

CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO CIÊNCIA HOJE

NÚMERO 338 | VOLUME 57 | JULHO 2016 | R\$ 10,95



SUFOCADOS PELA CIDADE
Expansão urbana contribui
para degradação dos rios

MACHADO DE ASSIS
O escritor sob a lente de
seus contemporâneos



Cachorros e humanos
UMA RELAÇÃO ANTIGA

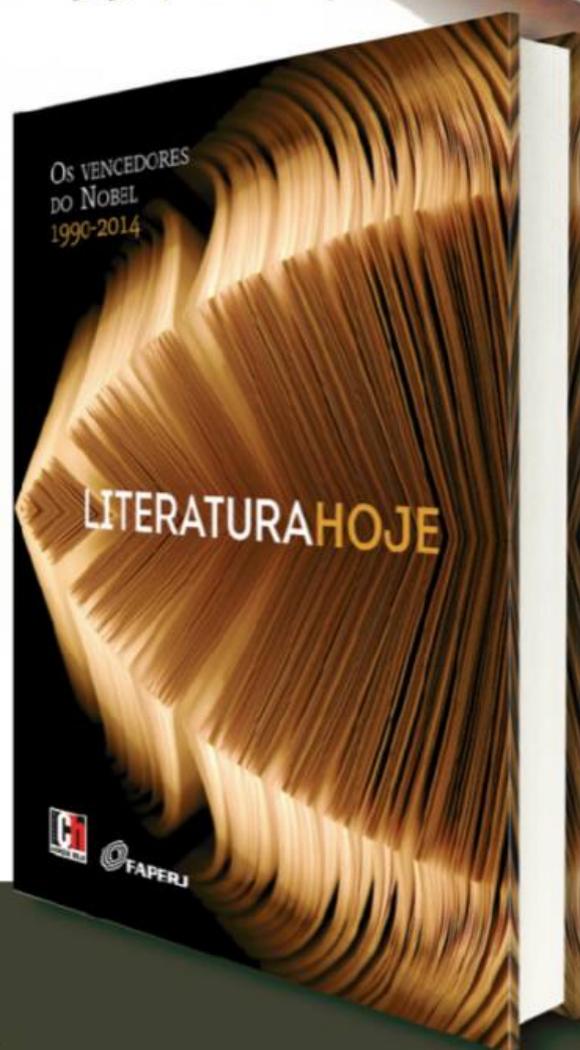
LITERATURAHOJE

OS VENCEDORES DO NOBEL 1990-2014

Os ensaios breves reunidos neste livro oferecem um panorama das tendências literárias mundiais dos últimos 25 anos

.....

**A obra é um convite
à reflexão sobre as escolhas
polêmicas da Comissão
Nobel de Literatura**



PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR

.....

0800 727 8999

.....

www.cienciahoje.org.br

**VISITE NOSSA
LOJA VIRTUAL**

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

ISSN: 0101-8515

DIRETORIA

Diretor Presidente | Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF)
Diretores Adjuntos | Andrea T. Da Poian (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Carlos C. Morel (Fiocruz) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ)
Superintendente Executiva | Bianca Encarnação
Superintendente de Projetos Educacionais | Ricardo Madeira

CIÊNCIA HOJE

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 e Rodrigo Ornellas Meire (Instituto de Biofísica/UFRJ) e Vinicius Farjalla (Instituto de Biologia/UFRJ) | Ciências Exatas – Arthur Marques Moraes (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) | Ciências Biológicas – Andrea T. Da Poian e Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ).

REDAÇÃO

Editora Executiva | Alicia Ivanissevich
Editor de Forma e Linguagem | Cássio Leite Vieira
Editora de Texto | Thaís Fernandes
Setor Internacional | Cássio Leite Vieira

ARTE | Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.
 (ampersand@ampersanddesign.com.br)

Diretora de Arte | Cláudia Fleury
Programação Visual | Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira
Computação Gráfica | Luiz Baltar

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

PUBLICIDADE | Sandra Soares (gerente) | 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) 3328-8046/99972-0741.

CIÊNCIA HOJE | Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ Tel.: (21) 2109-8999
 Redação (cienciahoje@cienciahoje.org.br)

APOIO:



Uma relação antiga

A relação entre cachorros e humanos é bem antiga. Data de milhares de anos, quando humanos e todo tipo de canídeo – família que inclui cães, lobos, raposas, coiotes, chacais e animais já extintos – mostraram forte atração recíproca. Juntos interagiram de várias formas, apresentando facetas econômicas, sociais, religiosas e mesmo afetivas.

O crescente vínculo entre os antigos habitantes da região ocupada hoje pela Europa e os canídeos silvestres deu origem ao animal doméstico mais antigo e versátil: o cachorro. Isso marcou o nascimento da mais estreita e duradoura relação entre humanos e animais, e de uma rápida expansão geográfica dos cães.

Embora até há algumas décadas se pensasse que o processo de domesticação de populações silvestres teria sido iniciado de modo intencional e unilateral pelos humanos, com o objetivo de obter um animal para defesa, um ajudante de caça ou por um bicho de estimação, hoje muitos cientistas defendem que o processo foi mais complexo e que consistiu em uma coevolução. Os mesmos canídeos poderiam ter desencadeado o processo, com a crescente aproximação de matilhas silvestres em busca de alimento aos assentamentos e sítios de caça de grupos humanos.

Mas como e quando o melhor amigo do homem teria chegado à América? É o que o artigo de capa desta edição tenta esclarecer.



CAPA: FOTO PIXABAY.COM/ CREATIVE COMMONS

A redação

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

Com sustentabilidade,

TECNOLOGIA E integração social

podemos transformar o amanhã.



Mais informações:
www.mcti.gov.br
facebook.com/MCTIC
twitter.com/mctic

Venha conhecer o espaço do MCTIC

68ª Reunião Anual da SBPC

De 3 a 9 de julho,

na Universidade Federal do Sul da
Bahia (UFSB), em Porto Seguro (BA).



68ª Reunião Anual da SBPC

SUSTENTABILIDADE, TECNOLOGIA E INTEGRAÇÃO SOCIAL

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



EXATAMENTE	5	GALILEU ÀS VOLTAS COM O MUNDO As diferentes versões de Bertold Brecht sobre o físico italiano
O LEITOR PERGUNTA	6	Como saber se estamos diante de uma nova espécie de mariposa? Gostaria de saber se já tem estudos ou mesmo uma vacina para o vírus da febre de Mayaro. Por que, na observação do céu a olho nu, as estrelas parecem 'pisca' e os planetas não?
A PROPÓSITO	9	A SAGA DA MARIPOSA Essa e outras questões mal resolvidas pela ciência
ENTREVISTA	10	FERNANDO BRANDÃO UM PROFESSOR BRASILEIRO NO CALTECH As conquistas de um jovem físico na área de informação quântica
MUNDO DE CIÊNCIA	14	
CIDADE INTEIRA	19	TEMPO DE CONSTRUIR, TEMPO DE QUALIFICAR Estado precisa mudar sua relação com a cidade

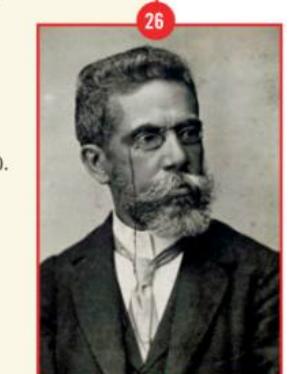
VIDA DE CÃO – MITOS E CERTEZAS SOBRE A ORIGEM E DISPERSÃO DOS CACHORROS NA AMÉRICA

20 Há milhares de anos, humanos e canídeos (cachorros, lobos, raposas, coiotes, chacais e outros já extintos) mostraram forte atração recíproca e mantiveram intensas interações com facetas econômicas, sociais, religiosas e mesmo afetivas. Saiba como nasceu essa estreita e duradoura relação e como ocorreu a expansão geográfica dos cachorros.
 Por **Mónica Berón, Luciano Prates e Francisco Prevosti**



MACHADO DE ASSIS: O ESCRITOR NA VISÃO DE SEUS CONTEMPORÂNEOS

26 A crítica nem sempre reconheceu as qualidades do texto desse romancista e contista brasileiro. Alguns de seus contemporâneos tinham opiniões bem conflitantes sobre a obra do autor de clássicos como *Dom Casimiro*. Seria ele um mero imitador? Romântico tardio? Ou gênio destoante?
 Por **Maurício Maia Aguiar**



SUFOCADOS PELA CIDADE: A DEGRADAÇÃO DOS RIOS PELA EXPANSÃO URBANA

32 O crescimento rápido e desordenado das cidades tem causado a degradação de muitos rios, por meio da poluição de suas águas, da modificação de seus percursos e da pavimentação de suas margens, o que acaba afetando os ecossistemas do seu entorno.
 Por **Roberto Nascimento de Farias, Marcos Paulo Figueiredo-Barros e Francisco de Assis Esteves**

MEXILHÃO-DOURADO NO BRASIL: DETECÇÃO DE UM PERIGOSO INVASOR

38 Um sistema de gestão inteligente, que integra modelagem ambiental, alta tecnologia laboratorial e compartilhamento de informações, pode ser uma opção eficiente de combate ao grave problema das espécies invasoras.
 Por **Fabiano A. Silva, Newton P. U. Barbosa, Rayan S. Paula, Vinícius A. Carvalho, Arthur Corrêa, Marcela D. de Carvalho e Antônio V. Cardoso**

LINHA DO TEMPO	43	SOBRE A CONVIVÊNCIA DEMOCRÁTICA Ensinaamentos sobre moral e respeito ao diferente
PELO BRASIL	44	
CRÍTICA	46	AINDA INCONVENIENTE Filme de Al Gore continua atual 10 anos depois do lançamento
ENSAIO	49	A AVE MARIA E OS FRACTAIS Relação entre um clássico musical e um dos mais belos objetos matemáticos
FORA DO QUADRO	52	CLANDESTINOS IMPLACÁVEIS Vírus transportados por europeus dizimaram populações ameríndias em poucos anos
	54	VIAJANDO DE CARONA Como a relação entre plantas e animais determinou sua dispersão pelo mundo
CARTAS	57	
RESENHA	58	UMA VISÃO MACRO Resenha do livro <i>PEB – Programa Espacial Brasileiro: Militares, cientistas e a questão da soberania nacional</i> , de Ana Lucia Villas-Bôas
MEMÓRIA	60	EM PROL DA CIÊNCIA E DO PAÍS Há 100 anos, era fundada a Academia Brasileira de Ciências
QUAL O PROBLEMA?	63	A ESCOLHA DE PASCAL Como combinar um número dado de elementos em grupos diferentes
SOBRE HUMANOS	64	ATRASSO E CIÊNCIA Avanço civilizatório depende da produção científica

GALILEU ÀS VOLTAS COM O MUNDO

“**VOCÊ SE CUIDE**, quando atravessar a Alemanha, com a verdade debaixo do casaco.” Essa é uma das falas finais do físico e astrônomo italiano Galileu Galilei (1564-1642) na peça *Vida de Galileu*, de Bertold Brecht. Nela, o dramaturgo alemão (1898-1956) emprega o fato histórico de que o livro *Discursos e demonstrações matemáticas em torno de duas novas ciências* — a tal ‘verdade’ citada acima — foi contrabandeado para a Holanda e publicado lá ainda em 1638.

Relendo trechos da peça com alunos, em um curso de história da física, notei que minha percepção sobre essa obra de Brecht mudou bastante desde quando participei de uma leitura dramática dela no Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro, no início da década de 1980. À época, final da ditadura no Brasil, Galileu representava o intelectual progressista que lutava contra um sistema opressivo.

Em realidade, a peça tem três versões distintas. A primeira foi escrita quando Brecht, fugindo do nazismo, exilou-se na Dinamarca, em 1933. Lá, teve contato com físicos que trabalhavam com Niels Bohr (1885-1962), Nobel de 1922. Essa primeira versão é uma defesa liberal da liberdade contra a tirania. A penúltima cena traz a abjuração de Galileu frente à Inquisição. Abjurar parece ser uma decisão sensata, pois isso permitiria a Galileu finalizar algo importante: seus *Discursos*.

Mas a explosão das bombas nucleares no Japão, em 1945, e o desenvolvimento das bombas termonucleares levaram Brecht a mudar o eixo da peça para a defesa de uma concepção social da ciência contra a visão anterior, de que a verdade é um fim em si mesma. Brecht, à época, morava nos Estados Unidos e acompanhava os dilemas éticos dos físicos e suas criações de alto potencial destrutivo. Em um pronunciamento típico do período, o norte-americano Ernest Lawrence (1901-1958), Nobel de 1939, disse que “era um físico e que nunca desistira de avançar nos seus conhecimentos, mesmo naqueles em que a física o obrigara a conhecer o preço do pecado”.

Na primeira versão, a penúltima cena tem um título longo: ‘1633-1642. Prisioneiro da Inquisição, Galileu prossegue até a sua morte [com] os seus trabalhos científicos. Fraudulentamente, consegue fazer sair da Itália as suas obras principais’. Na versão final (terceira), o título foi reduzido: ‘1633-1642. Galileu continua um prisioneiro da inquisição até sua morte’. Podemos notar nessa redução uma mudança significativa na mensagem central da peça.

O Galileu da versão final é cáustico, desencantado e amargo. Nas indicações que deu para a encenação da última versão, Brecht insistia que “Galileu fosse apresentado como um criminoso social”. Mas acrescentava: “Eis uma das grandes dificuldades: fazer sobressair o elemento criminoso da personagem do herói. Apesar de tudo, é um herói e, apesar de tudo, torna-se um criminoso”.

A exemplo de outras grandes peças históricas — como *Santa Joana*, do irlandês Bernard Shaw (1856-1950), e *As bruxas de Salem*, do norte-americano Arthur Miller (1915-2005) —, *Vida de Galileu* é basicamente uma discussão de questões relevantes do tempo de Brecht. E isso foi explicitado claramente por ele: “A era atômica teve seu *debut* em Hiroshima no meio do nosso trabalho. Da noite para o dia a biografia do fundador do novo sistema da física apresentava uma nova leitura”.

Sem minimizar as questões cruciais levantadas na peça sobre as relações entre a ciência e a sociedade, sou dominado pela minha própria imagem do final da vida de Galileu: quase cego e abatido pela morte de sua filha Virgínia (1600-1634), ele completa os *Discursos*, que fundam a ciência da dinâmica e dos materiais, abrindo, assim, no meio de tanta adversidade, o caminho para a engenharia e ciência modernas. **BR**



FOTO: DICENIO MOREIRA/CBS

À época, final da ditadura no Brasil, Galileu representava o intelectual progressista que lutava contra um sistema opressivo

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

REINALDO DAMASCENO, COMENTÁRIO NA CH ON-LINE

Como saber se estamos diante de uma nova espécie de mariposa? Fotografei uma muito engraçada em casa e achei-a parecida, em pesquisas na internet, com duas espécies da Venezuela. Onde procuramos informações?

AS ESPÉCIES podem ser identificadas por um conjunto de características bastante peculiares, relacionadas às mais distintas áreas da biologia: morfologia (cores, estruturas externas e internas do corpo, como ossos, projeções da carapaça, formato da genitália, entre outros), características comportamentais (padrão de acasalamento, de construção de ninhos), genética (DNA), sons (como o canto de certos pássaros), entre outras.

Assim, essas características devem ser analisadas de forma individual ou conjun-

ta para a identificação de uma planta ou animal. Quando um pesquisador acredita ter encontrado uma espécie ainda não conhecida, ele primeiro precisa verificar se a planta ou animal já foi ou não catalogado com base na comparação com outras espécies já descritas e cuja informação a ciência já dispõe. Isso é feito com base em dados bibliográficos publicados ou com outros exemplares disponíveis em coleções de museus de história natural. Fotografias e ilustrações podem ajudar bastante na identificação, mas, sobretudo no caso de invertebrados, elas não bastam para se ter uma identificação correta da espécie.

No caso específico de insetos, as características mais utilizadas são algumas partes do corpo relacionadas ao exoesqueleto (carapaça que recobre o corpo do inseto, formando o esqueleto externo característico deles). As regiões do corpo usadas para comparação podem variar de acordo como os tipos de insetos, grupo animal mais diverso do planeta, com mais de 1 milhão de espécies catalogadas. Entre essas áreas do corpo, se destacam as estruturas da

FOTO: PIXABAY.COM / DOMINIO PÚBLICO



genitália, das asas e, em alguns grupos de insetos, os padrões de cores de certas partes do exoesqueleto e das próprias asas.

No caso específico de mariposas e borboletas, são observadas, principalmente, as características das genitálias dos machos, por meio de dissecação (cortes que permitem a observação dos órgãos internos) e por padrões de nervuras (pequenas linhas nas asas que se assemelham a canudos preenchidos pelo sangue dos insetos e que se conectam com o corpo), de manchas, cores e desenhos das escamas das asas.

As espécies são diferenciadas por pequenas distinções na morfologia dessas estruturas, que recebem uma terminologia bastante complexa para fins de comparação por parte dos especialistas.

Ao ser constatado que se trata de uma espécie nova para a ciência, o pesquisador deve publicar um trabalho em que descreva detalhadamente a anatomia dos espécimes que coletou, além de fornecer um nome duplo em latim ou latinizado, no qual o primeiro é o nome do gênero e o segundo, o nome específico. Espécies muito parecidas são agrupadas em gêneros, ou seja, espécies mais aparentadas entre si do que com qualquer outra pertencem a um mesmo gênero, tendo o mesmo nome genérico. Por exemplo, duas espécies diferentes de mariposas-azuis conhecidas como capitão-do-mato (*Morpho menelaus* e *Morpho achilles*) têm o mesmo nome genérico.

Assim, no caso específico do leitor, há a necessidade de se entrar em contato com um especialista no grupo de mariposas (entomólogo especializado na ordem Lepidoptera) para uma profunda análise da morfologia do inseto e a possível constatação de o seu exemplar ser ou não uma nova espécie para a ciência.

Leandro Lourenço Dumas
LABORATÓRIO DE ENTOMOLOGIA,
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO

TAMARA DE PAULA SILVA GUIMARÃES, BELO HORIZONTE/MG

Gostaria de saber se já existem estudos ou mesmo uma vacina para o vírus da febre de Mayaro.

ATÉ AGORA, existem muito poucos estudos sobre o vírus Mayaro na literatura científica, mas é interessante notar que uma boa parte deles vem sendo desenvolvida no Brasil, por pesquisadores brasileiros.

O vírus Mayaro foi isolado em 1954 em Trinidad e Tobago, e desde então foi encontrado somente nas Américas, com casos registrados especialmente nos países que têm florestas tropicais, como a amazônica e as florestas da América Central.

Até o momento, a maioria dos casos foi registrada em regiões rurais, onde o vírus parece ser transmitido por mosquitos do gênero *Haemagogus*. Mas, como já foi demonstrado em experimentos que o vírus pode ser transmitido eficientemente por mosquitos do gênero *Aedes*, incluindo o *Aedes aegypti*, existe um risco concreto de sua disseminação em centros urbanos, levando a um grande aumento da exposição humana ao vírus Mayaro.

