. O fato de o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, em Campinas, ser um laboratório multiusuário e receber cristalógrafos de todo o país para experimentos que exigem melhores condições também ajuda muito nesse aspecto. No país, hoje, há vários grupos fazendo trabalhos muito bons em cristalografia de proteínas, materiais semicristalinos e soluções, usando a espectrografia de absorção de raios X e, em especial, as técnicas EXAFS (Extended X-Ray Absorption Fine Structure) e SAXS (Small Angle X-Ray Scattering), assim como o método do pó, importantes em ciência e tecnologia de materiais, tanto orgânicos e biológicos quanto inorgânicos.

**Que linhas de pesquisa atuais considera as mais promissoras? Quais as dificuldades que, em sua opinião, devemos enfrentar prioritariamente na área?** Todas as linhas de pesquisa em cristalografia estrutural são relevantes, porque a cristalografia é uma ciência eminentemente interdisciplinar, cujos resul-

tados afetam muitas áreas, tanto de interesse científico quanto tecnológico. Ela é necessária na mineração e seus resíduos, produtos naturais, metalurgia, medicamentos, novos polímeros e materiais cerâmicos, por exemplo, porque, em todos esses casos, a variedade de propriedades físicas e químicas é grande e o entendimento da função dos materiais depende do conhecimento de sua estrutura. Atualmente, tanto o planejamento de novos materiais com propriedades de interesse quanto sua síntese têm que ser realizados com informações estruturais que a cristalografia é capaz de fornecer. Por isso, ainda temos muito a avançar na formação de recursos humanos suficientes para suprir as necessidades no setor, tanto das indústrias, quanto das áreas de saúde, ambiente e energia.

**Como a senhora avalia o ensino de física hoje?** Considerando apenas o ensino superior, acho que evoluímos muito, em relação, por exemplo, ao tempo em que eu me formei. Com a estruturação do sistema de pós-graduação no país, houve uma mudança radical na formação do pessoal que vai para a pesquisa e a docência. Mas o curso de física em si ainda padece de um problema persistente – a evasão. É um curso 'pesado', que exige muito, ao mesmo tempo em que não oferece



Yvonne e seus cinco bisnetos: Rafael, Leticia, Maria, Gabriel e Gabriela (no colo) em julho de 2013, no jardim de sua casa, em São Carlos

uma perspectiva de trabalho ampla. As opções de quem se forma em física são praticamente apenas a carreira acadêmica, com aulas e pesquisa, ou o ensino no nível médio. Isso faz com que muitos estudantes, inclusive aqueles brilhantes, acabem desistindo, alguns até antes de se formarem. Há casos em que realmente é um desperdício de recursos e talentos. Vários alunos adquirem uma competência incrível ao longo da graduação e pós-graduação, mas acabam se direcionando para áreas muitas vezes totalmente diferentes.

Formação, é claro, nunca é demais para ninguém, e para o país é, de certa forma, até bom que pessoas com formações diferenciadas atuem nas diversas áreas. Porém, para a área de física em si, essa evasão de talentos é muito negativa. Investimos na formação de talentos, mas os perdemos. Acho que seria necessário pensarmos e agirmos mais seriamente em relação a isso, definindo uma estratégia que motive mais os alunos que se envolvem em nossa área e mostre para as empresas qual a contribuição que físicos podem aportar. Inclusive, para que a comunidade da nossa área aumente e a produtividade, também.

Por outro lado, nossas estruturas universitárias sobrecarregam os docentes e pesquisadores com encargos administrativos e burocráticos. Além

disso, pesa sobre nós a exigência de produtividade, o que leva as pessoas a uma preocupação excessiva com as avaliações a que são submetidas, muito mais do que com a própria produção. Não que eu seja contra produtividade e avaliação. Ao contrário, sou muito a favor delas, mas percebo que estão se tornando 'camisas de força', porque estamos sendo levados a viver muito em função de suas regras e da satisfação de encargos administrativos e burocráticos. Nosso foco, não deveria ser esse. Deveria ser o ensino e a pesquisa, com qualidade.