Acredita-se que sua ocorrência seja muito subestimada, devido à semelhança dos seus sintomas com os da dengue e da febre Chikungunya, além da ausência de um teste diagnóstico de rotina nos centros de saúde.

Os sintomas causados pela infecção do vírus Mayaro se parecem com os de outras viroses, como febre, dores de cabeça, dores no corpo, manchas na pele (*rash*), diarreia e vômito. Mas a doença pode evoluir para uma artralgia (dores nas articulações) bastante debilitante, que pode perdurar por muitos meses, de modo semelhante ao que ocorre nas infecções por outros vírus pertencentes ao mesmo gênero, como o da Chikungunya.

Infelizmente, ainda não há nenhuma vacina que proteja contra essa infecção.

Andrea Da Poian
INSTITUTO DE BIOQUÍMICA MÉDICA,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

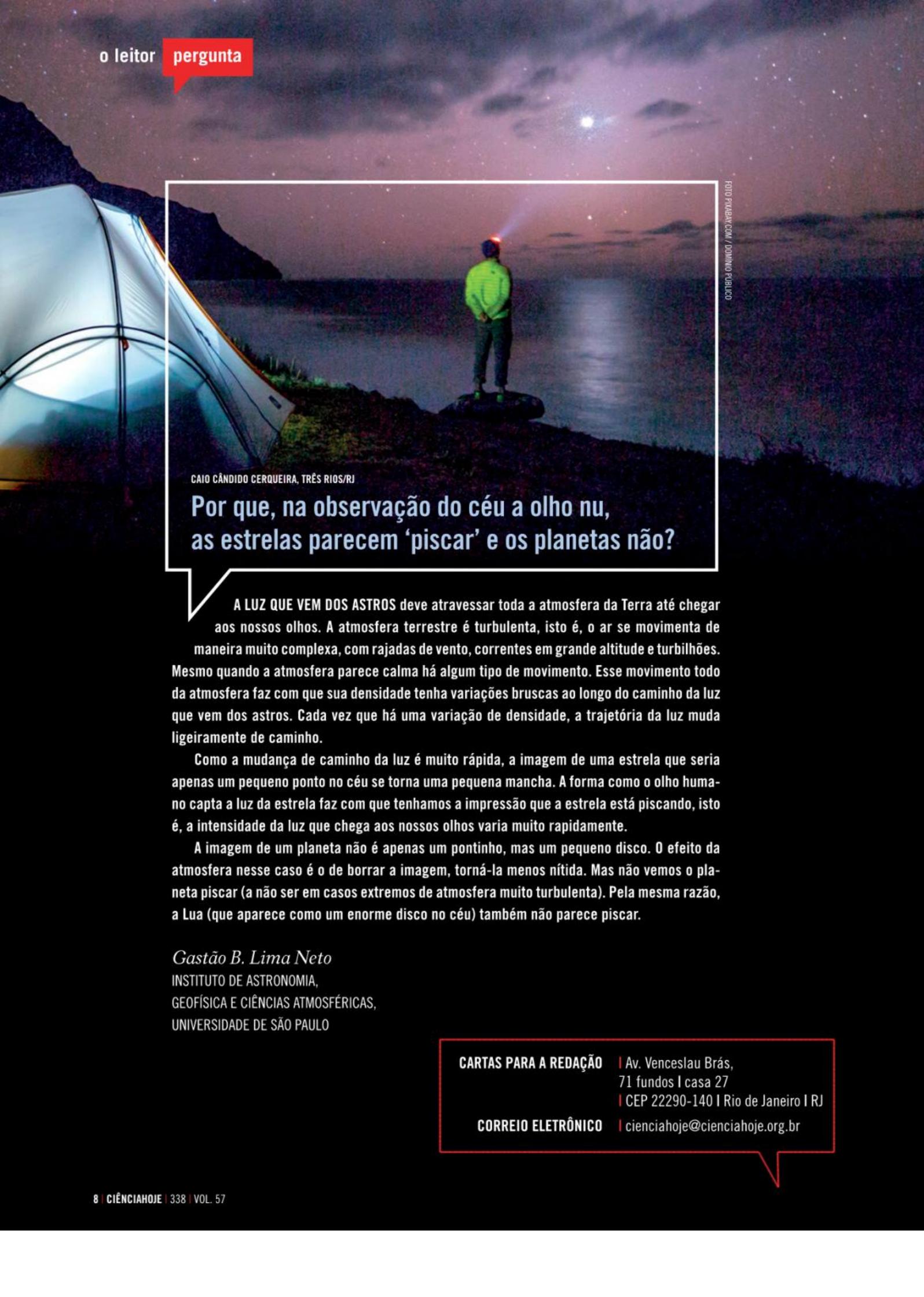


FOTO PIXABAY.COM / DOMINIO PÚBLICO

CAIO CÂNDIDO CERQUEIRA, TRÊS RIOS/RJ

Por que, na observação do céu a olho nu, as estrelas parecem 'piscar' e os planetas não?

A LUZ QUE VEM DOS ASTROS deve atravessar toda a atmosfera da Terra até chegar aos nossos olhos. A atmosfera terrestre é turbulenta, isto é, o ar se movimenta de maneira muito complexa, com rajadas de vento, correntes em grande altitude e turbilhões. Mesmo quando a atmosfera parece calma há algum tipo de movimento. Esse movimento todo da atmosfera faz com que sua densidade tenha variações bruscas ao longo do caminho da luz que vem dos astros. Cada vez que há uma variação de densidade, a trajetória da luz muda ligeiramente de caminho.

Como a mudança de caminho da luz é muito rápida, a imagem de uma estrela que seria apenas um pequeno ponto no céu se torna uma pequena mancha. A forma como o olho humano capta a luz da estrela faz com que tenhamos a impressão que a estrela está piscando, isto é, a intensidade da luz que chega aos nossos olhos varia muito rapidamente.

A imagem de um planeta não é apenas um pontinho, mas um pequeno disco. O efeito da atmosfera nesse caso é o de borrar a imagem, torná-la menos nítida. Mas não vemos o planeta piscar (a não ser em casos extremos de atmosfera muito turbulenta). Pela mesma razão, a Lua (que aparece como um enorme disco no céu) também não parece piscar.

Gastão B. Lima Neto

INSTITUTO DE ASTRONOMIA,
GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS,
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

CARTAS PARA A REDAÇÃO | Av. Venceslau Brás,
71 fundos | casa 27
| CEP 22290-140 | Rio de Janeiro | RJ

CORREIO ELETRÔNICO | cienciahoje@cienciahoje.org.br

A SAGA DA MARIPOSA

ASSIM COMO ACONTECE na vida das pessoas, a ciência também tem questões mal resolvidas, que, inexoravelmente, retornam à cena até que tenham um desfecho adequado. Esse é o caso da famosa mariposa *Biston betularia*, objeto de calorosa disputa entre evolucionistas e seus críticos.

Observou-se entre essas mariposas o aumento da frequência de sua forma escura (denominada carbonaria) em substituição a sua forma clara (typica), por ocasião da poluição causada pela Revolução Industrial do século 19 em Manchester (Inglaterra) e outras cidades industrializadas. Esse fenômeno, chamado melanismo industrial, foi proposto como um exemplo clássico de seleção natural.

Devido à cor escura, as mariposas carbonaria se camuflavam na cor de fundo das árvores enegrecidas pelos resíduos industriais. Essa camuflagem as protegia da predação por pássaros. Com isso, tinham uma probabilidade maior de viver até a idade reprodutiva e transmitir seus genes a gerações futuras, aumentando, assim, a frequência dos genes responsáveis pela cor escura.

Na época da proposição do melanismo industrial, os genes relacionados à coloração das mariposas ainda não haviam sido descritos. Essa lacuna, associada à inconsistência de alguns dados populacionais, levaram os geneticistas a duvidar da hipótese, o que deu início a uma pendenga duradoura. Os opositores alegaram que, após a resolução dos descalabros ambientais da era industrial, as populações de mariposas carbonaria continuaram a predominar, mesmo tendo perdido a vantagem da camuflagem, uma vez que as árvores não mais se encontravam cobertas de fuligem.

Então, Michael Majerus realizou um experimento (que durou seis anos) em que, após liberar no ambiente 4.864 mariposas, passou a contar as populações dos dois tipos. Infelizmente, Majerus morreu antes da contagem final, mas os resultados foram descritos por L.M. Cook e colaboradores na revista *Biology Letters* em 2012 (doi: 10.1098/rsbl.2011.1136). Os dados levantados mostraram que, de fato, a frequência de mariposas mais claras (typica) aumentou na era pós-industrial, o que confirmou a interpretação de que a pressão seletiva (exercida por predadores)

teve efeito sobre o aumento da frequência de genes ligados à coloração mais escura.

Para sedimentar a questão, dois trabalhos recentes revelaram dados que sacramentam o melanismo industrial. No primeiro, publicado na revista *Nature* (v. 534, n. 7.605), Anjem E. van't Hof e colaboradores mostraram que o gene denominado cortex, responsável pelo desenvolvimento das asas e cuja frequência estava aumentada nas mariposas carbonaria, pode estar relacionado com a coloração escura desses insetos.

A inserção do gene cortex no genoma das mariposas ocorria graças a uma propriedade típica dos genes saltadores, também conhecidos como transpósons. Os transpósons conseguem se inserir em diferentes regiões dos genomas. Nesse caso, a inserção de certas sequências em uma região do gene cortex aumenta a sua expressão, o que poderia explicar o mecanismo de produção da cor escura.

Além disso, examinando marcadores específicos na sequência de DNA do gene cortex, os autores puderam determinar quando ocorreu a sua transposição e o consequente aumento de frequência. Pelo cálculo do grupo, a transposição teria ocorrido em 1819, entre a primeira e a segunda revoluções industriais e, portanto, em perfeita sincronia com o mimetismo seletivo. Na Inglaterra, antes de 1848,

as mariposas escuras eram mais raras que as claras, pois, embora a Revolução Industrial já estivesse em curso, o aumento da frequência do gene associado à cor escura e do número de indivíduos carbonaria levou algum tempo. Entretanto, em 1898, o tipo escuro compunha 95% das mariposas observadas em Manchester.

Para coroar as observações do grupo de van't Hof, na mesma edição da revista *Nature*, Nicola J. Nadeau e colaboradores mostraram que o gene cortex de fato desempenha importante papel na coloração das asas de borboletas e mariposas. Assim, a saga de *Biston betularia* ganha grande apoteose. Nada como números para resolver um argumento pacificamente. **CR**



FOTO: CACERES RODRIGUES

De fato, a frequência de mariposas mais claras aumentou na era pós-industrial

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

FERNANDO BRANDÃO

UM PROFESSOR BRASILEIRO NO CALTECH

Bastaria uma linha do currículo do físico teórico brasileiro Fernando Brandão para resumir o quanto ele alcançou em sua carreira: é o primeiro brasileiro a assumir uma cátedra no prestigioso Caltech (Instituto de Tecnologia da Califórnia). Mas há outro fato que dá contornos ainda mais surpreendentes a esse feito profissional: ele tem apenas 33 anos.

Formado pela Universidade Federal de Minas Gerais e com doutorado pelo Imperial College (Reino Unido), Brandão – agora, ocupante da Cátedra Bren de Física Teórica, do Caltech – já havia passado por instituições igualmente renomadas: o University College London, a Escola Politécnica de Zurique (Suíça) e o centro de pesquisas da empresa Microsoft.

Ganhador de vários prêmios e distinções, Brandão trabalha com informação quântica, área que, entre outros temas, lida com a construção de computadores hipervelozes e com a transmissão 100% segura de dados. Sua especialidade é o emaranhamento, considerado o fenômeno mais intrigante (e esquisito) da natureza, que permite que dois ou mais objetos – do mundo subatômico – permaneçam ‘conectados’, mesmo que espacialmente separados por milhões de anos-luz.

Nos computadores clássicos (comuns), um *bit* (ou unidade) de informação só pode assumir os valores um ou zero. Nos computadores quânticos, os *bits* quânticos (ou *q-bits*) podem ser um e zero simultaneamente, o que confere a essas máquinas uma velocidade extremamente alta de processamento de informação.

Nesta entrevista, Brandão fala sobre essa fronteira do conhecimento, a evolução da área e os desafios ainda por vencer.

CÁSSIO LEITE VIEIRA | CIÊNCIA HOJE | RJ



FOTO: HENRIQUE ALBUQUERQUE

No início deste século, havia esperança de que, por volta de 2020, já teríamos computadores quânticos operando comercialmente. Mas, parece que ainda estamos longe de ter máquinas assim, que poderiam resolver, em minutos, problemas que levariam bilhões de anos para um supercomputador convencional. O que aconteceu? Excesso de otimismo à época ou obstáculos tecnológicos até agora intransponíveis? O otimismo inicial de alguns pesquisadores parece ter sido excessivo. Nos últimos anos, temos visto um avanço encorajador na construção de um computador quântico, e não acho que haja motivo para duvidarmos de que, um dia, ele será realidade. Mas, desde o começo, era claro que se tratava de um projeto de muitas décadas de desenvolvimento. Na verdade, um computador quântico é mais do que uma nova tecnologia. Ele é o desenvolvimento de uma fronteira da física até então não explorada: sistemas quânticos altamen-

te complexos. Estamos mais acostumados a experimentos que demoram muito tempo para mostrar resultados em outras fronteiras da física. Por exemplo, na fronteira da física de energias muito altas, temos o acelerador de partículas do Cern [Centro Europeu de Pesquisas Nucleares, na Suíça], que demorou décadas até a detecção da partícula bóson de Higgs, em 2012. Já na fronteira da física de grandes massas, temos o LIGO [sigla, em inglês, para Observatório de Ondas Gravitacionais por Interferometria a Laser], cuja concepção ocorreu há mais de 30 anos e só agora detectou a primeira onda gravitacional. Nos dois casos, a espera valeu a pena. Acho que valerá também para a computação quântica! E, como um bônus, uma vez que tivermos um computador quântico, não só entenderemos melhor uma parte importante da física, mas também teremos uma tecnologia revolucionária.

Há alguns anos, a empresa canadense D-wave anunciou que havia construído o primeiro computador quântico. Mais recentemente, apresentou computadores com mais de 1 mil q-bits (bits quânticos, a unidade de informação quântica), bem como parcerias com universidades, empresas e laboratórios nacionais. Em termos simples, as máquinas da D-wave são realmente computadores quânticos como os entendemos? A tecnologia embutida nelas é promissora? A tecnologia usada pela D-wave é baseada nos chamados q-bits supercondutores, a qual tem sido explorada ao redor do mundo na última década. Na visão de muitos pesquisadores da área, essa é a plataforma mais promissora para um computador quântico. O maior obstáculo na construção de um computador quântico é reduzir o ruído [a interferência do ambiente] nos q-bits a um nível no qual protocolos [procedimentos] quânticos de correção de erro possam ser utilizados. Como é muito difícil isolar sistemas quânticos do resto do mundo – o que nos leva a não observarmos efeitos quânticos no dia a dia –, essa redução do ruído não é uma tarefa nada fácil. Desse modo, ainda só temos experimentos com uma taxa de erros suficientemente baixa envolvendo alguns poucos q-bits. A D-wave resolveu tomar um caminho alternativo e não se preocupar com a taxa de erro, o que permitiu aumentar o número de q-bits rapidamente. O preço disso é que não se trata de um computador quântico universal – ou seja, que pode fatorar números muito mais rapidamente do que computadores tradicionais –, mas, sim, de um tipo de computador analógico especializado em problemas

particulares. Pode ser que, um dia, esse tipo de computador quântico rudimentar se mostre útil, mas, por enquanto, ele ainda não mostrou nenhuma vantagem sobre os computadores tradicionais.

A IBM disponibilizou, para uso público, por meio de uma conexão on-line, um computador quântico com modestos cinco q-bits. Essa máquina é realmente quântica? O que ela é capaz de fazer? Sim, é realmente quântica. Como se trata de apenas cinco q-bits, esse protótipo da IBM não pode fazer nenhuma computação interessante. Ele é mais uma prova de conceito para que o grande público possa participar do desenvolvimento da área.

O maior problema para a construção de computadores quânticos é o da 'escalabilidade'. Ou seja, o aumento no número de q-bits até a casa dos milhares. Em que tecnologia o senhor hoje apostaria como a mais promissora para superar esse obstáculo? Acredito que q-bits supercondutores sejam a plataforma mais promissora, por serem baseados em tecnologia da física do estado sólido que foi tão útil no desenvolvimento de computadores clássicos, baseados em transistores. Mas existem outras plataformas interessantes e estamos ainda no começo do jogo para colocarmos toda a energia em uma plataforma só. Por exemplo, os chamados q-bits topológicos também parecem ser um bom candidato. Esse tipo de q-bit pode ser representado por uma classe especial de partículas, denominadas férmions de Majorana, encontradas nas extremidades de fios muito finos, os nanofios, cuja espessura é da ordem de bilionésimos de metro. Um dos grandes insights da teoria da informação quântica nos últimos 20 anos foi o de que um computador quântico é muito mais próximo de um computador digital do que de um analógico. Isso quer dizer que é possível operar o sistema de uma maneira tolerante a erros. Assim, a não ser que estejamos errados sobre os fundamentos da mecânica quântica [teoria que lida com os fenômenos atômicos e subatômicos], e as regras que conhecemos hoje não se apliquem a um grande número de sistemas quânticos (na ordem de bilhões de q-bits) interagindo fortemente, acredito que, sim, teremos um computador quântico universal. A grande dúvida é quando isso acontecerá. Pode levar décadas, mas pode ocorrer muito mais rapidamente, como aconteceu no desenvolvimento dos computadores convencionais, depois que o transistor foi inventado.

>>>

UMA VEZ QUE TIVERMOS UM COMPUTADOR QUÂNTICO, NÃO SÓ ENTENDEREMOS MELHOR UMA PARTE IMPORTANTE DA FÍSICA, MAS TAMBÉM TEREMOS UMA TECNOLOGIA REVOLUCIONÁRIA

Um dos desdobramentos práticos da área de informação quântica é a chamada criptografia quântica, ou seja, um modo inviolável de enviar e receber mensagens, de fazer compras seguras *on-line* etc. Quão longe estamos de uma internet quântica global, na qual *hackers* seriam coisa do passado? Ao contrário da computação quântica, já existem empresas vendendo dispositivos para a troca de chave secreta baseada na mecânica quântica. Ou seja, sistemas quânticos de criptografia privada já são uma tecnologia atual. O sistema de criptografia mais usado hoje é o RSA. Sua segurança é baseada na conjectura de que fatorar números muito grandes requer muito tempo. Portanto, alguém conseguiria quebrar o RSA apenas com a capacidade de fatorar números muito rapidamente. Até onde sabemos, não existe nenhum algoritmo eficiente para fatorar números, o que torna seguro o RSA. Mas claro que vemos ataques de *hackers* frequentemente. O que eles exploram são falhas na implementação do RSA, o que leva a fragilidades do sistema que podem ser exploradas. O mesmo é verdade no caso da criptografia quântica. Embora, em princípio, o protocolo seja impenetrável se implementado corretamente, na prática todo sistema terá fragilidades. Um dos maiores tópicos de estudo na criptografia quântica atual é a criação de protocolos que minimizam essas possíveis fragilidades. Dado que já há sistemas criptográficos quânticos, devemos nos perguntar por que eles não são usados em grande escala. A resposta é que o RSA funciona muito bem. Entretanto, um dos algoritmos quânticos mais importantes já descobertos é o algoritmo de Shor [referência ao matemático norte-americano Peter Shor], para a fatoração de números em tempo cúbico, ou seja, em um tempo muito mais curto que aquele que seria necessário para um computador convencional. Assim, um computador quântico quebraria facilmente o RSA. É um pouco irônico que um computador quântico pareça ser o que falta para abrir o mercado para a criptografia quântica!

Em 1961, o físico Rolf Landauer (1927-1999), então na IBM, mostrou que, para apagar um *bit* de informação, é necessário um mínimo de energia. Com esse princípio – denominado princípio de Landauer –, ele estabeleceu uma ligação entre a área

de teoria da computação e a teoria do calor (termodinâmica). Hoje, fala-se muito em termodinâmica quântica. O que é essa nova área? Podemos esperar algo de prático dela? A termodinâmica é provavelmente a área da física com o maior grau de alcance. Ela é relevante na descrição desde máquinas a vapor até buracos negros. [O físico de origem alemã Albert] Einstein [1879-1955] disse certa vez: “a termodinâmica é a única teoria física cujo conteúdo eu estou convencido de que não será derrubado”. Mas, quando se estuda termodinâmica, pela primeira vez, ela parece ser uma teoria *ad hoc* [ou seja, dotada de hipóteses ‘artificiais’], baseada em observações empíricas. Com o desenvolvimento da mecânica estatística pelo [físico teórico austríaco Ludwig] Boltzmann [1844-1906], [pelo norte-americano Josiah] Gibbs [1839-1903] e por muitos outros, no final do século 19, ficou claro que a termodinâmica é intimamente conectada com a informação que um observador tem sobre um sistema físico. A descoberta de Landauer de que ‘esquecer’ [apagar a informação] custa trabalho [ou seja, gasta-se energia] – portanto, não fazendo sentido falar do conceito de informação sem um meio físico – é a culminação dessa longa linha de investigação.

Uma das limitações da teoria é que ela só descreve sistemas físicos grandes, aqueles em que as leis da mecânica estatística se aplicam. Motivado por novas ideias da informação quântica, recentemente se tornou um importante tópico de estudo a extensão da termodinâmica para sistemas muito pequenos, em nível quântico. Uma surpresa foi que muitos aspectos da teoria ainda se aplicam, mas com diferenças interessantes. Por exemplo, com colegas da Universidade de Gdansk [Polônia] e do University College London, eu descobri que a segunda lei da termodinâmica – que estipula que a entropia (ou desordem) de um sistema isolado do ambiente sempre aumenta – ainda é, de certa forma, válida, mas sua forma matemática é modificada, e a entropia única da termodinâmica tem que ser substituída por uma família de entropias válidas para sistemas de poucas partículas (*PNAS*, 17/03/15). Pesquisadores do mundo todo estão trabalhando intensamente no momento para elucidar outros aspectos da termodinâmica quântica.

O senhor é especialista no fenômeno considerado 'mais esquisito' da natureza: o emaranhamento. Em termos simples, esse fenômeno diz que, se alterarmos algo aqui, alteramos instantaneamente algo ali – mesmo que essas duas partes estejam separadas por bilhões de quilômetros. No emaranhamento, não há transmissão de massa, de energia, nem mesmo de informação – pois isso violaria a teoria da relatividade, que diz que nada pode se comunicar com velocidade superior à da luz. O que é, então, o emaranhamento? Como é possível que ele ocorra instantaneamente? O emaranhamento é um tipo especial de correlação entre sistemas físicos que não tem um análogo na física clássica [ou seja, em nosso cotidiano]. Todos nós estamos familiarizados com o conceito de correlação. Por exemplo, a cotação das ações da Petrobras é correlacionada com a cotação do barril de petróleo. Sistemas quânticos podem se correlacionar de uma maneira ainda mais forte, e esse tipo de correlação é o que chamamos de emaranhamento. Como se trata apenas de correlações, não existe, de fato, transmissão de informação, e o fenômeno é compatível com a teoria da relatividade. Mas o que distingue o emaranhamento das correlações a que estamos acostumados no dia a dia? Há muitas respostas, mas uma particularmente interessante é que o emaranhamento é um tipo de correlação que não pode ser livremente compartilhada. Por exemplo, o preço de um número arbitrário de ações de empresas diferentes pode ser perfeitamente correlacionado. Mas o mesmo não ocorre com o emaranhamento. Quanto mais um sistema está emaranhado com outro, menos ele pode estar emaranhado com qualquer outro sistema. Essa propriedade central das correlações quânticas é chamada 'monogamia do emaranhamento' – e, a propósito, essa é a ideia primordial por trás da criptografia quântica. Se dois sistemas estão maximamente emaranhados, eles estão perfeitamente correlacionados e automaticamente descorrelacionados do resto do universo. Assim, essas correlações, que não são conhecidas por mais ninguém, podem ser usadas para a obtenção de uma chave secreta para a criptografia quântica. O emaranhamento também é muito importante na computação quântica. De fato, ele está por trás da dificuldade de simular sistemas quânticos em computadores clássicos, o que foi a motivação inicial para se construir um computador quântico. Na visão moderna da informação quântica, o emaranhamento é visto como um novo recurso físico, que pode ser usado no processamento de in-

formação. Boa parte da minha pesquisa é exatamente desenvolver a teoria do emaranhamento como um recurso físico.

O senhor poderia ter ficado no Brasil. Mas optou por fazer carreira no exterior. Por quê? Para uma boa formação científica, é crucial o contato com muitos pesquisadores que tenham acumulado competências e experiências diversas. Assim, é quase imprescindível trabalhar em vários lugares, até se estabelecer como um pesquisador independente. Como gosto também de conhecer novas culturas, isso me levou a viajar bastante, até me estabelecer, agora, no Caltech nos EUA. Seria ótimo se, um dia, eu pudesse trabalhar no Brasil com as mesmas condições que tenho no Caltech atualmente, mas, apesar de alguns avanços recentes no fomento e organização da ciência brasileira, isso, infelizmente, ainda parece ser um sonho distante.

O senhor trabalhou cerca de dois anos na gigante Microsoft como pesquisador e, agora, está de volta à academia, tornando-se o primeiro brasileiro a assumir uma cátedra no Caltech. É muito diferente a forma de fazer pesquisa no setor privado e na universidade? A Microsoft é uma das poucas empresas do mundo que ainda financiam pesquisa fundamental, no longo prazo, em áreas promissoras para a missão da companhia. Nesse sentido, meu trabalho lá foi bastante similar àquele no meio acadêmico. Mas sempre há diferenças. Por exemplo, no setor privado, temos a necessidade maior de justificar a relevância do tópico de pesquisa. Apesar de nem sempre isso ser benéfico para o desenvolvimento científico, aprendi, trabalhando na Microsoft, que, na dose certa, é importante não perder o foco do motivo de se realizar determinado projeto e de como ele se conecta com objetivos maiores da área de estudo. Como exemplo, cito um dos projetos que desenvolvi na Microsoft: um novo algoritmo quântico para acelerar, em relação à computação clássica, a resolução de certos tipos de problemas de otimização, chamados programas semidefinidos. Se eu não estivesse trabalhando na Microsoft, não sei se teria me dedicado a esse tópico. O foco da empresa em aplicações de um futuro computador quântico me levou a pensar mais em algoritmos quânticos. Foi uma experiência muito interessante, e pretendo continuar a tentar desenvolver novos algoritmos quânticos em minha pesquisa futura. ■

Câncer: rumo a uma vacina universal

Imagine como seria bom ter uma vacina universal contra praticamente todos os tipos de cânceres. A estratégia geral para isso seria fazer o sistema imune, com suas forças potencializadas, enxergar as células cancerosas como inimigas e agir contra elas, como se estas fossem vírus. Um artigo recente fez justamente isso, e os resultados, segundo especialistas, foram bem promissores.

Fazer o sistema imune atacar tumores ou células cancerosas não é nenhuma novidade. Há décadas esse tipo de estratégia vem sendo usado e testado. No entanto, essa é uma rota particularmente difícil, porque uma célula doente se parece muito, do ponto de vista da bioquímica, com uma normal.

Sem um diferencial marcante entre ambas, o sistema imune acaba atacando as duas, como se amigo e inimigo usassem o mesmo uniforme num combate. Em certas situações, o tumor 'engana' o corpo e se torna 'invisível'. Em outras, faz pior: angaria a ajuda das células do sistema imune para promover seu crescimento. Tumores também não causam grandes inflama-

ções, que são sinais de alerta para o corpo pôr suas células de defesa em ação.

Em resumo: tumores, em geral, conseguem driblar as defesas do organismo e, com isso, coexistem com as células normais. Às vezes, por anos ou décadas.

CASCATA BIOQUÍMICA A equipe de Ugur Sahin, da Universidade Johannes Gutenberg, em Mainz (Alemanha) – a mesma cidade citada no 'Em Foco' deste mês – chegou a uma estratégia desse tipo, aproveitando a *expertise* que o corpo tem em se defender contra vírus.

A vacina de Sahin e colegas é uma nanopartícula (gordura) contendo em seu interior RNA (material genético). Esse complexo foi administrado na corrente sanguínea de camundongos saudáveis e de três pacientes com câncer de pele agressivo (melanoma).

Os autores descobriram que, ao ajustar a carga elétrica das nanopartículas, conseguiam fazer com que elas caminhassem diretamente para o baço, a medula óssea e para os nódulos lin-



fáticos dos roedores. Lá, a vacina 'atracava' em certos tipos de células do sistema imune, as chamadas precursoras de células dendríticas. Nessa caminhada, a nanopartícula protegia o RNA do ataque do próprio organismo, evitando que o material genético fosse 'quebrado' (danificado) pelo corpo.

A nanopartícula, ao se acoplar à precursora de células dendríticas, entrega a esta última o RNA. Este contém a instrução para que a célula fabrique em seu interior um antígeno (proteína) específico para o tumor em questão.

Em uma etapa seguinte da cascata bioquímica desencadeada pela vacina, outras células dendríticas (desta vez, as plasmocitoides) lançam uma 'chuveirada' de interferon alfa, tipo de proteína usada como um 'alerta' contra a presença de vírus no organismo. Na presença do interferon, as precursoras amadureceram e se tornaram células dendríticas adultas.

Em seguida, as dendríticas maduras entregam para as células T — espécies de soldados da linha de frente da defesa do organismo — o antígeno. Motivadas por uma segunda 'onda' de interferon alfa — desta vez, a fonte são os macrófagos, também células do sistema imune —, as células T passam a reconhecer as células cancerosas como inimigas e, com isso, começam a atacá-las.

O antígeno fabricado pelas dendríticas fazem o papel da fotografia do inimigo.

DEFESA FORTALECIDA Tanto os camundongos quanto os humanos tiveram seus sistemas imunes muito fortalecidos com a vacina, o que ficou comprovado por exames de sangue e pela veri-

ficação do aumento de células T de dois tipos: CD4 e CD8 — estas últimas reconhecidamente têm ação contra o câncer.

Segundo especialistas, essa é a primeira vez que essa estratégia é testada *in vivo* — antes dela, experimentos semelhantes haviam sido feitos em cultura de células em laboratório, ou seja, *in vitro*.

Nos camundongos, os pesquisadores usaram proteínas fluorescentes, para poder localizar com precisão a trajetória da vacina em seus organismos. Ao final, confirmaram que tanto as células dendríticas quanto os macrófagos tiveram papéis importantes no reforço do sistema imune dos animais.

Com os três humanos, o RNA usado na vacina foi aquele específico do melanoma, e a dose foi proporcionalmente bem menor que a usada nos roedores.

Interessado em saber mais? Há um detalhado comentário de Jolanda de Vries e Carl Figdor, do Centro Médico da Universidade Radboud (Holanda), na mesma edição em que Sahin e colegas publicaram seus resultados (*Nature*, 16/06/16).

ABATIDAS EM VOO Por que universal? Porque seria possível pôr dentro da nanopartícula qualquer tipo de RNA, o que, no final das contas, faria as células T atacarem apenas as células de um determinado tumor. Vale notar que a vacina de Sahin e colegas não é preventiva. Ela é terapêutica e, assim, deve ser aplicada depois que a doença se instalou.

Outras estratégias — mais complexas do ponto de vista da composição da vacina — estão também em teste neste momento. Mais complexas porque o composto precisa ter um elemento que se ligue às células dendríticas; um antígeno para o tumor; e uma molécula que faça as células dendríticas ativarem as células T, incentivando-as a atacar o tumor. A vacina de Sahin e colegas basicamente elimina dois desses três itens.

Ou seja, a nova estratégia simplifica bastante as atuais, mas precisará mostrar para o que veio, como ocorre com todas as terapias que começaram com uma boa ideia e chegaram aos consultórios médicos, hospitais ou às farmácias do mundo.

E, agora, vem aquela ladainha de sempre; porém, necessária. Esta seção já noticiou promessas semelhantes dezenas de vezes — e já leu, sem exagero, milhares de resultados tão promissores quanto.

Praticamente, todas essas estratégias foram abatidas em voo. E a carcaça de cada uma delas jaz, sem cova e sem lápide, em algum solo esquecido pelos autores de tal promessa. Fica, então, o aviso: a vacina da equipe de Sahin abriu uma trilha que, com sorte, muito dinheiro e esforço, bem como estudos complementares, poderá, em um futuro incerto, chegar aos postos de saúde ou hospitais.



FOTO: STEPHEN DAVIES / FREENAGS

SINTONIA FINA

Ressurreição dos ‘mortos’

Antes de ler esta nota, é importante deixar o aviso: a ciência contida nela talvez seja apenas um ‘verniz’ para tomar um dinheiro de gente aflita com a saúde de parentes ou colegas.

Feito esse alerta, sigamos, portanto.

Uma companhia de biotecnologia dos EUA recebeu permissão, de um comitê de especialistas, para tentar ‘ressuscitar’ 20 pacientes clinicamente mortos. A ideia é tentar reanimar a parte superior da medula espinhal, ligada ao chamado tronco encefálico, e fazer com que os pacientes voltem a respirar e ter batimento cardíaco sem o auxílio de máquinas.

A empresa Bioquark, juntamente com uma congênere indiana, a Revita, tentarão fazer isso ao longo de 20 semanas em pacientes declarados clinicamente mortos do Hospital Anupam, em Rudrapur (Índia), onde um comitê semelhante deu aprovação para essa primeira fase do experimento.

A metodologia das duas empresas envolve uso de drogas, injeção de células-tronco e de proteínas, estimulação elétrica de nervos e terapia à base de *laser* – a mesma testada em tratamento de enxaquecas e Parkinson, por exemplo. Depois, os pacientes – cujas famílias

começam agora a ser contatadas para a obtenção de autorização – serão acompanhados pelos meses seguintes, para averiguar se houve (ou não) melhora de pulso, oxigenação do sangue, respiração, pressão arterial etc.

Sarah Knapton fez uma reportagem extensa sobre a iniciativa para o jornal britânico *The Telegraph* (em inglês: <http://bit.ly/1NSgAOo>). A Bioquark diz que essa primeira fase é apenas uma prova de conceito, como se diz tecnicamente. A ideia é obter mais conhecimento sobre o cérebro na chamada morte clínica, o que, alega a empresa, poderá, quem sabe em longo prazo, ajudar a entender quadros como coma, estado vegetativo, Alzheimer, Parkinson, estados mínimos de consciência e problemas do sistema nervoso central.

Um paciente que teve morte cerebral decretada – isso é feito por um procedimento padrão – pode continuar, por exemplo, a digerir alimentos, defecar e urinar, combater infecções, envelhecer, crescer, bem como levar ao fim uma gestação.

Como alerta para o que se disse no primeiro parágrafo desta nota, vale lembrar aqui de iniciativas similares. Há empresas que cobram

para que um paciente tenha o corpo ou somente a cabeça congelados depois da morte, à espera de que, no futuro, haja tecnologia para trazê-los de volta à vida. O custo para isso é de US\$ 200 mil (cerca de R\$ 700 mil) e US\$ 80 mil (cerca de R\$ 280 mil), respectivamente. Uma das empresas, no Arizona (EUA), mantém cerca de 150 corpos/cabeças nessa situação. Aqui há uma reportagem (em inglês) da NBC News sobre o assunto: <http://nbcnews.to/1TuYYHt>.

Para especialistas, não há a menor evidência de que seja possível vencer a morte e trazer à vida um cadáver – as empresas denominam “clientes” os corpos congelados –, mesmo no mais amplo e estendido futuro. Mas as empresas dizem que estão bem calcadas em ‘evidências’ científicas etc.

O experimento da Bioquark/Revita, pelo menos, foi aprovado por dois comitês de especialistas, e os objetivos dessa primeira fase são, de certo modo, até modestos: investigação de um quadro (morte cerebral) sobre o qual não se sabe muito. As empresas que congelam corpos prometendo ressuscitá-los no futuro soam como pura enganação, pois não há ciência palpável nela. Há só a venda de uma esperança e algum empresário que está ficando com a conta bancária mais gorda.



METEORÍTICA

FERRO DOS CÉUS

Análise de um artefato encontrado na tumba de um faraó acaba de revelar uma novidade: o material de que ele é feito não é deste mundo.

A adaga do rei Tutancâmon – que viveu no século 14 a.C. e morreu aos 19 anos de idade – foi encontrada no sarcófago desse faraó em 1925, três anos depois da descoberta da tumba. O descobridor foi o arqueólogo e egiptólogo britânico Howard Carter (1874-1939).

A peça, com 34,2 cm de comprimento, sempre chamou a atenção não só pela beleza (figura), mas também pelo metal de que era feita. Ela tem um cabo em ouro e cristal, bem como uma bainha, também em ouro, toda ornamentada, com desenhos de flores e penas de pássaros. A adaga estava nas dobras do manto do jovem faraó, próxima à cintura dele, do lado direito.

Agora, uma equipe de pesquisadores da Politécnica de Milão e do Museu Egípcio do Cairo resolveu investigar mais a fundo a origem do metal da lâmina. Com a ajuda de um aparelho portátil que executa uma técnica de análise sofisticada – espectroscopia de



A adaga encontrada em 1925 no sarcófago do faraó Tutancâmon tem a lâmina feita de metal vindo de um meteorito

fluorescência de raios X –, os pesquisadores conseguiram – sem tocar na adaga – descobrir a composição química da lâmina. Com base nos níveis de três elementos químicos (ferro, níquel e cobalto), eles concluíram: o metal é de um meteorito.

Para isso, a equipe comparou os elementos químicos da lâmina com o de vários meteoritos que haviam caído em um raio de aproximadamente 2 mil km da tumba. Eles notaram similaridades com um que caiu na cidade costeira de Marsa Matruh, a cerca de 220 km de Alexandria, no norte do país. A tumba de Tutancâmon está no chamado Vale dos Reis, mais ou menos no ponto médio da extensão do rio Nilo, na porção centro-leste do país.