**Como se deu sua escolha pela cristalografia?** Acredito que foi, em grande parte, devido à influência de nosso professor de mineralogia e petrologia na Faculdade Nacional de Filosofia, Elisiário Távora. Ele acabara de voltar dos Estados Unidos, onde havia obtido o doutorado em cristalografia no MIT Instituto de Tecnologia de Massachusetts, no laboratório do famoso cristalógrafo Martin Julian Buerger [1903-1986] e, por conta disso, estava muito empolgado como uma nova visão da cristalografia, diferente daquela tradicional, do século 19, que era calcada apenas na classificação dos minerais.

O professor Elisiário Távora estava muito mais preocupado com as aplicações potenciais da cristalografia, e isso também me empolgou. Na realidade, não apenas a mim, mas também a outros alunos. Lembro-me que entre os alunos muito interessados estava a Maria Helena Falabella, que posteriormente foi trabalhar no Laboratório de Produção Mineral. Ter tido aulas com o professor Távora foi ótimo, pois quando cheguei a São Carlos tinha aquele bom verniz de cristalografia e clareza de que a área era fundamental e promissora. Foi aí que aconteceu um segundo golpe de sorte, relacionado à minha imersão total na cristalografia: ao chegar aqui, encontramos um gerador de raios X médico, obtido por um professor francês, [Robert Paul] Devambé, que veio para a Escola de

Engenharia e pretendia fazer pesquisas sobre radiação em materiais vivos, mas que não permaneceu aqui. O equipamento estava praticamente encaixotado, mas Sérgio conseguiu negociar com a empresa que o forneceu e trocá-lo por um gerador de raios X para uso em cristalografia, um equipamento de difração de raios X. Foi uma benção. Foi com esse primeiro equipamento, mas ainda sem quase dinheiro algum que começamos nossas pesquisas.

Outro fator que nos auxiliou demais em nosso início foi a excelência dos técnicos que trabalhavam na Escola de Engenharia. Com a ajuda deles, construíamos muitos de nossos equipamentos auxiliares. Fazíamos o projeto, desenhávamos os modelos e os técnicos os construíam. Foi assim que nos municiamos do essencial para nossas pesquisas iniciais.

**Entre o encanto e o desencanto, como a senhora vê o avanço atual nas tecnologias da informação?** Vejo com espanto, no sentido de admiração, e com muito bons olhos. Acho que são inegáveis os benefícios que o desenvolvimento tecnológico na área de informação nos trouxe. Hoje, praticamente qualquer pessoa tem acesso às informações e, em pesquisa, isso se tornou uma benção. Mas, como acontece com toda tecnologia, há também aspectos negativos. É preciso perceber que a tecnologia em si não comporta juízo de valor – não é boa ou má por si mesma. Mas o uso que se faz dela, sim. E, nesse sentido, é preciso discutir o fato de que não temos total controle sobre seu uso. No caso da computação, por exemplo, há os *hackers*, cujo trabalho é negativo, sobretudo quando têm o objetivo puro e simples de causar danos aos outros. Então, o que devemos fazer? Negar ou refutar os avanços tecnológicos? Penso que não: devemos usufruir deles e, do ponto de vista ético, discutir e definir os usos admissíveis e desejáveis dessas novas tecnologias. É assim com todo conhecimento produzido, seja ciência básica ou tecnologia de ponta. ■

# O dilema de Bell: abandonar o realismo ou a localidade?

**1964. Publicado estudo que revolucionou fundamentos da mecânica quântica.** Em novembro daquele ano, o físico norte-irlandês John Stewart Bell (1928-1990) concluía um artigo que viria a ter impacto incomparável na área de fundamentos da física quântica. O resultado obtido era uma desigualdade que, segundo a teoria quântica, poderia ser violada experimentalmente, mas que limitava as previsões de toda uma classe de 'teorias de variáveis ocultas locais' (TVOs locais). Não trazendo novidades para a interpretação ortodoxa da teoria quântica, por que esse resultado teve tanto impacto na física, a ponto de o nome de Bell ter sido sugerido para o prêmio Nobel de Física no ano de sua morte?

John Stewart Bell em 1988, após receber título honorário na Queen's University de Belfast



## OSVALDO PESSOA JR.

Departamento de Filosofia, Universidade de São Paulo

**PARA COMEÇAR**, devemos entender qual a classe de interpretações excluída pela desigualdade. O que é uma TVO? A mecânica quântica, desenvolvida em torno de 1926, atribui probabilidades para diferentes resultados de medições. Por exemplo, pode-se preparar um feixe de átomos com probabilidade  $\frac{1}{2}$  de cair em um detector e  $\frac{1}{2}$  de cair em outro. Dado um único átomo, não se pode prever em qual ele cairá. Mas não poderia haver variáveis ocultas que determinassem em que detector ele cairia? Tais variáveis nos seriam inacessíveis, mas seriam reais e estariam lá, determinando o movimento do átomo. Por envolver entidades reais não observáveis, tal teoria é dita 'realista', contrapondo-se à visão antirrealista da interpretação ortodoxa, que só atribui realidade ao que pode ser medido experimentalmente.

Quando estudava na Queen's University de Belfast, Bell leu em livro de Max Born (1882-1970) que teorias de variáveis ocultas eram impossíveis. A afirmação se baseava em trabalho de 1932 de John von Neumann (1903-1957), que apresentava prova matemática de que não era possível uma TVO fornecer todos os resultados estatísticos previstos pela teoria quântica. Em 1952, lendo artigo de David Bohm (1917-1992), Bell se surpreendeu ao constatar que o impossível tinha acontecido: Bohm propunha uma TVO viável apesar da prova de impossibilidade de von Neumann.

Em 1959, Bell foi trabalhar no grande acelerador de partículas da Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear, em Genebra. Em 1964, passou uma temporada nos Estados Unidos, onde escreveu uma revisão sobre provas de

impossibilidade. Ficaram claras para ele não só as limitações da prova de von Neumann, mas também que a TVO de Bohm tinha “o traço curioso de ter em geral um caráter flagrantemente não local”. Fez então a pergunta: será que o traço não local da teoria realista de Bohm seria uma característica de ‘qualquer’ interpretação realista da teoria quântica? Na Universidade de Wisconsin, em poucas semanas ele mostrou que sim – e derivou sua prova de impossibilidade para TVOs locais.

Mas que característica é essa de ser local? É a situação em que algo que acontece num laboratório na Terra não pode ser influenciado causalmente por algo que ocorre instantaneamente em um lugar distante, como a Lua. Com a teoria da relatividade, aceita-se que um efeito pode se propagar, no máximo, com a velocidade da luz, e não mais rápido que isso. Mas a TVO de Bohm envolve a propagação instantânea de efeitos.

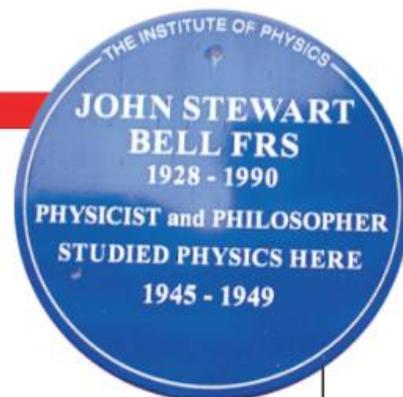
A situação experimental em que isso ocorre envolve pares de partículas que interagiram e se separaram espacialmente. Nessa situação, segundo a teoria quântica, as partículas podem se encontrar em um estado ‘emaranhado’, que apresenta simetrias impossíveis de ser reproduzidas na física clássica. Por exemplo, pode-se gerar um estado emaranhado de luz em que as polarizações dos dois fótons, detectados simultaneamente a uma grande distância entre si, são medidas ‘sempre’ em estados ortogonais, quaisquer que sejam as direções ortogonais de polarização medida. Isso é permitido pela óptica clássica apenas para medições de ‘um’ par de direções (por exemplo,  $0^\circ$  para um fóton e  $90^\circ$  para o outro), mas não para ‘todos’ os pares de direções ( $45^\circ$  e  $135^\circ$  etc.).

Segundo a interpretação realista de Bohm, o par emaranhado de fótons não tem polarizações definidas antes das medições. Porém, no instante em que um é medido, instantaneamente o outro passa a ter polarização bem definida, em direção ortogonal à do primeiro. Essa ação instantânea define a não localidade dessa concepção realista. O que Bell mostrou é que tal ação a distância é um traço necessário de ‘qualquer’ interpretação realista da mecânica quântica.