O ferro encontrado comumente na Terra tem cerca de 4% de níquel. Mas, nos meteoritos, esse percentual é maior: 11%. Mas a certeza de que o metal era meteorítico foi a presença de cobalto, que praticamente não existe em metais terrestres.

Publicado em *Meteoritics & Planetary Science* (v. 51, n. 6, 2016), os resultados de agora – outras tentativas no mesmo sentido feitas no passado chegaram a resultados contraditórios – ajudam a explicar por que a partir do século 13 os egípcios passaram a usar hieróglifos para descrever a expressão ‘ferro que vem do céu’.

“Nosso estudo confirma que os egípcios antigos atribuíam grande valor para o ferro meteorítico para a produção de objetos preciosos”. Ao final da mesma introdução do artigo, lê-se que a alta qualidade da fabricação da lâmina sugere ter havido no tempo de Tutancâmon uma maestria no trabalho com o ferro.

A ‘maldição do faraó’ é a crença de que qualquer um que viole a múmia de um faraó egípcio acaba morrendo em seguida. Houve vários casos de pessoas que entraram na tumba de Tutancâmon e, pouco depois, morreram, sem que houvesse, à época, causa aparente – e a mídia tratou, ao longo das décadas, de disseminar a tal ‘maldição’. Mais tarde, surgiram evidências de que essas mortes poderiam ter sido causadas pelo fungo *Aspergillus niger*, que, segundo especialistas, proliferou no ambiente úmido e escuro das tumbas.

Tutancâmon morreu por problemas consanguíneos e em decorrência de malária, como atestaram estudos recentes. Casou-se aos 10 anos com sua meia-irmã de 12 e não deixou herdeiros.



DANIELA CONNELLI ET AL. / METEORITICS & PLANETARY SCIENCE (2016)

Londres... Pela primeira vez



YONNA

Na tableta acima, está a referência mais antiga até agora ao nome da cidade de Londres. Ela foi escrita por volta do ano 70.

Na peça, lê-se, em latim, *Londinio Mogontio*. Traduzindo: 'Em Londres, para Mogontius' – esta última palavra é um sobrenome de origem celta. Simples assim: cidade e destinatário.

Mogontius está relacionado à Mogontiacum (em português, Mogúncia ou Moguntiaco), nome latino da atual cidade de Mainz, na Alemanha.

A tableta abaixo, segundo o Mola (sigla, em inglês, para Museu de Arqueologia de Londres), é o documento datado (8 de janeiro de 57) mais antigo encontrado no Reino Unido.

Seu conteúdo tem a ver com uma compra.

Tibullus, o libertino (ex-escravo) de Venustus, reconhece uma dívida de 105 denários [moeda à época] com outro libertino, Gratus de Spurius.

No total, foram achadas cerca de 400 dessas tabletas em uma escavação para a construção de um prédio em Londres.

Quase 90 delas já decifradas pelo Mola, que também as mantém em condições ótimas de conservação. A madeira servia como substrato para uma camada de cera preta de abelha, na qual eram entalhadas as letras com a ajuda de um estilete.

Uma exposição com todos os objetos achados será inaugurada ano que vem em Londres.



YONNA

TEMPO DE CONSTRUIR, TEMPO DE QUALIFICAR

UMA COISA É CERTA: nunca antes neste país se construiu tanto como se construirá nesta geração! Construiremos algo equivalente à metade do que foi feito até hoje. Se temos 60 milhões de moradias urbanas, até 2040 elas serão 90 milhões. E, com as moradias, novos equipamentos sociais, novos programas urbanos e novas infraestruturas serão necessariamente construídos.

Agora, se o Brasil aspira ombrear-se aos países desenvolvidos neste século 21, precisará mudar radicalmente o modo pelo qual trata suas cidades.

Explica-se. Nossas cidades foram construídas no improviso, sob grande pressão demográfica, privilegiando o rodoviarismo, com escassa infraestrutura e sem crédito habitacional. Assim, a desigualdade intraurbana e o passivo socioambiental só têm crescido nas últimas décadas. As cidades estão cada vez mais inóspitas e inseguras. Mas vivemos o momento histórico em que a população já não mais cresce. A situação muda completamente.

O desafio que está posto a esta geração é claro, em três vertentes:

1) No mundo contemporâneo, o desenvolvimento depende das boas cidades. Elas concentram os vetores econômicos mais importantes, como o conhecimento, a tecnologia, a cultura, a inovação e os serviços avançados de saúde. A interrelação da economia mundial se dá através delas.

2) No *front* interno, também. Há uma mudança sociodemográfica importante a impactar as cidades. Não temos crescimento populacional; mesmo assim, novas moradias serão construídas – com ou sem financiamento, com ou sem crescimento econômico. Em pouco mais de duas décadas, serão mais 30 milhões, impostos pelo fenômeno da redução do tamanho médio da família, que demanda mais moradias para a mesma população. Onde iremos construí-las? Expandiremos a cidade? Se o fizermos, como a população não cresce, estaremos esvaziando

os lugares hoje ocupados e, portanto, tirando vitalidade dos bairros consolidados. De outro lado, a mudança na estrutura etária resulta em mais idosos. Qual a melhor cidade para eles? A rodoviária e dispersa? Ou a amena, compacta, com espaços públicos bem tratados e seguros?

3) Ainda no *front* interno, há uma mudança política substancial. A consolidação da democracia pede uma agenda inclusiva: sabe-se que o sofrimento diário de dezenas de milhões de cidadãos, sem transporte de qualidade, sem saneamento, sem serviços públicos, não é coisa da natureza nem da grande cidade; tampouco da falta de recursos, mas é produto da imprevidência (e da corrupção). É politicamente insustentável manter-se as desigualdades existentes.

A complexidade dos sistemas urbanos contemporâneos exige mudanças fundamentais do Estado brasileiro em sua relação com a cidade. São indispensáveis estudos contínuos e consistentes, sob a responsabilidade de instituições públicas respeitadas, permanentes. É função de Estado, ainda quando ele seja mínimo. Não dá para o governante resolver as questões urbanas a seu arbítrio, segundo interesses de agentes partidários e de empreiteiras, com as cidades compondo um naco da barganha política e sendo oferecidas impiedosamente à sanha predadora da especulação.

É tempo de construir como nunca antes, mas também de qualificar. Esse é o repto que a história põs frente à atual geração.

Se o país tiver juízo, os brasileiros hoje adolescentes, ao alcançarem a maturidade, estarão vivendo em um Brasil socialmente mais equilibrado, em cidades mais amigáveis, âncoras de um país desenvolvido. **Ca**



FOTO CICERO ROBERTOS

A complexidade dos sistemas urbanos contemporâneos exige mudanças fundamentais do Estado brasileiro em sua relação com a cidade

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

VIDA DE CÃO

Mitos e certezas sobre a origem e dispersão dos cachorros na América

Mónica Berón

*Museu Etnográfico Juan B. Ambrosetti,
Universidade de Buenos Aires (Argentina)
monberon@retina.ar*

Luciano Prates

*Faculdade de Ciências Naturais e Museu,
Universidade Nacional de La Plata (Argentina)
lprates@fcnym.unlp.edu.ar*

Francisco Prevosti

*Centro Regional de Pesquisas Científicas e
Transferência Tecnológica de Anillaco,
Conicet (Argentina)
protocyon@hotmail.com*

* Artigo originalmente publicado
na revista argentina *Ciencia Hoy*

Os primeiros cachorros Como o resto dos animais domésticos, os cachorros surgiram por manipulação de populações silvestres. Embora até há algumas décadas se pensasse que o processo teria sido iniciado de modo intencional e unilateral pelos humanos, com o objetivo de obter um animal para defesa, um ajudante de caça ou um bicho de estimação, hoje muitos cientistas defendem que o processo foi mais complexo e que consistiu em uma coevolução de canídeos e humanos. Os mesmos canídeos poderiam ter desencadeado o processo, possivelmente com a crescente aproximação de matilhas silvestres em busca de alimento aos assentamentos e sítios de caça de grupos humanos.

Há milhares de anos, humanos e canídeos (cachorros, lobos, raposas, coiotes, chacais e outros já extintos) mostraram forte atração recíproca e mantiveram intensas interações com facetas econômicas, sociais, religiosas e mesmo afetivas. Em alguns casos, os canídeos foram competidores ou inimigos dos humanos; em outros, transcenderam a animalidade para se integrar ao tecido social e ideológico das populações humanas. Adquiriram esse *status* quase humano tão frequente na sociedade moderna há milhares de anos, quando a interação entre os habitantes da atual Europa e os canídeos silvestres deu origem ao animal doméstico mais antigo e versátil: o cachorro. Isso marcou o nascimento da mais estreita e duradoura relação entre humanos e animais, e iniciou uma rápida expansão geográfica dos cachorros.

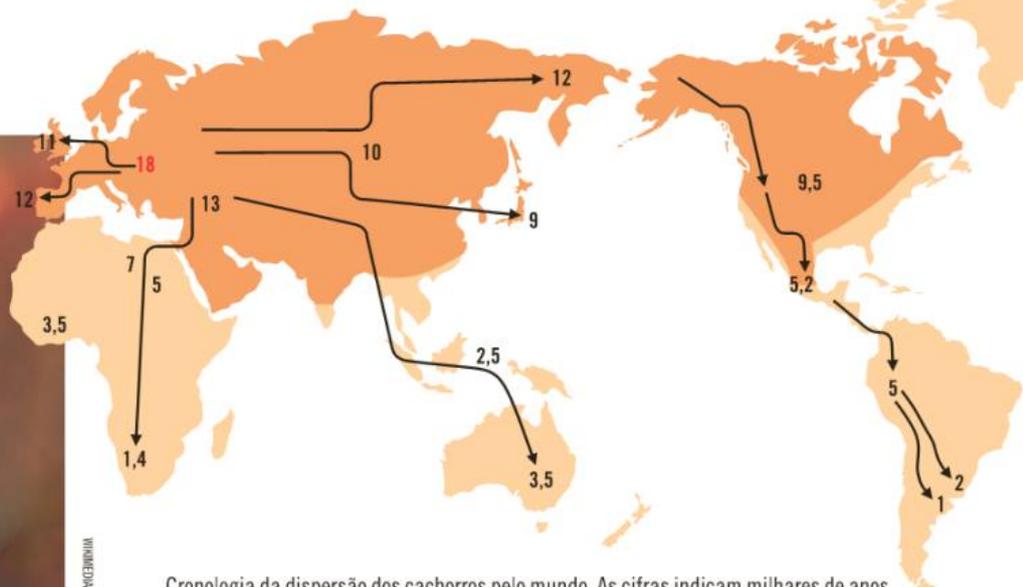
O comportamento oportunista dos canídeos mais curiosos teria facilitado uma crescente familiarização com as pessoas, e favorecido a seleção genética natural dos indivíduos mais mansos e sociáveis. Ao mesmo tempo, teria se despertado o interesse dos humanos por esses animais e levado os primeiros a buscar acentuar a seleção reprodutiva dos canídeos mais sociáveis e, possivelmente, dotados de outros traços desejáveis, tanto físicos quanto de conduta. Independentemente de essa seleção ter sido intencional ou acidental, seus efeitos se acumularam ao longo do tempo, e as diferenças entre esses canídeos crescentemente domésticos e seus congêneres silvestres foram se acentuando.

O tema segue aberto, com uma consequência importante. A opinião majoritária entre zoólogos, expressa no Código Internacional de Nomenclatura Zoológica, não aceita como nomes científicos válidos aqueles dados a animais 'criados' por seleção sob controle humano. Isso significa rejeitar os que às vezes se aplicam aos cachorros (*Canis familiaris* ou *Canis lupus familiaris*). A hipótese da coevolução, no entanto, poderia enfraquecer essa rejeição e abrir a possibilidade de que os cachorros recebam como espécie um nome científico.

Outro tema de debate é quando e em que contexto apareceram os primeiros cachorros, e se todos se originaram de um >>>



IMAGEM: SHUTTERSTOCK / DOMINIC PULICHO



Cronologia da dispersão dos cachorros pelo mundo. As cifras indicam milhares de anos antes do presente; todos os valores são aproximados, e o que aparece em vermelho mostra o lugar e o momento provável mais recente em que deve ter ocorrido sua domesticação a partir do lobo (*Canis lupus*, ao lado), cuja área natural de dispersão está em verde. Embora haja total concordância sobre o ancestral do cachorro, a diversidade de opiniões com relação ao lugar, ao momento e aos detalhes do processo de domesticação é grande

Foto atual de um lobo-cinzento euroasiático (*Canis lupus*), de cujos ancestrais descendem todos os cachorros. A grande variedade deles é resultado de milênios de criação seletiva pelos seres humanos

único processo de domesticação. Até o início do século 19, a explicação dominante indicava origens independentes em diferentes locais do mundo e a partir de diversos canídeos silvestres, como o lobo-cinzento (*Canis lupus*) e o chacal-dourado (*Canis aureus*) na Europa, e o coiote (*Canis latrans*) na América do Norte.

Mas recentes estudos anatômicos, de conduta e genéticos sugerem que o lobo-cinzento é o único progenitor de todos os cachorros atuais e que estes teriam se originado a partir de lobos europeus de maneira independente. Pesquisas com DNA nuclear, que avaliam essa única origem do cachorro, também sugerem que ele teria cruzado com o lobo durante o Holoceno (nos últimos 12 mil anos). Isso explicaria sua diversidade e por que se chegou a pensar em múltiplos ancestrais.

Os registros mais antigos de cachorros de que se tem notícia têm cerca de 15 mil anos e vêm da Europa Central. No entanto, considerando que o processo de domesticação foi longo e que dificilmente se encontrariam evidências de suas etapas iniciais, é razoável pensar em uma origem anterior a essa data, talvez uns 18 mil anos antes do presente.

O que chama a atenção é que nesse momento os grupos humanos eram basicamente caçadores-coletores, organizados em pequenos grupos nômades de várias famílias. Ainda não existiam sociedades organizadas em aldeias mais

estáveis, onde surgiu o resto dos mais de 30 animais domésticos. Isso dá sentido à ideia da coevolução de cachorros e humanos, porque explica melhor como o complexo processo da domesticação conseguiu se cristalizar apesar de as sociedades não poderem controlá-lo, dada a sua vida nômade.

Que os cachorros atuais descendam de uma única população ancestral de lobos não implica que não tenham ocorrido tentativas frustradas de domesticação de outras populações ou espécies. Parece ter havido domesticações malsucedidas na Bélgica e na Rússia há mais de 25 mil anos. Estudos recentes de DNA sugerem que na Terra do Fogo (Argentina) pode ter se originado um cachorro local entre os últimos povos canoieiros, a partir da domesticação de populações locais de raposa-colorada (*Lycalopex culpaeus*). Mas é uma conclusão tirada de uma única pele, da qual não se têm dados fidedignos sobre sua procedência.

Tudo parece indicar, então, que os cachorros atuais se originaram no que hoje é a Europa central, e que dali se disseminaram com surpreendente velocidade pela maior parte da Eurásia, o Oriente próximo, a China e a Sibéria, o que não ocorreu com nenhum outro animal doméstico até épocas muito mais recentes. Seguiram depois seu itinerário expansivo e chegaram ao Japão, à África, ao Sudeste Asiático, à Austrália e América, incluindo o atual território argentino.

O cachorro na América Cronistas e viajantes observaram – com certa surpresa – a presença de cachorros entre os indígenas americanos na fase inicial da colonização. Alguns defendem que os animais teriam sido trazidos pelos europeus e adotados pelos indígenas, enquanto outros atribuem sua presença na América – e, inclusive, sua domesticação local – à uma época anterior à chegada dos europeus.

Apesar da discordância inicial de opiniões, a ideia de que existiram cachorros na América em tempos pré-colombianos tornou-se dominante no século 19. Aparentemente, os cachorros apareceram primeiro na América do Norte e depois na América do Sul – o que reitera a teoria de que o povoamento humano teria ocorrido também do norte para o sul. Também não está claro o lugar que ocuparam os cachorros nas esferas econômica, simbólica e religiosa das sociedades americanas.

É provável que os cachorros tenham entrado em companhia de alguns dos imigrantes que chegaram ao continente americano entre 16 mil e 11,5 mil anos atrás, embora os primeiros registros arqueológicos encontrados no hemisfério Norte sejam mais modernos (entre 10 mil e 9 mil anos atrás).

Depois de vários milênios, a presença de cachorros tornou-se comum na região que vai desde o atual território do Canadá até o do México, tanto entre os grupos de caçadores-pescadores do Ártico quanto nas complexas sociedades da bacia do Mississippi, do México e da América Central.

A arqueologia e a etno-história têm registrado diversos usos dos cachorros: serviam de alimento e na guerra, aproveitavam-se suas peles, eram animais de defesa, caça, companhia e até carga, além de terem funções rituais. A seleção de características desejáveis para distintos fins levou ao surgimento de várias raças, entre elas as dos ca-

chorros criados por sua lã pelos caçadores-pescadores da atual Colúmbia Britânica, as dos grandes cachorros empregados pelos caçadores de bisões das planícies norte-americanas para carga e tração em carros deslizantes, as dos cachorros dos esquimós utilizados para transporte e caça no Ártico, e as dos cachorros *xoloitzcuintle*, ou *pelones* (sem pelo), e *tlalchichi* (antecessores dos atuais chihuahuas) do México, que eram animais de companhia, alimento e oferendas rituais.

O conhecimento sobre os cachorros pré-colombianos na América do Sul é bastante fragmentário. São duvidosas as provas de sua presença. Na região andina, desde o Equador até o norte do Chile, e especialmente no Peru, há numerosos dados, mas não superam os 5 mil anos de antiguidade. Ali, os cachorros foram, sobretudo, animais de companhia, possivel-

mente auxiliares de pastoreio e parte importante de ritos, cerimônias e acontecimentos funerários, em sociedades que praticavam a agricultura e o pastoreio de camelídeos e estavam organizadas em hierarquias sociais hereditárias.

À luz das ponderações anteriores e de estudos recentes feitos pelos autores



FOTO WALTERS ART MUSEUM / DOMÍNIO PÚBLICO

Ao lado, vasilha mexicana da cultura Colima (200 a.C. a 500 d.C.). Abaixo, cachorro *xoloitzcuintle* ou *pelón* mexicano

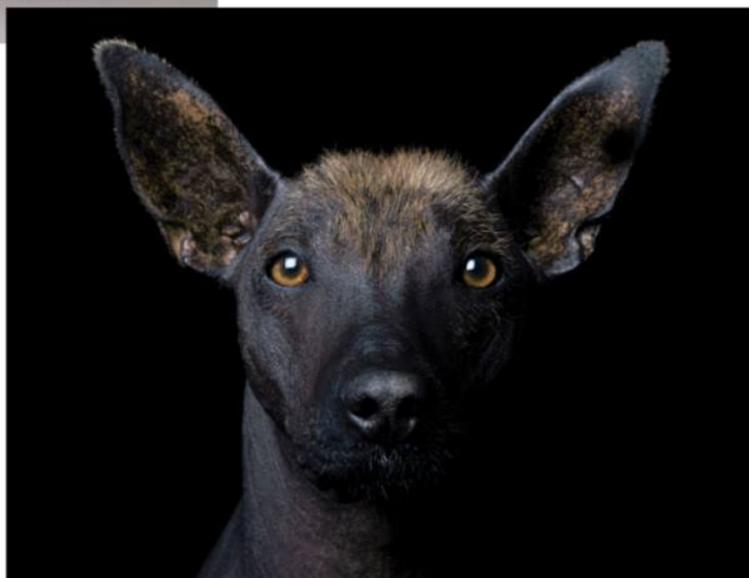


FOTO ALEX GERRNS, CORTESIA DE MIMIXOALQUAS.COM

deste artigo, sugerimos que a generalização tardia de cachorros na América do Sul pôde ter resultado de relações entre as sociedades agrícolas do México e dos Andes.