Ao contrário do artigo de Einstein, Podolsky e Rosen, de 1935, que serviu de inspiração para Bell, a desigualdade não lançou desafios à interpretação ortodoxa da teoria quântica, que é antirrealista. Segundo visões antirrealistas, deve-se concentrar apenas nas previsões da teoria, que dizem haver correlações das medições de polarização em estados emaranhados de luz. A localidade é definida a partir de eventos macroscópicos em que a causa é controlável; como é impossível enviar sinais a velocidades superiores à da luz, essa interpretação satisfaz a localidade.

Ora, dado que a desigualdade não afetou em nada a interpretação ortodoxa, amplamente dominante na época, e dado que ninguém defendia as TVOs locais, como explicar o enorme impacto que o trabalho acabou tendo?

Placa em homenagem a John S. Bell, um dos mais notáveis ex-alunos da Queen's University de Belfast



**INFORMAÇÃO QUÂNTICA** O que primeiro despertou o interesse dos físicos foi a possibilidade que se abriu de um novo teste experimental da teoria quântica. Cinco anos após a publicação do artigo, dois grupos começaram a trabalhar na adaptação da desigualdade de Bell para situações reais de laboratório. De início, não ficou claro se a desigualdade poderia ser violada experimentalmente. Mas, em torno de 1980, ficou claro que tal desigualdade era violada experimentalmente, dependendo apenas de suposições consideradas inócuas (chamadas em inglês de *loopholes*, ou seja, possíveis furos).

Do lado teórico, um pequeno número de físicos, matemáticos e filósofos já estudava questões de fundamentos da física quântica. Com a realização dos testes experimentais, a área de fundamentos despertou o interesse de jovens físicos, que passaram a buscar interpretações que fugissem aos dogmas da visão ortodoxa. Novas propostas realistas não locais foram buscadas, e novas versões do antirrealismo foram desenvolvidas.

Nesse mesmo contexto, alguns físicos interessados em concepções esotéricas passaram a explorar a hipótese de que o teorema de Bell forneceria a chave da explicação científica para a telepatia (fenômeno negado pela maior parte da comunidade científica), além de outras possíveis conexões entre consciência humana e física quântica. Com isso, nasceu o movimento do misticismo quântico, especialmente na Califórnia.

Por fim, um fato adicional contribuiu para que o teorema de Bell viesse a ser considerado um dos resultados mais importantes da física do século 20: o nascimento da área da informação quântica. Esse campo foi marcado pela descoberta, no final do século passado, de que seria teoricamente possível construir um computador quântico, caracterizado pelo emaranhamento de *bits* quânticos, capaz de realizar tarefas computacionais em velocidades muito maiores do que em computadores convencionais. Toda a teoria dessa e de outras áreas da informação quântica fazem uso da notação de estados emaranhados, difundido nos estudos do teorema de Bell.

Esse teorema, por si só, não descreve ou explica uma situação objetiva sobre os fenômenos físicos. Sua sutileza advém do fato de se apresentar como um dilema: ou se abandona a hipótese do realismo (de que há variáveis ocultas que contribuem causalmente para os resultados das medições), ou se abandona a hipótese da localidade (de que os efeitos físicos se propagam a uma velocidade finita), ou se abandonam os dois. 

FOTOGRAFIA: COMONS



## AGROTÓXICOS

Parabenizo a CH pela excelente matéria – ‘Fórmula proibida’ – e quero aqui complementar a informação apresentada: o Brasil está entre os líderes mundiais de produção vegetal e também animal, é verdade, mas toda a produção (e não somente a cana-de-açúcar) se dá sob generosas doses de vários produtos tóxicos e poluentes. Deixa-se de aproveitar todo o potencial da biodiversidade nos agroecossistemas em prol de um mercado lucrativo e voltado tão somente para o dinheiro, sem qualquer preocupação real com a sustentabilidade do processo de produção. A CH tem cumprido seu papel de informar a comunidade em geral, e seria interessante que cada vez mais se abordasse o tema, já que existem hoje, também no caso da cana-de-açúcar, exemplos de como produzir com menor impacto ambiental. Havia um exemplo muito interessante nas lavouras de soja, mas o mercado de químicos venceu essa batalha! A guerra, no entanto, ainda não acabou e acho que a comunidade científica deve ser convidada a mostrar a verdade sobre o sistema de produção de alimentos inseguro e insustentável que temos hoje.