Há vários registros da presença de cachorros no atual noroeste argentino, conhecidos desde a publicação do trabalho clássico de Ángel Cabrera citado nas 'sugestões de leitura'. Os achados provêm de diferentes sítios arqueológicos das províncias de Jujuy, Salta e Catamarca (Casabindo, Tilcara, Humahuaca, Tastil, Hualfín e Andalgalá, entre outros) e correspondem, principalmente, a esqueletos e múmias.

Os cachorros foram enterrados intencionalmente de um modo similar aos humanos, e seus restos foram datados nos séculos 15 e 16, em tempos de domínio inca; ou seja, são mais tardios que os primeiros registros similares nos Andes Centrais e avalizam a hipótese da dispersão dos animais do norte para o sul entre as sociedades andinas.

As evidências mais antigas de cachorros em outras regiões sul-americanas provêm do atual Uruguai, onde também se encontraram restos enterrados intencionalmente faz mais de 2 mil anos – a maioria junto a corpos humanos – em

uns montículos conhecidos como 'cerritos de índios', de caçadores-coletores, que também cultivavam em pequena escala. Alguns estudos desses restos apontaram semelhanças com os cachorros *pelones* do Peru, o que implicaria uma conexão com a região andina; possivelmente, contatos entre as sociedades que habitavam ambas as regiões.

No resto da América do Sul, há muito poucas evidências capazes de validar a hipótese de uma presença pré-colombiana de cachorros. Embora não haja achados arqueológicos na bacia do rio Amazonas, existe abundante informação etno-histórica (observações precoces de cachorros) e linguística (existência de diversos vocábulos de línguas nativas para se referir a eles) que sugere uma história longa na região.

Cachorros pré-colombianos nos Pampas e na Patagônia

Tradicionalmente, acreditava-se que os indígenas dos Pampas e da Patagônia só conheceram os cachorros com a chegada dos europeus. Mas, entre o início do século 20 e a década de 1980, acumularam-se evidências a favor da hipótese de que os primeiros povoadores do extremo sul da América teriam chegado – há pouco mais de 10 mil anos – acompanhados por cachorros. Entre essas evidências, é possível mencionar os restos achados nas cavernas Fell (entre 10,7 mil e 8,4 mil anos atrás) e Eberhardt, no sul do Chile; e os encontrados nos sítios Los Toldos (na província argentina de Santa Cruz) e Río Luján (na província de Buenos Aires).

Entretanto, os que pareciam ser restos de cachorros acabaram correspondendo a canídeos silvestres, sobretudo a *Dusicyon avus*, uma raposa autóctone extinta na região há menos de 500 anos. Algumas de suas características anômicas (tamanho grande, mandíbula robusta com grandes molares) eram similares às do cachorro e explicam a confusão.

No fim dos anos 1980, as evidências haviam sido contestadas e, no seu lugar, reinava uma atmosfera de incerteza, que manteve o tema fora de debate por mais de duas décadas. Isso mudou a partir de 2010, quando se revelaram novos achados de cachorros em sítios arqueológicos

Restos de um menino (à esquerda) enterrado com um cachorro há cerca de 900 anos, em La Pampa (Argentina)



FOTO: SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS CHENQUE I, PARQUE NACIONAL LINCOLN, CALE

lógicos pré-históricos na Argentina no vale do rio Negro, no Parque Nacional Lihuel Calel e no delta inferior do rio Paraná, datados em torno de 900 anos antes do presente.

No primeiro sítio, só se encontraram algumas peças dentárias caninas entre restos de comida de um acampamento, e, no último, foi achado o que se interpretou como um enterro intencional de um cachorro, mas não foi divulgada suficiente informação sobre sua posição e sobre como se relaciona com os restos humanos encontrados no mesmo lugar.

O achado mais interessante é o Chenque 1: a tumba de uma criança e um cachorro cujo contexto sugere que era um animal de companhia – era prática comum em povos pré-históricos sacrificar mascotes e enterrá-las com seus donos. O menino ocupava, possivelmente, uma posição de hierarquia social, porque é a única criança desse cemitério sepultada com um valioso enxoval funerário, que inclui moluscos marinhos e diversos adornos corporais. Por outro lado, a posição do menino e do cachorro, cuidadosamente colocados um frente ao outro, o animal com suas quatro patas sobre o garoto, faz pensar num ritual mortuário que buscou perpetuar o vínculo entre ambos.

Poucas certezas, muitas perguntas

Deste percurso rápido pela história dos cachorros, resultam poucas certezas e várias perguntas. Acreditamos hoje que esses animais apareceram há mais de 18 mil anos, possivelmente, na Europa Central, depois de um processo complexo de interação entre seres humanos e alcateias (grupos de lobos). Não apenas foi o primeiro animal doméstico: foi o único capaz de acompanhar os humanos em cada rincão habitável do planeta. Entraram na América com os humanos e adquiriram grande diversidade de características anatômicas e de comportamento que lhes permitiram exercer variadas funções econômicas, sociais e simbólicas, tanto entre grupos de caçadores-coletores quanto em sociedades com organização mais complexa.

Na América do Sul, apesar da informação escassa e fragmentária, pode-se, pelo menos provisoriamente, pensar que seu processo de dis-



Mulher de etnia Dakota, dos prados norte-americanos, com um cachorro que arrasta o dispositivo chamado *travois*

persão aconteceu alguns milênios depois do que na América do Norte, pelos contatos entre as sociedades aldeãs mesoamericanas e as andinas não antes de 5 mil anos atrás. É possível que os cachorros tenham se juntado aos grupos de caçadores-coletores dos Pampas e da Patagônia a partir de 1,5 mil anos antes do presente, quando se intensificou a circulação de pessoas, bens e ideias por longas distâncias.

Ainda ficam sem respostas questões como por que os cachorros aparecem tão pouco no registro arqueológico do sul do continente, e se eles desempenharam algum papel importante fora da esfera simbólica, por exemplo, como cachorros de caça, defesa ou ataque.

Muito além das perguntas ainda em aberto, da longa e complexa história de relações entre canídeos e humanos emerge com clareza o fato de que a chegada dos cachorros mudou de modo formidável e definitivo o futuro de ambas as espécies. **PH**

Sugestões para leitura

CABRERA AL, 1934, 'Los perros domésticos de los indígenas del territorio argentino', *Actas y Trabajos Científicos del XXV Congreso Internacional de Americanistas*, t. 1, pp. 81-93, Coni, Buenos Aires.

CROCKFORD SJ, 2000, *Dogs Through Time: An archaeological perspective*, Archaeopress, Oxford.

LARSON G *et al.*, 2012, 'Rethinking dog domestication by integrating genetics, archeology and biogeography', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1-8. doi:10.1073/pnas.1203005109.

MARTIN FM, 2013, *Tafonomía y paleoecología de la transición Pleistoceno-Holoceno en Fuego-Patagonia*, Ediciones de la Universidad de Magallanes, Punta Arenas.

PRATES L, PREVOSTI F y BERÓN M, 2010, 'Los perros prehispánicos del cono sur. Tendencias y nuevos registros', en Berón M *et al.*, *Mamül Mapu. Pasado y presente desde la arqueología pampeana*, pp. 215-228, Libros del Espinillo, Ayacucho. Acessível (agosto 2014) em https://www.academia.edu/1455335/los_perros_prehisp%C3%81nicos_do_cono_sur_tendencias_y_nuevos_registros



Machado de Assis
aos 57 anos,
1896

MACHADO DE ASSIS

O escritor na visão de seus contemporâneos

Hoje, é consensual que Machado de Assis seja um dos maiores nomes – para muitos, o maior – da literatura brasileira de todos os tempos. Porém, a crítica nem sempre reconheceu as qualidades do texto desse romancista e contista brasileiro.

Alguns de seus contemporâneos, por exemplo, tinham opiniões bem conflitantes sobre a obra do autor de clássicos como *Memórias póstumas de Brás Cubas* e *Dom Casmurro*.

Seria Machado de Assis um mero imitador? Romântico tardio? Ou gênio destoante?

Maurício Maia Aguiar

*Unidade Acadêmica de Ciências Sociais,
Universidade Federal de Campina Grande (PB)*

A crítica literária brasileira do final do século 19 acreditava que uma análise mais completa dos livros de Machado de Assis – ou de qualquer outro escritor – dependia da capacidade do crítico em identificar as correspondências entre a obra e o autor. Os livros então recém-lançados eram comumente apresentados ao público em resenhas literárias publicadas nos jornais, e, em curto espaço, traçava-se, em linhas gerais, a unidade entre obra e autor, normalmente designada co-

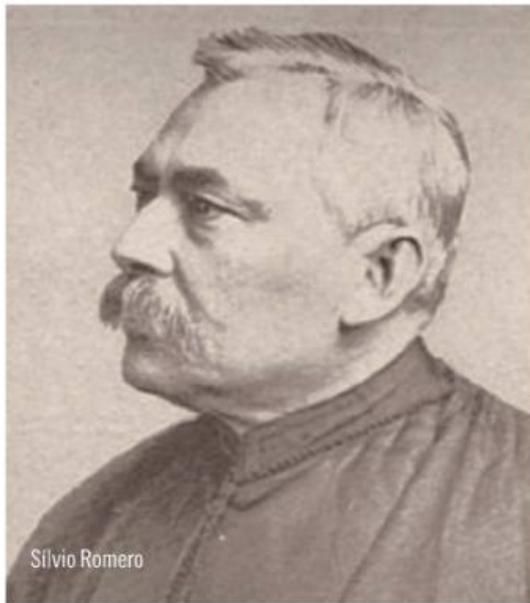
mo ‘temperamento artístico’ ou ainda ‘gênio literário’.

Ao ser delineado o gênio literário, ainda era frequente um passo além: julgar o valor desse temperamento em face do contexto social e político. Criavam-se, assim, perfis do escritor, ‘imagens’ ético/morais baseadas nessa correlação entre nuances dos escritos e da figura pública, identificadas por cada crítico.

O quadro de correspondências entre a personalidade do autor, a obra e o contexto histórico – as quais compunham a descrição do >>>

temperamento artístico –, muitas vezes, dissimula o entrelaçamento de interpretações multifacetadas. Essas interpretações oscilam pelos mais variados motivos, desde o critério teórico empreendido pelo crítico, seus ideais políticos até as relações estabelecidas com o escritor analisado. Desse modo, seria uma tarefa difícil compor uma imagem coerente e íntegra do próprio Machado a partir dessa grande variedade de qualificações que lhes foram atribuídas.

Em vez de buscar uma imagem ‘real’ do temperamento artístico machadiano – ou qual



Sílvio Romero



José Veríssimo

perfil estaria ou não mais próximo da ‘exatidão’ –, talvez, o caminho mais interessante seja explorar justamente essa diversidade de perfis criados pelos críticos, e identificar elementos que ajudam a compreender tais ‘retratos’ de Machado de Assis. Portanto, por meio das resenhas críticas e poucos livros com maior densidade, não encontraremos especificamente Machado, mas as tentativas de ‘retratá-lo’.

Esboçar algumas dessas tentativas de retrato nos permite entender um pouco o contexto artístico e intelectual no qual estava imerso o próprio Machado e com quem sua literatura dialogou imediatamente. Para isso, serão tratados aqueles que mais condensaram em seus escritos certas formas de compreender o temperamento artístico de Machado e que, além disso, oferecem um panorama interessante do final do século 19 e início do seguinte. São eles os historiadores da literatura e críticos literários mais ilustres, o paraense José Veríssimo (1857-1916) e o sergipano Sílvio Romero (1851-1914).

Conflitos de olhares

Os perfis de Machado de Assis elaborados por Veríssimo e Romero expõem parâmetros divergentes de compreensão da crítica literária. No entanto, essa divergência não estava propriamente relacionada às escolhas teóricas. Ambos surgem no cenário público no bojo dos entusiasmos da tradição intelectual fundada pela Escola de Recife em 1870, que adaptava as teorias correntes, como o evolucionismo biológico e o racionalismo historiográfico, para os mais diversos ramos das humanidades e também para análise da literatura.

Portanto, Romero e Veríssimo desenvolveram-se intelectualmente com afinidades teóricas que formaram a base para o naturalismo, devido às pretensões em relacionar as categorias de compreensão das sociedades e dos indivíduos com as obras literárias. Inclusive, os interesses desses dois críticos, muitas vezes, extrapolam a análise literária, dirigindo-se, em vários momentos de suas carreiras, para áreas de conhecimento mais próximas

ao que viria a se tornar a antropologia, com estudos sobre formação racial e étnica, bem como do folclore brasileiro.

Essa incursão nos estudos da sociedade brasileira – especialmente, da população do campo – não era despropositada. Ao contrário; pois, na verdade, o estudo da literatura era um dos meios de conhecimento da realidade nacional, uma forma de compreender o próprio povo. Contar a história da literatura nacional significava, para eles, descrever a evolução da sociedade brasileira – principalmente, sua formação racial e moral.

Nesse contexto intelectual, o romantismo torna-se a escola a ser combatida. Logo no início de suas atividades intelectuais, Veríssimo, em *A literatura brasileira: sua formação e destino* (1877), e Romero, em *A poesia das Phalenas*, publicado em 1870, no jornal *A crença*, caracterizaram a escola literária romântica como representante de uma literatura sem critérios racionais de apreensão da realidade, com idealizações a respeito dos índios e da sua importância histórica para a formação racial – portanto, com pretensões de escrever ficcionalmente a história nacional sem bases empíricas precisas.

Machado de Assis, identificado por ambos como um tardio representante desse gênero, foi alvo dos textos críticos de Veríssimo e Romero, sendo acusado nesses escritos de excesso de subjetivismo e descompasso com a estética científica emergente. Seus romances eram sempre urbanos e quase não tocavam em questões da miscigenação ou qualquer base ‘popular’.

Machado responderá às críticas em um dos seus ensaios mais célebres, *A nova geração*, de 1879, no qual defende o valor histórico do romantismo e ironiza os arroubos “radicais” da juventude – essa ironia recai principalmente sobre a poesia científica de Romero –, afirmando que, apesar de buscarem com tanto afinco a ruptura drástica com o romantismo, alguns membros dessa nova geração ainda “cheiram ao mais puro leite romântico”.

Esse primeiro perfil de Machado de Assis – como um romântico tardio de pendor sub-

jetivista – é alterado em 1882 com a publicação do livro que define um marco entre os seus romances, *Memórias póstumas de Brás Cubas*, compreendido por alguns de seus contemporâneos como seu afastamento da escola romântica. É justamente a partir desse momento que é possível sinalizar a distinção entre as interpretações empreendidas por Romero e Veríssimo a respeito de Machado de Assis.

Dois descompassos

Romero procurou manter o sentido de sua perspectiva inicial, mas aguçou em muitas páginas a crítica depreciativa, em um livro inteiramente dedicado à análise da obra de Machado de Assis em comparação com a de Tobias Barreto (1839-1889), o grande nome da Escola de Recife e da geração de 1870, segundo o próprio Romero.

O livro, intitulado *Machado de Assis*, foi publicado originalmente em 1897, mas, apesar da distância de 18 anos em relação ao ensaio *A nova geração*, não consegue dissimular o ressentimento das reprimendas que sofreu. Independentemente da motivação vingativa do livro, Romero e seu pendor por “falar verdades” nos oferece um bom panorama das relações de compadrio da vida literária e seu mundo de críticas sem substância, apenas para “inglês ver”.

Segundo Romero, as relações pessoais ou interesse por ascensão social e *status* prevalecem sobre o mérito, esvaziando o rigor necessário à crítica literária. Ataca-se ou elogia-se apenas movido por interesses. Essa definição do ambiente intelectual brasileiro lhe fornece a base para identificar a consagração de Machado de Assis. Romero o descreve como um “mulato” sem grandes talentos e de desenvolvimento artístico tardio. Sua obra é vista como um projeto de ascensão social, sem nenhuma análise e com fumaças de pretensões filosóficas.

Mas, talvez, o desenho geral e decisivo de seu retrato seja a feição de inautenticidade que Romero confere ao temperamento artístico de Machado de Assis. O humorismo e o

>>>

pessimismo frequentes na obra madura revelariam o descompasso de Machado com a realidade nacional no processo de formação racial. Descompasso em dois sentidos. Em primeiro lugar, destaca o descompromisso de Machado com a ação pública, para ele indispensável aos artistas e intelectuais. Em segundo, indica como o temperamento de Machado foi artificialmente modelado.

Para Romero, o brasileiro não é pessimista – pelo contrário. Apesar da raça em formação, o comportamento típico do brasileiro já dava sinais de ter afeição pela alegria, sem as tendências melancólicas dos pessimistas. E, além disso, os intelectuais e artistas teriam o compromisso de apresentar o quadro de desenvolvimento da nação, orientando – na medida das limitações que essas interferências possuem – para que a raça em formação consiga desenvolver suas potencialidades características.

O jovem Machado aos 25 anos, 1864



Nada da postura cética que os narradores machadianos representavam, a observarem o mundo sem a energia e interesse para a ação. Machado de Assis, para Romero, seria a manifestação das inseguranças do processo de formação racial, pois teria se apoiado em modelos exógenos, como o pessimismo e humorismo característicos das raças germânicas. Esse estilo inautêntico decorreria de sua recusa em buscar em si e no seu entorno os elementos que corroborassem uma manifestação artística mais condizente com o brasileiro e, ainda, com os desafios políticos e sociais da época – pelo menos, tal como ele a compreendia.

Nova alternativa

O perfil de Machado passa por alterações mais radicais nos retratos tardios de Veríssimo. Isso não significa que o crítico de origem paraense tenha abandonado inteiramente suas influências naturalistas e deixado de considerar as categorias de raça e meio para compreender o pensamento e a imaginação nacionais. As categorias povo e nação ainda são referenciais importantes, pois Veríssimo empreendeu, assim como Romero, a pesquisa e escrita da *História da literatura brasileira* – aliás, título dado às principais obras de ambos –, com pretensão em encontrar traços comuns que conferissem unidade à literatura ‘brasileira’, bem como à formação nacional.

O curioso em relação ao projeto da *História da literatura brasileira* de Veríssimo é o lugar ocupado por Machado de Assis nessa narrativa da formação do espírito nacional. Ele é o último literato retratado, como se todo o desenvolvimento da literatura brasileira se encaminhasse na direção de Machado. Mas não é bem assim.

Repetindo comentários já delineados desde a resenha que escreve no *Jornal do Brasil* em 11 de janeiro de 1892, Veríssimo afirma que Machado ocupa “um lugar especial na literatura brasileira”, não por ser o principal nome ou mais importante nome dessa literatura, mas por ter características literárias e de temperamento incomuns, que não devem

ser medidas por nenhum “critério nacionalístico”. No entanto, ao contrário da feição negativa conferida a Machado por Romero – o qual enxerga nesse ‘desvio’ a manifestação do temperamento inseguro e tendente à imitação –, Veríssimo considera Machado um gênio.

É necessário esclarecer a forma distinta como ambos compreendiam a genialidade. Para Romero, ela significa a expressão de um povo e momento histórico condensados em algum artista, pensador ou até mesmo em polemistas e oradores. Assim, a discrepância entre o temperamento de Machado e o nacional seria uma evidência de seu caráter comum e medíocre para a literatura.

Quando Veríssimo descreve Machado como gênio, sua intenção é bem diferente. Ele compartilha da mesma percepção de Romero sobre o caráter deslocado de Machado de Assis em relação ao temperamento nacional. Entretanto, esse ‘desvio’ ganha contornos positivos para Veríssimo, pois demonstraria a capacidade de Machado preservar e desenvolver sua individualidade autêntica, indiferente ao ambiente moral refratário ao culto estético e à leitura.

Desse modo, uma das modalidades de genialidade é justamente essa estranheza frente ao meio, por ter temperamento destoante em relação à cor local. Considerar Machado como um gênio peculiar e, mesmo assim, colocá-lo no final de sua narrativa da história literária brasileira cria nova alternativa à crítica e historiografia literárias, pois aponta para a possibilidade, ainda que incomum, de a arte não significar necessariamente um meio de compreensão do povo, ainda mais por meio de referenciais teóricos, como raça e miscigenação.

Imitador ou gênio?

O debate a respeito do temperamento literário de Machado de Assis – primeiro presidente da Academia Brasileira de Letras – trata, indiretamente, do papel do escritor no cenário público. Quais são os compromissos do literato com a sociedade?

Para Romero, esses compromissos passam pela atuação sistemática na vida política. O gênio, por ser a forma concentrada das características do povo, de sua autenticidade, guia o movimento das transformações raciais e sociais por meio de ideais mais fortes e mais bem adaptados. Luta constantemente contra tudo aquilo que lhe seria exógeno e artificial. Machado de Assis, portanto, seria apenas um desvio a ser superado e esquecido no processo de seleção histórico.

Para Veríssimo, Machado de Assis simboliza a autonomia da literatura frente à sociedade. Apesar de condicionada pela nacionalidade, há outro caminho possível para a literatura, ainda que raro: a individualidade que mantém sua autenticidade em contraponto ao temperamento nacional. Desse modo, a genialidade não adviria apenas da raça; ela poderia brotar das experiências subjetivas e peculiares. Nessa via de expressão da genialidade, a luta é pela autonomia, um ato de defesa contra a mediania que residiria na sociedade. E, para vencer essa expansão, é necessário o recolhimento, com controle do próprio ímpeto ou, pelo menos, a aparência de imparcialidade.

Esse embate na interpretação de Machado de Assis – entre o imitador e o gênio independente – aponta para as próprias possibilidades de ser artista na sociedade brasileira do período, uma disputa pelos modelos que dão outro significado às simpatias e antipatias pessoais desses importantes intelectuais em relação a Machado. 

Sugestões para leitura

AGUIAR, M. M. ‘Machado de Assis em perspectiva: os olhares divergentes de Sílvio Romero e José Veríssimo’. *Sociologia & Antropologia*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, pp. 269-296, abril 2015. Disponível: <http://bit.ly/1Xc2MRR>

Sufocados pela cidade

A degradação dos
rios pela expansão urbana



Arroio Dilúvio, em Porto Alegre (RS). Além de receber esgoto não tratado e grande quantidade de resíduos sólidos, esse riacho teve suas margens e a área de sua planície de inundação concretadas, como resultado da expansão urbana

Não é novidade que a expansão rápida e desordenada das cidades tem causado a degradação de muitos rios. Além da poluição lançada em suas águas, a modificação do percurso dos rios e a pavimentação de suas margens afetam a diversidade desses ecossistemas e provocam alterações em sua dinâmica hidrológica que levam a inundações de áreas urbanas em períodos de chuva. A urbanização também contribui indiretamente para a degradação dos rios, ao reduzir a cobertura vegetal em seu entorno. Essas e outras questões são discutidas ao longo deste artigo, que também trata da possibilidade de recuperação de corpos d'água degradados.

Roberto Nascimento de Farias
Marcos Paulo Figueiredo-Barros
Francisco de Assis Esteves

*Programa de Pós-graduação em
Ciências Ambientais e Conservação (PPG CiAC),
Universidade Federal do Rio de Janeiro, campus Macaé*

Os rios fornecem um elemento crucial para a existência da vida: a água. Isso torna esses ecossistemas extremamente importantes, sob o ponto de vista ambiental, social e econômico. Em condições naturais, o fluxo de água das nascentes (a montante) à foz (a jusante) molda o leito do rio, que, juntamente com galhos, folhas e seixos ('pedras'), criam uma variedade de habitats que abrigam diversas espécies aquáticas (figura 1). Em períodos de cheias, a água extravasa do canal para as margens e possibilita a troca de nutrientes entre o rio e os ambientes adjacentes, o que garante a sobrevivência de muitos organismos.

As primeiras grandes civilizações, na Mesopotâmia (onde hoje é o Iraque), na China, na Índia e no Egito, prosperaram próximas a grandes rios. A civilização egípcia, por exemplo, surgiu no meio de um deserto no norte da África, há mais de 5 mil anos. A sua sobrevivência somente foi possível porque o rio Nilo atravessa todo o Egito e, todos os anos, na mesma época, ele enchia, transbordava e alagava suas margens. Quando o nível da água

diminuía, restava uma camada de húmus (matéria orgânica) que tornava o solo extremamente fértil.

Ainda hoje, os rios têm uma importância enorme para o desenvolvimento da sociedade. São eles que fornecem água para atividades agrícolas, areia para a construção civil, pescado, e garantem boa parte da produção de energia elétrica. Além disso, em regiões como a Amazônia, são cruciais para a navegação.

Apesar de sua importância ambiental, social e econômica, os rios têm sido muito degradados, especialmente em áreas urbanas. Nas cidades, a cada dia surgem novos prédios, novas indústrias, além de mais ruas e avenidas. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), hoje mais de 50% da população mundial vive em áreas urbanas e estima-se que essa parcela seja de 70% até 2050. Em sua busca constante por novos espaços, as cidades se expandem e avançam sobre os cursos d'água. Com isso, os rios são reduzidos a canais retilíneos, espremidos pelo concreto das margens e têm seu funcionamento alterado de diversas formas (diretas e indiretas).

>>>

Alterações diretas Em geral, as pessoas associam a degradação dos rios em áreas urbanas à presença de resíduos sólidos (garrafas plásticas, móveis, eletrodomésticos etc.). No entanto, grande parte das intervenções humanas se dá por meio de alterações na estrutura física dos canais.

Em condições naturais, os rios geralmente são sinuosos, ou seja, têm muitos meandros (curvas) ao longo de seu comprimento. A maior sinuosidade auxilia no controle do fluxo de água após tempestades, pois absorve energia e protege o leito e as margens da erosão excessiva. Os rios preservados também tendem a ser bastante heterogêneos, isto é, apresentam em seu leito uma grande diversidade de habitats para pei-

Figura 1. Rio em condições naturais (trecho superior do rio Macaé, Rio de Janeiro). Estruturas como rochas, galhos e troncos interagem e criam uma grande diversidade de habitats para os organismos aquáticos



FOTO FRANCISCO DE ASSIS ESTEVES



FOTOS ROBERTO NASCIMENTO DE FARFAS

xes e invertebrados, que os usam como locais para reprodução, alimentação e refúgio de predadores.

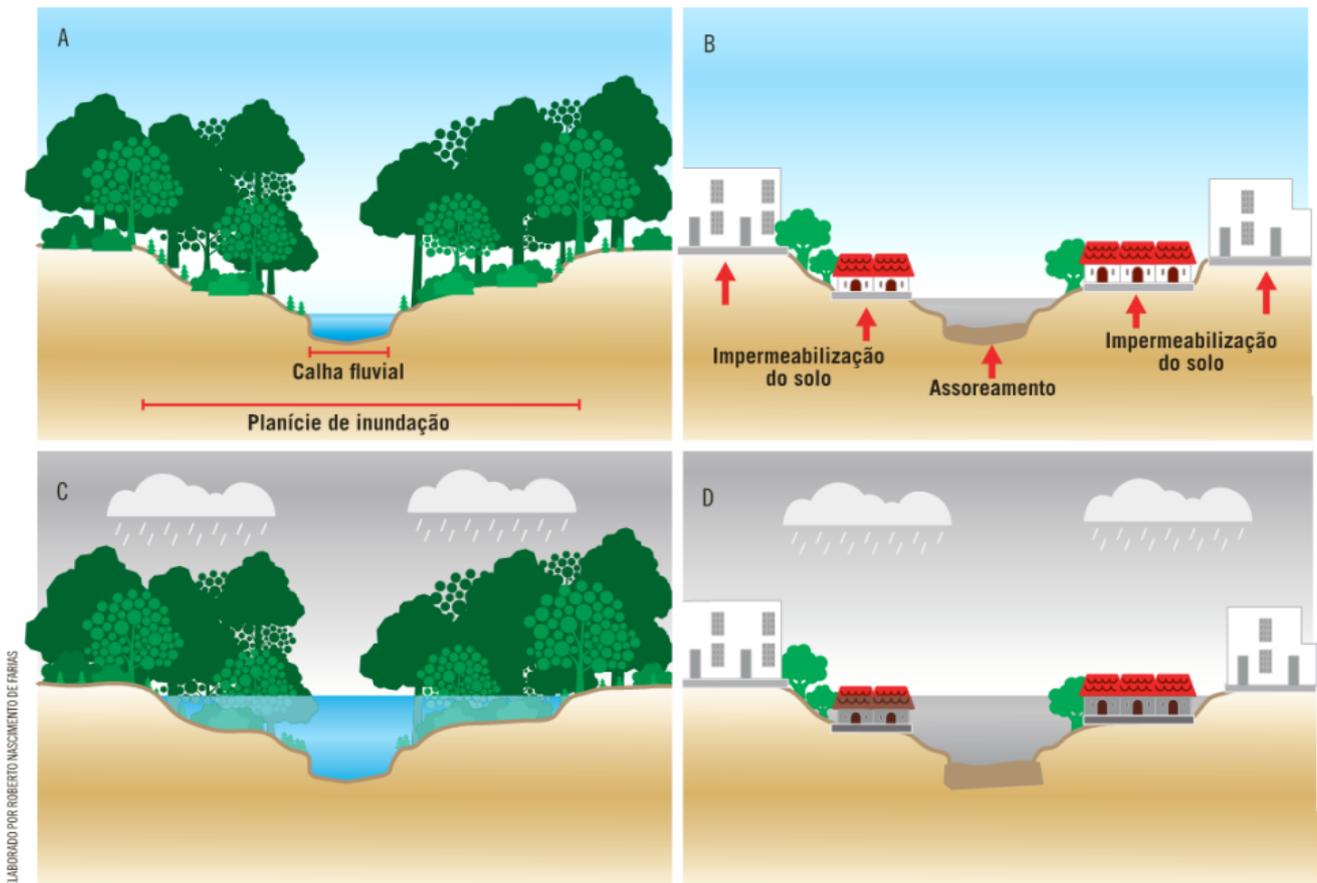
No entanto, muitos rios têm seus cursos transformados em retas e suas margens concretadas ou a sua foz reduzida a uma manilha, enquanto outros são totalmente aterrados e deixam de existir. Tais alterações diminuem a diversidade de habitats nos cursos d'água e reduzem sua conexão com os ambientes adjacentes, além, é claro, de alterar fortemente sua dinâmica hidrológica.

Os rios naturais são também intimamente ligados à sua zona ripária (região de vegetação na planície de inundação do curso d'água). A mata ali presente reduz a entrada de poluentes no rio, estabiliza as margens e mantém a temperatura da água equilibrada pelo sombreamento. Além disso, essas áreas são de grande importância para incorporar ao rio detritos e nutrientes de origem terrestre, que atuam como fonte de energia para organismos como invertebrados e peixes. A zona ripária tem também grande importância no controle de cheias, o que explica o fato de ocorrerem tantas enchentes em cidades.

Como disse certa vez o poeta e dramaturgo alemão Berthold Brecht (1898-1956), “do rio que tudo arrasta se diz que é violento, mas ninguém diz violentas as margens que o comprimem”. Embora seja uma metáfora, essa frase pode ser interpretada literalmente no contexto dos rios presentes em cidades. Em áreas urbanas, para a construção de ruas, avenidas e edificações, as curvas dos rios são transformadas em linhas retas e o solo de sua zona ripária é impermeabilizado – asfaltado ou concretado (figura 2).

Com a redução da sinuosidade, ocorre o aumento da energia associada ao fluxo de água e, conseqüentemente, o poder erosivo do

Figura 2. Rio degradado em meio urbano (rio Maracanã, Rio de Janeiro, RJ). O rio encontra-se canalizado, com suas margens concretadas e o solo da zona ripária impermeabilizado, o que aumenta a propensão a inundações na cidade



ELABORADO POR ROBERTO NASCIMENTO DE FABRIS

rio em períodos de cheia. A impermeabilização dos solos urbanos faz com que a água da chuva escoe mais rapidamente para os rios, pois diminui consideravelmente a infiltração do solo. Somado a isso, existe o constante aporte de efluentes, que contribui para o aumento da vazão do rio. A interação desses fatores faz com que os rios em zonas urbanas apresentem uma rápida resposta hidrológica a chuvas (figura 3).

As causas e consequências das inundações nas cidades vão muito além dos aspectos ambientais. Elas têm um forte componente político e econômico. A redução da sinuosidade dos rios e a impermeabilização dos solos ocorrem para aumentar o espaço disponível para construção de prédios, residências, indústrias, o que favorece o enriquecimento de um grupo de pessoas. Apesar de seus elevados custos, em geral as obras para contenção de enchentes não passam de medidas paliativas. O problema não é atacado pelas causas, mas sim pelas consequências, com a construção de diques, o que novamente estimula o enriquecimento de algumas pessoas. Em outras palavras, prioriza-se a geração de ganhos financeiros, enquanto o funcionamento natural dos rios é tratado de forma secundária, com menos importância.

Além das alterações físicas em sua forma e estrutura, os rios em áreas urbanas também têm a qualidade de sua água

Figura 3. Causas das inundações nas cidades.

A) Rio em condições naturais no período seco, com a água em seu nível de base. Em condições naturais, a mata ciliar tende a apresentar três estratos principais: árvores, arbustos e ervas. B) Rio em meio urbano que, mesmo no período seco, tem nível de água elevado, devido ao grande volume de efluentes domésticos e industriais que recebe. C) Rio em condições naturais no período chuvoso. A água extrapola a calha fluvial e alcança toda a planície de inundação. D) Rio degradado pela urbanização, em período chuvoso. O assoreamento e a impermeabilização do solo favorecem a ocorrência de inundações, que atingem principalmente as moradias estabelecidas na planície de inundação

comprometida (figura 4). A ideia de constante renovação da água tem levado a humanidade a usar os rios como destino final de efluentes (esgoto), tanto domésticos quanto industriais. No Brasil, por exemplo, a maior parte dos municípios não tem tratamento adequado de esgoto, que é lançado diretamente nos rios. Isso favorece a ocorrência de organismos patogênicos, como vírus, bactérias e microalgas produtoras de substâncias tóxicas, e pode compro-

>>>

meter a sobrevivência de muitas espécies. Além disso, devido aos níveis extremamente baixos de oxigênio dissolvido na água, decorrentes da degradação da matéria orgânica pelos micro-organismos, toneladas de peixes podem acabar morrendo.

A poluição das águas urbanas, além de comprometer a sobrevivência de muitas espécies aquáticas, pode trazer sérios problemas para a saúde humana. A água contaminada favorece a ocorrência e a transmissão de diversas doenças, entre elas, disenteria, hepatite, meningite e verminoses intestinais. Geralmente, a parte mais pobre da população é que fica mais exposta a essas mazelas, devido à falta de acesso à água tratada e à coleta e ao tratamento do esgoto. A poluição dos rios pode também contaminar a água subterrânea (no lençol freático), que, muitas vezes, é usada para o abastecimento humano, principalmente nas regiões da cidade onde não há fornecimento de água tratada.

Figura 4. Perda de qualidade da água em decorrência do aporte contínuo de esgoto doméstico no canal Campos-Macaé, em Macaé (RJ). Embora este seja um canal construído artificialmente, toda a poluição transportada deságua no rio Macaé, que fica dentro da cidade

Além das alterações diretas em seu funcionamento, os cursos d'água nas áreas urbanas podem também ser degradados indiretamente por uma série de outros fatores.

Alterações indiretas Os rios fazem parte de sistemas maiores, que envolvem aspectos de clima, geologia e vegetação, assim como uso e ocupação do solo. Eles transportam sedimento, matéria orgânica e compostos químicos dissolvidos, pois atuam como corpos receptores de processos ocorridos no ambiente terrestre. Em outras palavras, os rios são intimamente ligados à paisagem de seu entorno. Dessa forma, para entender como um rio funciona, é preciso considerar sua bacia hidrográfica, isto é, toda a região da superfície terrestre delimitada por áreas mais altas do relevo e cuja água da chuva recebida é drenada para esse rio.

As atividades humanas na bacia hidrográfica causam indiretamente a degradação de rios e riachos. Quando chove, a água da chuva carrega os poluentes do ambiente terrestre para os corpos receptores, como rios, lagos e áreas úmidas. Nas cidades, os rios recebem todos os resíduos acumulados nas ruas, calçadas e praças. A poluição desse tipo é chamada de difusa, pois não é lançada em pontos específicos, como ocorre com o esgoto.