Prof. Luis Francisco Angeli Alves  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Cascavel, PR

## PESQUE-SOLTE I

Sou aquarista há seis anos e sei muito bem o quão sensíveis e estressados os peixes podem ser. Além de uma tremenda crueldade, o pesque-solte (CH 317) não traz nenhum benefício. Pode ser facilmente comparável à caça esportiva e à tourada, em que o sofrimento adquire status de diversão.

Thiago Ferreira  
Comentário na CH On-line

## PESQUE-SOLTE II

Um absurdo ter lazer e diversão com o sofrimento de um ser vivo!

José Daniel Sarmiento  
Comentário na CH On-line

## ESCREVER À MÃO

Muito bom o artigo ‘Para aprender, à mão é melhor’, sobre pesquisa da Universidade de Princeton. Sou jornalista e tenho saudades (já?) do bloquinho de capa dura, onde se lia ‘Imprensa’... Não trabalho na área há algum tempo, mas ficou essa imagem do bloquinho, que chamo de memória afetiva. Quanto a escrever com caneta ou lápis, outro dia conversávamos sobre esse assunto (no meu trabalho) e uma colega apontou esse processo de cognição ao escrever com a mão. Vai acabar a letra cursiva? Bem, sempre digo, em tom de ‘ameaça’, que se você for sequestrado e puder pedir socorro por escrito (num descuido dos meliantes), como vai fazer se não tiver aprendido a letra cursiva ou de forma? Como escrever pelo menos SOS?

Antonia Aparecida de Oliveira  
São Paulo, SP

## O VALOR DA VITAMINA

Li na CH [316] – como sempre faço – a crônica da professora Laura de Mello e Souza sobre o império português. Gostaria de fazer alguns comentários a respeito. Trabalho em nutrição há alguns decênios. Há alguns anos, li, em um livro sobre vitaminas, um texto interessante sobre as grandes descobertas. Como ela relata, os portugueses foram mais longe que os britânicos. Embora estes dominassem os mares, os espanhóis e portugueses fizeram as grandes descobertas. Segundo o livro mencionado, existe uma explicação nutricional para isso. Os marinheiros eram acometidos pela chamada ‘doença dos mares’. Muitas vezes, uma frota saía com mil marinheiros e voltava com apenas 200. Essa doença, o escorbuto, era o resultado da deficiência de vitamina C. Um pesquisador verificou que, na época, os ali-

mentos que portugueses e espanhóis levavam nos navios continham mais vitamina C que os alimentos levados por ingleses e holandeses. Segundo essa teoria, a vitamina C teria sido um dos fatores responsáveis pelos grandes descobrimentos. Claro que não se deve descartar a importância da escola de Sagres.

Enio Cardillo Vieira (médico)  
Belo Horizonte, MG

## ERRO E CORREÇÃO

O texto ‘O ‘Erramos’ da ciência’, na coluna Sintonia Fina (seção ‘Mundo de Ciência’, CH 318) me instigou a estas ponderações. Tenho por hábito apontar incorreções jornalísticas nos jornais paulistas e nas revistas de divulgação científica (Ciência Hoje aí incluída), no que sou parcialmente atendido. A Folha de S. Paulo diminuiu muito seu espaço destinado à ciência, o que causou redução proporcional às incorreções. Porém, nem tudo o que ali sai errado é corrigido e o leitor não crítico, desatento ou leigo no assunto assimilará a informação como verdadeira. Em tempos nos quais o cientista é cada vez mais chamado a popularizar seu conhecimento, o alerta para a verificação do que será dito – ou escrito – é muito importante para não completar a síntese do ditado apresentado na matéria: insistir no erro é injustiça com o público indefeso.