Com a expansão das cidades, ocorre também a remoção da vegetação natural na bacia hidrográfica. Quando chove, a água da chuva incide diretamente sobre o solo e provoca a sua erosão. Isso faz com que grandes quantidades de sedimento

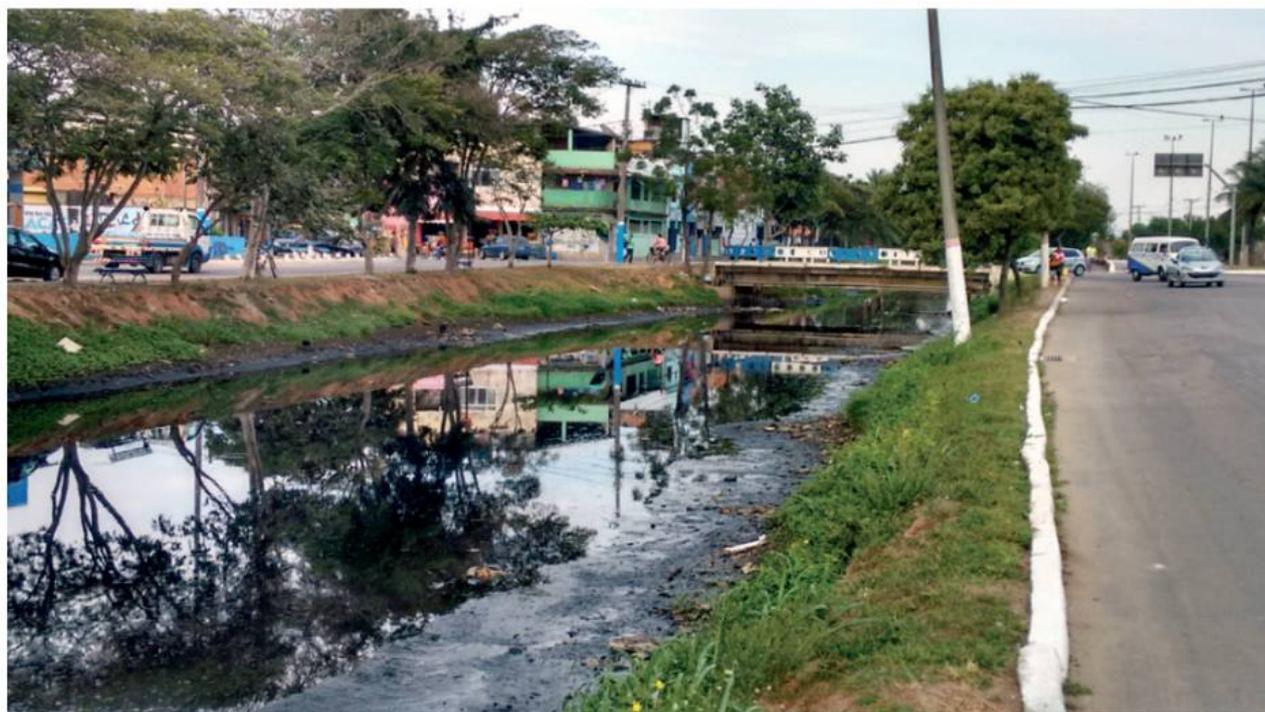


FOTO ROBERTO NASCIMENTO DE FRANIS

(areia, argila, entre outros) sejam levadas para ecossistemas aquáticos em áreas de baixada, como vales e depressões. Com isso, ocorre o assoreamento dos rios, isto é, o acúmulo intenso de sedimento e detritos na calha fluvial.

O sedimento fino transportado para os rios preenche os espaços entre rochas presentes no leito, que antes eram usados como habitat pelos organismos. Isso também torna as águas mais turvas e diminui a disponibilidade de luz para os organismos aquáticos fotossintetizantes. Sendo assim, o assoreamento dos rios compromete a sobrevivência de muitas espécies e tende a reduzir a biodiversidade desses ambientes.

A remoção da vegetação natural altera o ciclo hidrológico e, ao mesmo tempo que favorece as recorrentes inundações, também colabora para as secas pronunciadas nas cidades. As florestas atuam como esponjas: absorvem a água da chuva e fazem com que ela se infiltre pouco a pouco no solo, até atingir o lençol freático. Dessa forma, garantem uma distribuição mais uniforme da chuva ao longo do ano. Nas nascentes dos rios, a mata ciliar, que ocorre próximo às margens, protege e sombreia a lâmina d'água – assim como os cílios nos nossos olhos –, o que reduz a evaporação e aumenta a disponibilidade hídrica. Com a remoção dessa vegetação, a água que se infiltraria no solo escoaria rapidamente rio abaixo. Além disso, a maior exposição da lâmina d'água à luz do sol faz aumentar sua taxa de evaporação.

As atividades humanas na bacia hidrográfica se refletem na quantidade e na qualidade da água, assim como no funcionamento natural dos rios. Todas essas alterações diretas e indiretas nos cursos d'água atuam em conjunto e levam a uma série de danos ambientais, sociais e econômicos.

Recuperação de rios Apesar de grande parte dos rios urbanizados encontrar-se intensamente degradada, há iniciativas de recuperação desses ecossistemas no mundo todo. O rio Cheonggyecheon (Seul, Coreia do Sul), por exemplo, que já estava bastante poluído na década de 1940 e totalmente pavimentado na década de 1960, foi restaurado por completo entre 2003 e 2005. A área asfaltada foi transformada em um parque de quase 5,3 km junto ao rio e recebe hoje mais de 60 mil pessoas por dia.

No Brasil, um exemplo semelhante é o projeto Parque Várzeas do Tietê, que teve início em 2011 na cidade de São Paulo. Segundo o portal do Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo, esse será o maior parque linear do mundo, com 75 km de extensão e 107 km² de área. O principal objetivo do programa é recuperar e proteger a função das várzeas do rio Tietê, além de funcionar como um regulador de

enchentes e oferecer opções de lazer aos moradores das regiões onde será implementado.

Para que os rios possam ser preservados ou restaurados, a expansão das cidades precisará ocorrer de forma planejada. Além disso, os problemas sanitários e ambientais precisam ser tratados no nível de bacia hidrográfica. Esse é o caso do Programa Drenurbs, implantado em Belo Horizonte (MG). Esse projeto prevê a construção de parques com vegetação ao longo dos cursos d'água e bacias de detenção (para diminuir o risco de inundações), assim como o envolvimento da comunidade local nas ações de gestão.

A preservação dos rios nas cidades deve começar com mudanças culturais. Esses ecossistemas precisam ser vistos como parte integrante da paisagem urbana. Enquanto a sociedade não compreender a sua importância, serão cada vez mais comuns paradoxos como o de grandes cidades que, em meio a crises hídricas, veem seu território cortado por rios caudalosos, porém com água de péssima qualidade. 

Sugestões para leitura

ALLAN, J. D. & CASTILLO, M. M. *Stream ecology: structure and function of running waters*. 2ª ed., Springer, Dordrecht, 2007.

BAPTISTA, M. & CARDOSO, A. Rios e cidades: uma longa e sinuosa história... *Revista da Universidade Federal de Minas Gerais*. 20 (2). 2013. Disponível em: <https://www.ufmg.br/revistaufmg/downloads/20-2/05-rios-e-cidades-marcio-baptista-adriana-cardoso.pdf>

GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S.B. *Impactos ambientais urbanos no Brasil*. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2000.

SIQUEIRA, R.M.B. & HENRY-SILVA, G.G. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e o funcionamento dos ecossistemas fluviais. *Boletim da Associação Brasileira de Limnologia*. 39(2). 2011. Disponível em: http://www.ablimno.org.br/boletins/pdf/bol_39%282-6%29.pdf

MEXILHÃO-DOURADO

Detecção de um perigoso invasor



O estabelecimento de organismos invasores em ecossistemas naturais é um dos mais graves problemas ambientais da atualidade. No Brasil, destaca-se o caso do mexilhão-dourado, molusco capaz de provocar grandes alterações nos sistemas hídricos invadidos, além de gerar impactos econômicos e sociais. A implantação de um método que integra o monitoramento ativo de áreas prioritárias, alta tecnologia laboratorial e o compartilhamento de informações entre gestores e usuários de bacias hidrográficas para detecção rápida da presença dessa espécie em águas brasileiras surge como opção eficiente de prevenção e combate a invasões.

Fabiano A. Silva, Newton P. U. Barbosa, Rayan S. Paula, Vinícius A. Carvalho, Arthur Corrêa e Antônio V. Cardoso
Centro de Bioengenharia de Espécies Invasoras (Belo Horizonte)
Marcela David de Carvalho
Companhia Energética de Minas Gerais

A invasão de ecossistemas naturais por organismos não nativos é, atualmente, uma das mais importantes causas de perda de biodiversidade em nosso planeta. O estabelecimento de organismos invasores em um novo ambiente pode resultar em uma mudança irreversível na estrutura de suas comunidades biológicas e acarretar a extinção de espécies nativas. Os episódios de invasão atuam em conjunto com outros componentes, como o aquecimento global e a destruição de habitats, causando, assim, danos consideráveis a todos os ecossistemas terrestres e aquáticos do planeta.

Em um cenário de constante aumento das demandas humanas por recursos naturais, destaca-se a iminente necessidade de se preservarem as nossas reservas de água, tendo em vista que os ecossistemas aquáticos têm sofrido grandes impactos nas últimas décadas.

FOTO: FABIANO A. SILVA



NO BRASIL

As invasões biológicas por organismos aquáticos não nativos representam um importante fator de transformação ambiental, cujas consequências extrapolam os prejuízos ecológicos e incluem também diversos impactos econômicos e sociais. Somente em 2013, nos Estados Unidos, os prejuízos causados por espécies invasoras foram estimados em aproximadamente R\$ 400 bilhões (US\$~130 bilhões).

Um exemplo clássico de invasão biológica é a introdução da perca-do-nilo no lago Vitória, na África. A entrada desse peixe, que pode atingir quase 2 m de comprimento, causou a extinção de mais de 200 espécies de peixes ciclídeos (de tamanho pequeno) nativos e, consequentemente, provocou o colapso de comunidades tradicionais de pescadores ao redor do lago. Na América do Sul, o mexilhão-dourado representa um exemplo típico de espécie invasora, capaz de produzir alterações relevantes nos sistemas hídricos invadidos, assim como impactos econômicos e sociais.

O mexilhão-dourado é um pequeno molusco de cerca de 2 cm de comprimento (figura 1). Esse pequeno invasor é responsável por significativos impactos ambientais, como a morte de peixes nativos e a alteração da cadeia alimentar e da qualidade da água. Ele é capaz de causar enormes impactos econômicos nas regiões invadidas, como o entupimento de bombas e tubulações de captação de água, de máquinas em hidrelétricas e de redes de criadouros de peixe etc. Os impactos ambientais e econômicos desse organismo ocorrem principalmente devido às suas altas taxas de reprodução e competição por recursos. Além disso, ele não encontra, em águas brasileiras, predadores, parasitas ou mesmo variações ambientais capazes de reduzir seu crescimento populacional. Dessa forma, esse organismo se configura atualmente como uma das mais graves ameaças aos ecossistemas aquáticos brasileiros. >>>

De carona nos navios Registrado pela primeira vez na América do Sul em 1991, o mexilhão-dourado é um molusco bivalve (que tem concha com duas peças fechadas) de água doce. Originalmente, sua distribuição geográfica estava limitada ao Sudeste Asiático, principalmente ao rio Yang Tsé, na China. Na década de 1960, foi encontrado pela primeira vez como espécie invasora em Hong Kong e, em 1991, foi achado na América do Sul.

Provavelmente, essa introdução se deu por meio da água armazenada no fundo dos navios para lhes conferir estabilidade (chamada água de lastro). Essa prática é uma importante via de introdução de espécies não nativas em todo o mundo, pois apenas um navio cargueiro é capaz de transportar milhões de litros de água, que cruzam estados, países e continentes. Essas águas podem conter organismos capazes de sobreviver a viagens de longa distância e duração e que acabam invadindo novos ambientes à medida que a água é liberada. Atualmente, um programa global de fiscalização e controle das águas de lastro (Globallast) busca reduzir essa forma de introdução de espécies em novos ecossistemas, por meio de técnicas de manejo que diminuem a capacidade de sobrevivência desses organismos.

As superpopulações de mexilhão-dourado (que podem chegar a 200 mil indivíduos por metro quadrado), aliadas à grande capacidade desses organismos de aderir a superfícies rígidas de qualquer natureza, causam problemas de obstrução de tubulações e aumento da corrosão dos materiais. O entupimento de tubulações de equipamentos responsáveis pelo resfriamento de turbinas em uma usina hidrelétrica, por exemplo, implica até o desligamento temporário do sistema. Essas paralisações provocam enormes prejuízos econômicos, principalmente devido à perda de energia que a usina deixa

de gerar e ao custo do trabalhador usado para retirar e descartar esses organismos.

A grande densidade populacional dos mexilhões também modifica rapidamente a presença e abundância de diversas espécies de organismos nativos. Com a menor disponibilidade de presas, alguns peixes se alimentam dos mexilhões, mas muitos deles são incapazes de digerir as conchas e morrem. Além disso, o mexilhão-dourado tem a taxa de filtração (que representa a demanda por alimento) mais alta entre os bivalves invasores, que incluem também o mexilhão-zebra, um dos que mais causam impactos na América do Norte e Europa. Considerando os contingentes populacionais, a invasão pelo mexilhão-dourado demanda um grande volume de plâncton para sua alimentação, o que impacta toda a cadeia alimentar da região, podendo reduzir significativamente populações de peixes e outros organismos do ecossistema que dependam majoritariamente do plâncton como fonte de alimento.

Controle populacional Várias estratégias têm sido estudadas e disponibilizadas pela iniciativa privada para o controle populacional desse invasor. Entre elas, destacam-se o uso de luz ultravioleta, indução eletromagnética, dióxido de cloro, ozônio, hipoclorito de sódio e compostos citotóxicos diversos. Apesar de esses mecanismos de combate estarem disponíveis no mercado brasileiro, todos ainda carecem de regulamentação pelos órgãos ambientais, uma vez que causam significativos impactos ao ambiente (atuam de forma irrestrita sobre quaisquer organismos aquáticos), têm altos custos de implantação e estão limitados à área industrial. Nenhuma dessas técnicas pode ser usada em ambientes abertos e, portanto, elas não representam uma solução para os problemas decorrentes da invasão desses organismos.

As estratégias de prevenção e detecção rápida de organismos invasores têm recebido atenção especial, por terem demonstrado maior potencial efetivo na mitigação dos impactos econômicos e, principalmente, ambientais desse fenômeno. A detecção rápida

Figura 1. A invasão do mexilhão-dourado é atualmente uma das mais graves ameaças aos ecossistemas aquáticos brasileiros

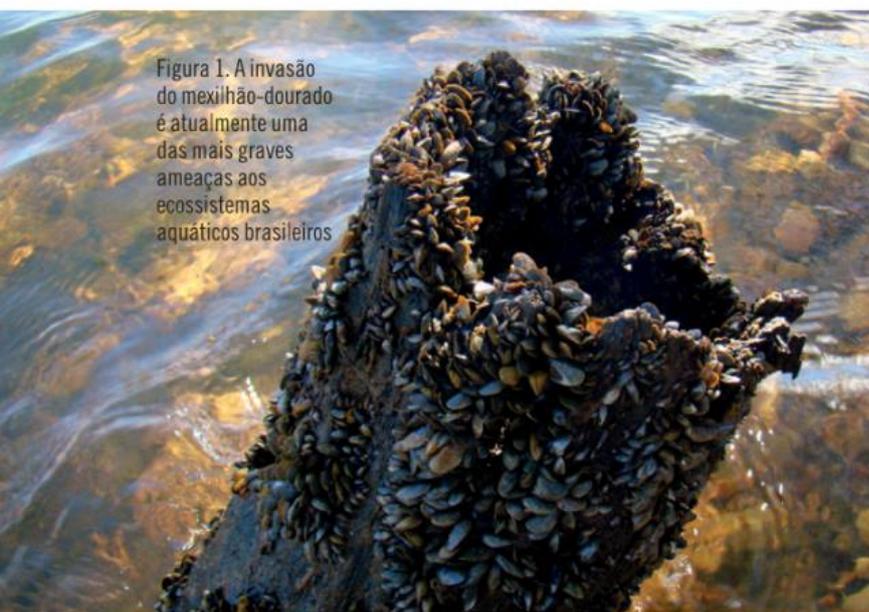


FOTO FABIANO A SILVA

da chegada de um invasor é fundamental, visto que permite ao gestor ambiental o controle de populações enquanto elas ainda são pequenas o suficiente para serem erradicadas, minimizando, assim, as chances de sucesso da invasão. Além disso, a detecção rápida permite o estabelecimento de barreiras sanitárias para prevenir a invasão de novos ambientes.

Os trabalhos de detecção rápida do mexilhão-dourado têm dois entraves importantes. O primeiro é que, devido ao grande potencial invasivo do organismo, diversas áreas devem ser monitoradas, o que eleva os custos da atividade e, consequentemente, reduz a capacidade de execução. O segundo entrave está na dificuldade de detectar as larvas em baixas densidades populacionais nos grandes volumes de água que compõem os reservatórios, rios e lagos brasileiros.

Detecção precoce Visando solucionar esses obstáculos, grupos de pesquisa têm buscado a elaboração de um sistema integrado para detectar rapidamente a presença de espécies invasoras e permitir uma resposta rápida na tomada de medidas de contenção e controle por entidades interessadas na gestão de rios, bacias e demais regiões invadidas. O Programa de Detecção Rápida e Resposta Imediata (DRRI), desenvolvido pelo Centro de Bioengenharia de Espécies Invasoras de Hidrelétricas (CBEIH), baseou-se no programa de detecção precoce do *Bureau of Reclamation*, instituto do governo federal norte-americano responsável pelo combate às espécies invasoras nos EUA.

O DRRI propõe um conjunto de protocolos que se inicia com uma rede de monitoramento ativo em áreas prioritárias indicadas por modelagem ambiental, com coletas de água em trechos estratégicos. Essa modelagem é feita por modelos matemáticos computacionais que cruzam informações ambientais com informações biológicas e ecológicas do organismo, indicando áreas com maior probabilidade de ocorrência da invasão. Para esses locais, são enviadas equipes de campo que, com auxílio de barcos e equipamentos, fazem vistoria e coletas de água e sedimento para análises químicas e biológicas. No laboratório, são realizadas diferentes técnicas capazes de detectar e quantificar larvas – comumente encontradas no início da invasão – em locais de baixa densidade populacional. O método combina estereomicroscopia com luz polarizada, análise visual automatizada de fluidos e técnicas de biologia molecular, o que permite obter um resultado confiável com rela-

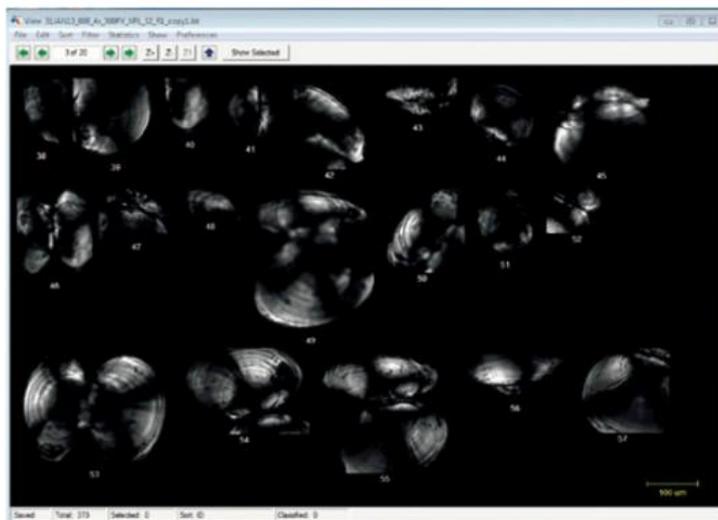


Figura 2. Uma das técnicas usadas para identificar a invasão por mexilhão-dourado baseia-se em um fenômeno da luz (chamado birrefringência) que torna possível visualizar as larvas do molusco, pois elas se destacam sobre o fundo negro ao serem observadas por um aparelho especial

ção à presença e distribuição de um organismo aquático invasor.