Adilson Roberto Gonçalves  
Pesquisador Científico  
Campinas, SP

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



FOTO: LUCIANA RODRIGUES

**DESAFIO**

A tabela dos números racionais tem várias frações equivalentes (por exemplo,  $1/2 = 2/4$ ). Se eliminarmos as repetições, muda o argumento de Cantor?

# O PARAÍSO DE CANTOR

Anos atrás, escutei de um colega algo que me marcou: “Faça do problema uma vantagem!”. Por vezes, quando tentamos resolver um problema, surge um novo – que parece acabar com qualquer esperança de solução. Mas, em certas ocasiões, podemos torná-lo uma vantagem.

Foi isso que o matemático teuto-russo Georg Cantor (1845-1918) fez com as ideias de infinito do físico e matemático italiano Galileu Galilei (1564-1642).

Vimos, na coluna passada, que Galileu ‘emparelhou’ os quadrados perfeitos (1, 4, 9, 16, 25...) com os números inteiros ( $1 \leftrightarrow 1$ ;  $2 \leftrightarrow 4$ ;  $3 \leftrightarrow 9$ ;  $4 \leftrightarrow 16$ ...), concluindo que não seria possível comparar infinitos. O que era problema para Galileu virou solução para Cantor: comparar infinitos se tornou a chave do paraíso (matemático) que ele estava para criar.

Se você quiser saber se dois potes têm o mesmo número de pedrinhas, basta pegar uma de cada um e formar pares. Se os potes se esgotarem ao mesmo tempo, saberemos que eles tinham a mesma quantidade de pedrinhas.

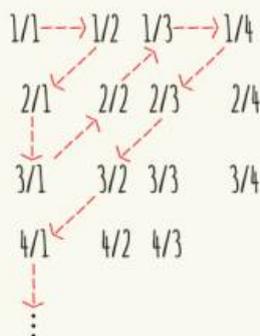
Essencialmente, foi essa a ideia que Cantor usou para tratar o infinito: se quisermos saber qual de dois conjuntos é maior, basta emparelhar seus elementos. Se for sempre possível formar esses pares, dizemos, então, que os dois conjuntos têm a mesma cardinalidade. Por exemplo, o conjunto  $A = \{0,1\}$  tem cardinalidade 2. Já o conjunto dos números inteiros  $Z = \{\dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots\}$  tem cardinalidade infinita.

Cantor foi além e mostrou algo notável: que o conjunto dos números racionais – daqueles que podem ser escritos na forma  $m/n$ , onde  $m$  e  $n$  são inteiros (com  $n \neq 0$ ) – tem a mesma cardinalidade que a dos números inteiros. Ou, de forma simples, que os infinitos desses conjuntos são ‘iguais’. O surpreendente aqui é que os números racionais parecem ser muito mais numerosos do que os inteiros.

O argumento de Cantor é um dos mais belos da matemática. E, para entendê-lo, precisamos encontrar um emparelhamento entre as frações e os números inteiros. Para isso, vamos inicialmente construir uma tabela com todas as frações possíveis:

1/1 1/2 1/3 ...  
2/1 2/2 2/3 ...  
3/1 3/2 3/3 ...

Começando de 1/1, façamos um passeio pela tabela, da seguinte forma:



Agora, podemos fazer nosso emparelhamento entre os números inteiros e as frações. Cada fração corresponderá a um passo em nossa caminhada. E cada passo corresponderá a um inteiro. Portanto, cada número inteiro formará par com uma fração.

Conclusão: a cardinalidade dos inteiros é igual à dos racionais – ou seja, os dois conjuntos têm ‘infinitos iguais’. E Cantor deu nome ao infinito dos inteiros e dos racionais:  $\aleph_0$  (lê-se, ‘alef zero’).

Talvez, isso lembre o(a) leitor(a) do título de um livro de contos do escritor argentino Jorge Luis Borges (1899-1996): *O Alef*. Borges era fascinado pelo conceito de infinito – sem dúvida, uma relação interessante entre arte e ciência. E, certamente, não era o único a se divertir no paraíso de Cantor. **CH**

**MARCO MORICONI**

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

**SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO** Seguindo a estratégia de Galileu (e de Cantor, como vimos agora), podemos emparelhar os números pares com os inteiros:  $1 \leftrightarrow 2$ ;  $2 \leftrightarrow 4$ ;  $3 \leftrightarrow 6$  etc. (em geral,  $n \leftrightarrow 2n$ ). Entre pares e ímpares, também podemos construir emparelhamentos:  $1 \leftrightarrow 2$ ;  $3 \leftrightarrow 4$ ;  $5 \leftrightarrow 6$  etc. (em geral,  $2n - 1 \leftrightarrow 2n$ ). Isso mostra que a cardinalidade do conjunto dos inteiros e dos inteiros pares é igual. O mesmo vale para os inteiros pares e ímpares. Ou seja, todos esses conjuntos têm ‘infinitos iguais’.

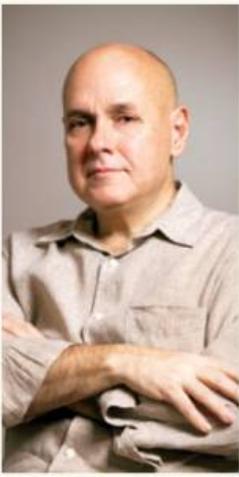


FOTO: CICERO RODRIGUES

*No Brasil, sem sombra de dúvida, não vivemos sob o fascismo. No entanto, conhecemos processos terríveis de fabricação de vítimas expiatórias*

Acostumamo-nos à ideia de que o fascismo é um regime político e um dos modos possíveis de exercício do poder. A expressão 'Itália fascista' nos traz à mente, antes de tudo, a imagem de um período histórico, felizmente encerrado ao fim da Segunda Guerra Mundial. Nada de errado com a associação entre fascismo e exercício do poder. No entanto, há na perspectiva fascista muito mais do que isso.

O fascismo é, sobretudo, uma visão de mundo. A circunstância de que tal visão tenha dado passagem a um regime político, em um período específico, não elimina o fato de que um caldo de cultura fascista pode sobreviver e proliferar na ausência de aspectos inerentes ao experimento político que o materializou.

Um dos núcleos duros da visão de mundo fascista é a valorização da violência na política e a preferência por métodos de ação direta. A palavra 'ímpeto' bem pode simbolizar a coisa. Ela foi fundamental para definir também uma forma estética, fundada no amor pela guerra, no culto à velocidade e na desconfiança fundamental com relação à cultura de mediações que marca o processo civilizador. Em outros termos, no lugar das mediações e do princípio do estado de direito – características culturais centrais do processo civilizador –, os fascistas propõem uma cultura política instantânea, baseada no máximo atrito das energias políticas e sociais e, sem surpresa, no uso da força que disto decorre. O fascismo, hoje, é, mais do que uma ideologia, uma linguagem, uma forma de vida.

Um aspecto estruturante do fascismo é a eleição de um inimigo, de uma vítima expiatória. Nesse fenômeno, magistralmente estudado pelo cientista social e historiador franco-americano René Girard, alguns seres humanos são tomados como vítimas de um processo de expiação. Quer isso dizer que, por meio de sua eliminação, a comunidade dos eliminadores ganha homogeneidade e pureza. Não há fascismo – ou sua deriva alemã, o nazismo – sem vítimas expiatórias.

O destino destas não decorre de nenhuma de suas características intrínsecas, mas tão somente da brutalidade e do ímpeto do processo que as define como inimigas.

Os judeus ocuparam, durante grande parte da história ocidental, o papel predileto de vítimas expiatórias. Para além dos registros históricos, que se leia o magistral *O faz tudo*, do escritor norte-americano Bernard Malamud (1914-1986), a respeito de um violento surto de antisemitismo na Rússia czarista.

No Brasil, sem sombra de dúvida, não vivemos sob o fascismo. A besta, por certo, esteve a nos rondar, mas por aqui não fixou uma tradição política. No entanto, conhecemos processos terríveis de fabricação de vítimas expiatórias. O país, por exemplo, é o segundo colocado em uma escala mundial macabra: a da incidência de linchamentos. Um linchamento é, por excelência, um ritual de expiação, pelo qual uma comunidade se purifica com a eliminação do que julga ser um dejetivo.

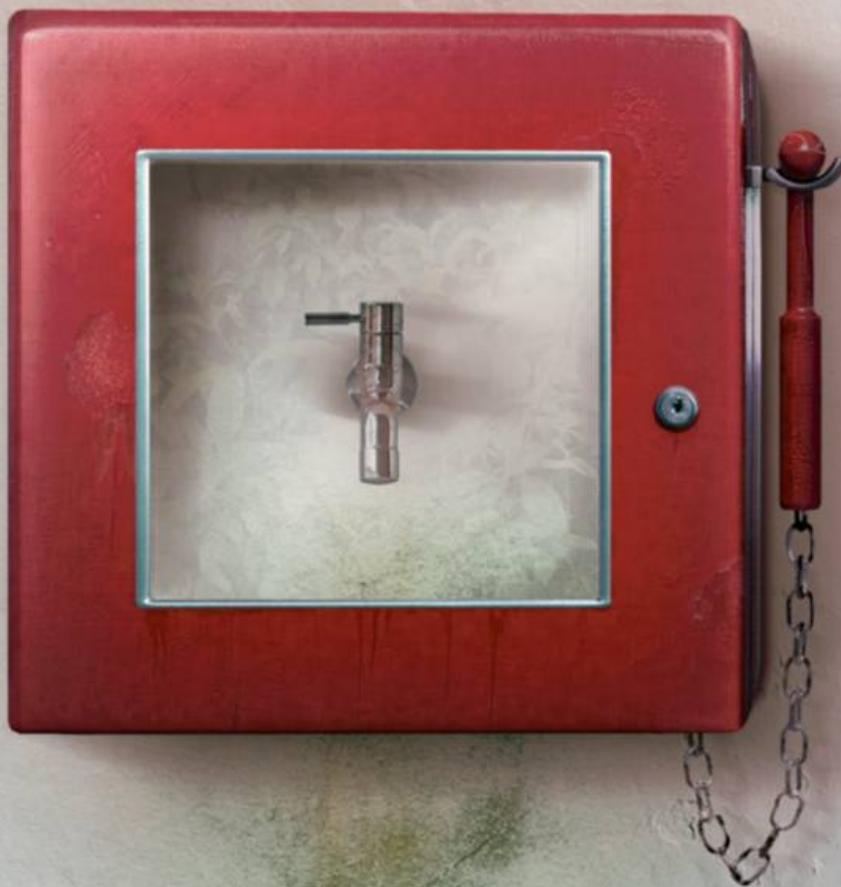
A homofobia, tão forte e renitente no país, é um dos traços culturais que abrigam um desejo de expiação. O crescimento de bancadas ultraconservadoras e fundamentalistas, nas últimas eleições legislativas no Brasil (14% da Câmara dos Deputados) deixa entrever uma poderosa coalizão de cerca de 70 deputados, devotados à tarefa de desfazer o pacto civilizatório expresso na Carta de 1988. Temas como redução da maioria penal, veto à união civil homoafetiva e recusa à criminalização da homofobia têm ganhado visibilidade, como bem demonstrou o patético comportamento de um dos candidatos à presidência, digno exemplar do abismo e da cloaca política nacional.

A causa dos direitos dos homossexuais deixou há muito de ser uma 'pauta local', ou tema de 'minorias'. É essencial defendê-la, tanto pelo respeito devido ao direito de definir orientações sexuais pessoais, quanto pela preservação daquilo que o escritor italiano Primo Levi (1919-1987) definiu como o "esqueleto, a forma básica da civilização".

**RENATO LESSA**

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

**USE EM CASO DE EMERGÊNCIA.**



**APENAS 0,007% DÁ ÁGUA DO PLANETA É POTÁVEL.**  
**EVITE O DESPÉRCIO.**



Há uma maneira melhor de eternizar seu  
amor pelas florestas.



Assinando e coletando assinaturas para o projeto de lei Desmatamento Zero, você nos ajuda a levá-lo para votação no Congresso. Acesse [www.ligadasflorestas.org.br](http://www.ligadasflorestas.org.br) e descubra como podemos zerar o desmatamento no Brasil.

**GREENPEACE**  
[www.greenpeace.org.br](http://www.greenpeace.org.br)