A identificação de larvas por luz polarizada baseia-se em um fenômeno provocado na luz (chamado birrefringência) devido ao formato da concha dos moluscos (ou da carapaça presente em suas larvas) e que torna possível visualizar os organismos. As larvas se destacam sobre o fundo negro ao serem observadas por uma espécie de lupa chamada estereomicroscópio (figura 2). O uso dessa técnica representou um avanço nas análises de rotina para detecção e contagem de larvas de moluscos e auxilia principalmente quando há amostras com muito material em suspensão, pois aumenta bastante a visualização da larva entre outros materiais.

Para uma maior precisão na detecção de larvas de moluscos invasores, como o mexilhão-dourado e o mexilhão-zebra, é feita a análise automatizada das partículas presentes na água. Nessa técnica, usa-se um equipamento que consiste em um microscópio acoplado a um computador com um programa que identifica imagens e a uma bomba de sucção que estabelece um fluxo. O fluxo desloca o líquido a ser analisado e permite que o equipamento explore automaticamente toda a amostra em busca de partículas de interesse – no caso, larvas do mexilhão-dourado. >>>



Figura 3. O Programa de Detecção Rápida e Resposta Imediata (DRRI) integra o monitoramento ativo de áreas prioritárias, alta tecnologia laboratorial e o compartilhamento de informações entre gestores e usuários de bacias hidrográficas

O método inclui ainda a técnica de reação em cadeia da polimerase (PCR), em que são usadas pequenas sequências de DNA que se ligam somente ao DNA do mexilhão-dourado presente na amostra. Após ciclos de variação de temperatura e a ação de uma enzima que copia o DNA, o material genético do mexilhão é amplificado. Terminada a amplificação, o DNA do mexilhão-dourado pode ser visualizado e sequenciado. A sequência de DNA obtida é comparada com outras previamente depositadas em um banco de dados internacional *on-line* para confirmar se pertence mesmo ao mexilhão-dourado, o que permite constatar um evento de invasão, mesmo que ainda não se note a presença do mexilhão adulto no local de coleta da água.

Por fim, os resultados são integrados a um sistema *on-line* de informação, com módulos de visualização que indicam os locais onde foram identificadas invasões. Em caso de detecção em novas áreas, protocolos de alerta são acionados e os órgãos de fiscalização, as empresas que usam água bruta dos locais in-

vadidos e os gestores da bacia hidrográfica são notificados para a tomada imediata de medidas (figura 3).

Por usar um sistema de informação integrado, o DRRI garante ao Estado, às empresas e a todos os usuários das bacias hidrográficas um modelo eficiente de prevenção e combate ao mexilhão-dourado e poderá servir como base para o controle de outras espécies invasoras. Essas ações permitem o monitoramento eficiente de áreas prioritárias para conservação e locais estratégicos para abastecimento e geração de energia, garantindo a efetiva mitigação dos impactos do mexilhão-dourado.

Sugestões para leitura

ALMEIDA, A.C.; BARBOSA, N.P.U.; SILVA, F.A.; FERREIRA, J.A.; CARVALHO, V.A.; CARVALHO, M.D.; CARDOSO, A.V. (2016) O invasor dourado. *Scientific American Brasil* 164: 36-41.

BARBOSA, N.P.U.; SILVA, F.A.; OLIVEIRA, M.D.; SANTOS-NETO, M.A.; CARVALHO, M.D.; CARDOSO, A.V. (2016) *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae): first record in the São Francisco River basin, Brazil. *Check List* 12: 1846.

NA INTERNET

Página do Centro de Bioengenharia de Espécies Invasoras de Hidrelétricas (CBEIH): www.cbeih.org

SOBRE A CONVIVÊNCIA DEMOCRÁTICA

QUANDO EU ERA MENINO — deveria ter uns 10 anos, porque me preparava para o exame de admissão no Colégio Estadual de Pernambuco —, meu pai era deputado estadual. E como estudava à tarde, costumava passar pela Assembleia Legislativa depois das aulas, quando os deputados estavam reunidos em sessão. Ficava sentado nas pequenas galerias laterais, esperando a carona paterna.

Era a década de 1950, segunda metade do governo do general Osvaldo Cordeiro de Farias, e meu pai fazia parte de um minúsculo (acho que não chegava a meia dúzia) grupo de deputados de oposição. Na eleição de 1954, o PSD [Partido Social Democrático] juntara-se com parte grande da UDN [União Democrática Nacional] em torno da candidatura do general, de modo que não sobrara para quase mais ninguém.

Eu seguia com imensa curiosidade aquele espetáculo, coordenado por um presidente plantado em uma bancada mais alta, que “concedia” a palavra ao “nobre deputado”, estabelecia o tempo da fala, ditava as regras de uma dramaturgia e uma coreografia conhecida por todos os atores. “Vossas Excelências” estropiavam com frequência a sintaxe, o vocabulário e as concordâncias; o que não me chocava particularmente.

Fascinava-me — a atração era intuitiva, decifrada agora — estar testemunhando uma cerimônia fora e acima do comum, tão importante que obrigava homens, por vezes rudes e rústicos, a se aterem àquelas normas de respeito mútuo, embora eu tivesse conhecimento dos conflitos e disputas entre eles; de episódios sangrentos e primitivos da política e mesmo de incidentes violentos nas próprias assembleias. Mas, nem por isso, aqueles salamaleques, aquele ‘faz de conta’ deixavam de ser coisa séria aos meus olhos. E para tal, se havia construído um edifício imponente, onde adultos de paletó e gravata (inclusive, meu pai) aceitavam se comportar daquela maneira.

Obviamente, eu não teria a ciência para seguir debates sobre reforma tributária, mas assisti espantado ao fim de um discurso

de Clodomir Moraes, deputado esquerdista, que durara horas. Meu pai se divertia com aquilo. Dizia, ao voltar, que Clodomir fizera um histórico da tributação desde o Código de Hamurabi.

Foi aí que ele me explicou o que era uma ‘obstrução parlamentar’. E então, senhores e senhoras, achei aquilo de uma elegância ímpar, de um chiquê incomparável. A maioria sendo obrigada a aceitar que alguém fizesse de cara limpa uma palhaçada daquelas.

Igualmente, não tardei a observar que muitos, na verdade quase todos os deputados, andavam armados. Impossível não ver os revólveres por baixo dos paletós desabotoados que se abriam sobre as cartucheiras. Meu pai sequer tinha um revólver em casa.

Um dia, preocupado, perguntei por que não seguia aquela regra que parecia aceita por toda gente. Ele riu: “Por que você acha que eu preciso de revólver?” E eu: “Mas, não é perigoso andar desarmado?” Ao que o riso de banda respondeu: “Eles todos sabem que ando desarmado”.

De imediato, entendi a graça do paradoxo, a astúcia do mais fraco, que é capaz de utilizar valores que lhes são alheios em seu favor: afinal, a honra sertaneja proibia atirar em alguém desarmado. Porém, meu pai não tratava aqueles homens com condescendência ou superioridade. Na verdade, era como se mantivesse uma postura moral (também muito chique) que o fazia capaz de conviver com os colegas, sem partilhar daquilo que julgava inaceitável.

Talvez, por isso, nunca o vi pronunciar a palavra “inimigo” em política. Dizia sempre: adversário. Palavra que, à época, tinha para mim uma conotação, aí sim, não muito elegante, de locução esportiva. **CR**



FOTO: GABRIEL CORRÊA

De imediato, entendi a graça do paradoxo, a astúcia do mais fraco, que é capaz de utilizar valores que lhes são alheios em seu favor: afinal, a honra sertaneja proibia atirar em alguém desarmado

JOSÉ ALMINO DE ALENCAR | Fundação Casa de Rui Barbosa | RJ

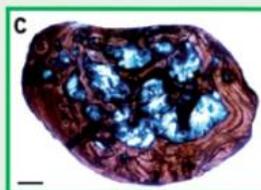
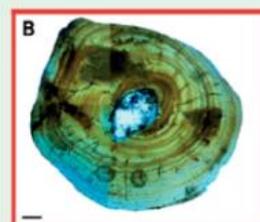
O pequeno do Araripe

ESPÉCIE DE CROCODILO ANÃO ENCONTRADA NO CEARÁ É A MENOR REGISTRADA ATÉ HOJE

Nas pedreiras de calcário laminado nas proximidades da cidade de Nova Olinda (CE), foi encontrado um fóssil de crocodilo anão, com a coluna vertebral quase completa, cintura escapular (escápula e coracoide), ossos da perna (tíbia, fíbula, fêmur, tarsais e pé) e placas que revestem o corpo do animal (osteodermas) preservados. Trata-se da menor espécie de crocodilo registrada até hoje. A descoberta foi publicada no periódico *Plos One* de 5 de maio.

O *Susisuchus anatoceps* viveu há cerca de 120 milhões de anos na chamada Formação Crato, acumulação sedimentar da chapada cearense do Araripe. O hábitat do animal era composto por um sistema de lagos costeiros alimentado por rios, podendo apresentar algum grau de salinidade, decorrente de ingressões marinhas. Em torno dos lagos, o ambiente era quente e seco nas áreas mais baixas; já, nas mais altas, crescia uma vegetação de grande porte.

Em A, fóssil utilizado na pesquisa: as setas mostram de onde foi retirada a amostra para lâmina. Em B, estruturas microscópicas do osso do braço do crocodilo. Em C, estruturas microscópicas da costela do crocodilo



Comparação entre a proporção de *Susisuchus anatoceps* (de corpo inteiro) e *Alligator americano* (apenas o crânio e parte do corpo)

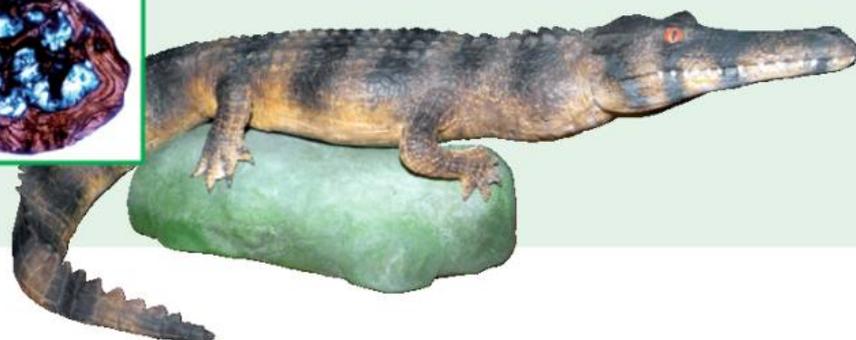
O estudo, coordenado pela paleontóloga Juliana Sayão, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), contou ainda com pesquisadores das universidades federais do Espírito Santo (Ufes) e do Rio de Janeiro (UFRJ) e da Regional do Cariri (Urca).

Sayão lembra que as rochas da Formação Crato, onde foi encontrado o crocodilo

anão, estão repletas de fósseis de diversos invertebrados (libélulas, grilos, baratas, besouros e escorpiões), vertebrados (peixes, anuros, pterossauros, crocodilos e aves) e vegetais, como pteridófitas, gimnospermas e angiospermas (plantas com flor). A bacia do Araripe como um todo corresponde a uma das principais regiões fossilíferas do Brasil e, portanto, é extremamente rica para a pesquisa paleontológica.

Menor do que os atuais crocodilos anões conhecidos – dos gêneros *Paleosuchus* e *Osteolaemus*, com tamanho entre 1 e 1,5 m de comprimento e que habitam áreas pantanosas do cerrado e pequenas lagoas da

Reconstrução do crocodilo *Susisuchus*



floresta amazônica – o *Susisuchus anatoceps* teria morrido aos 17 anos, com 60 cm.

Mas como saber que se tratava de uma espécie anã e não de um exemplar pequeno? “Ao analisarmos os ossos do *Susisuchus*, como os da mão, do crânio e de algumas osteodermas, vimos que a maioria deles não se fundiu formando um só osso. Essa característica é utilizada na paleozoologia para identificar animais que ainda não atingiram a fase adulta”, explica Sayão. “A análise histológica da microestrutura óssea, no entanto, nos mostrou algo diferente, já que os ossos do animal eram típicos de um adulto.”

Entre as características observadas que reforçam a idade do exemplar, destacam-se 17 ciclos de crescimento (anéis e linhas que se formam no osso de modo similar ao que acontece em troncos de árvores, cada anel sinalizando em torno de um ano de vida) e a formação de ósteons secundários e lamelas internas, presentes em crocodilos adultos, tanto fósseis quanto atuais. “Ou seja, o animal já podia se reproduzir e estava bem próximo de completar sua maturidade esquelética total”, afirma a pesquisadora. “Juntando todos esses dados e o tamanho diminuto de *Susisuchus anatoceps*, foi possível concluir que a espécie não atingia grandes proporções.”

Crocodilos anões eram comuns no período Jurássico na Europa, que, nessa época, compunha um grande arquipélago. Há duas espécies de crocodilos anões conhecidas atualmente, o *Osteolaemus tetraspis*, encontrado em todas as regiões de terras baixas tropicais da África subsaariana Ocidental e da África Central Ocidental, e o *Paleosuchus palpebrosus*, que vive no norte e centro da América do Sul (além do Brasil, Bolívia, Colômbia, Guiana Francesa, Guiana, Equador, Paraguai, Peru, Suriname e Venezuela).



Diversidade de crocodilos fósseis do Cretáceo do Brasil. Na comparação entre as espécies, é possível ver o tamanho diminuto de *Susisuchus*

“O *Susisuchus anatoceps* é uma espécie chave para entendermos a evolução do grupo dos modernos crocodilos, com representantes vivos hoje”, aponta a paleontóloga. “Sua anatomia mostra que o animal já tinha algumas das características que iriam ser importantes para a diversificação desse grupo após a extinção dos dinossauros. E nosso estudo mostrou que a retenção de algumas feições juvenis e o tamanho reduzido podem ocorrer mes-

mo em indivíduos adultos”, acrescenta.

Segundo Sayão, esse padrão de crescimento observado em *Susisuchus* pode ter ajudado a espécie a evitar a competição por nichos ecológicos com outras espécies de tamanho maior que viviam na região, como ocorre atualmente com os jacarés da Amazônia. No entanto, ela destaca que os efeitos em longo prazo para a evolução desses animais ainda não estão totalmente claros.

A Ave Maria e os fractais

A relação entre um clássico musical e um dos mais belos objetos matemáticos

**MARCIO LUIS FERREIRA
NASCIMENTO**

Departamento de Engenharia Química,
Escola Politécnica,
e Instituto de Humanidades,
Artes e Ciências,
Universidade Federal da Bahia

Fractais correspondem originalmente a diagramas, figuras e esquemas visuais que se repetem em alguma escala – e alguns podem ser criados a partir de papel e lápis. Concebidos pela mente de um matemático franco-polonês, essas estruturas podem ser também compreendidas na forma de sons, como ocorre em uma das composições clássicas mais famosas do mundo.

As 18 horas, há um admirável momento nas rádios de muitas cidades pelo Brasil afora, como ocorre, por exemplo, em Salvador (BA), todos os dias da semana. Essa é a hora em que se ouve a bela *Ave Maria* como fundo musical para o texto em latim da oração de mesmo nome.

A *Ave Maria* – uma das composições mais famosas do planeta – foi elaborada em 1853, a partir de uma melodia do compositor romântico francês Charles Gounod (1818-1893), a qual, por sua vez, foi inspirada e especialmente projetada para se sobrepor ao *Prelúdio número 1 em C maior* (BWV 846), do Livro I, da coletânea *O cravo bem temperado*, de 1722, do (para mui-

Figura 1. Vários exemplos (exceção para o primeiro elemento à esquerda) do chamado triângulo de Sierpinski



CEBIO/PELO AUMK

tos, inigualável) compositor alemão Johann Sebastian Bach (1685-1750).

De fato, Gounod havia publicado sua composição sob o título *Méditation sur le premier prélude de piano de S. Bach* (Meditação sobre o primeiro prelúdio de piano de S. Bach).

Bach foi, antes de tudo, um gênio universal: cantor, cravista (pianista), maestro, organista, professor, violinista e violista. *O cravo bem temperado* é considerado um dos marcos da história da música europeia, uma das obras musicais mais importantes do Ocidente, de grande envergadura, profundidade, diversidade, fina estética e enorme complexidade. Bach escreveu essa coleção de peças para cravo, segundo suas próprias palavras, “para o proveito e uso dos jovens músicos desejosos de aprender e, especialmente, para o entretenimento daqueles já experientes com esse estudo”.

FRACTAIS Com cerca de 3 minutos de duração, a *Ave Maria* – também chamada *Saudação Angélica* – tem uma interessante estrutura musical. Seu tema (ou núcleo) principal é repetido, repetido e repetido. Mas,

talvez, uma propriedade dessa recorrência passe despercebida pelo ouvinte comum.

Tal estrutura em forma sonora tem similaridade com diagramas e esquemas visuais que os matemáticos denominam fractais. O termo vem do latim *fractus* e significa quebrado, irregular, descontínuo. Foi definido pelo matemático franco-polonês Benoît Mandelbrot (1924-2010), no livro *The fractal geometry of nature (A geometria fractal da natureza)*, de 1982.

Um dos mais belos e simples fractais pode ser facilmente feito usando apenas papel e lápis. Tem como base um triângulo equilátero (aquele com três lados iguais) e foi descrito primeiramente pelo matemático polonês Waclaw Sierpinski (1882-1969), em um artigo científico publicado exatamente há 100 anos.

Para desenhar um ‘triângulo de Sierpinski’, partimos de um simples triângulo. Em seguida, unimos, com segmentos de retas, os pontos médios de cada lado do triângulo, formando quatro novos triângulos menores no interior do inicial. Agora, desconsideramos o triângulo central, levando em conta apenas os três restantes.

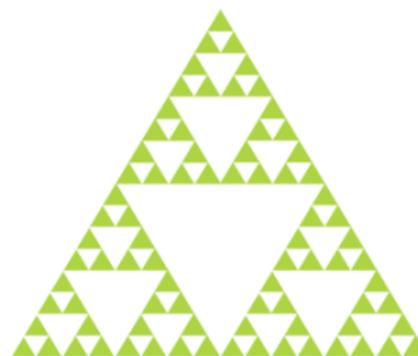
A partir daí, é repetir, repetir e repetir o procedimento anterior, em cada um dos novos triângulos obtidos (figura 1).

DUAS PROPRIEDADES Outra ‘receita’ (algoritmo) para criar um triângulo de Sierpinski é considerar novamente um triângulo inicial e fazer três cópias dele em tamanho reduzido (no caso, à metade). Ao juntarmos estas três últimas, obtemos quatro triângulos e, novamente, desprezaremos aquele que se forma na parte central. Depois, repetimos o processo para cada uma das três cópias, sempre reduzindo, por um fator de escala (ou seja, à metade), o tamanho dos novos triângulos em cada nova operação.

Eis aqui uma das principais propriedades dos fractais: a autossimilaridade. Esse conceito significa basicamente uma semelhança em qualquer escala, ou seja, uma pequena parte pode representar o todo.

Outra propriedade interessante é a chamada dimensão, a qual se obtém por meio do número de cópias e do fator de escala. Nesse aspecto, o triângulo de Sierpinski tem a curiosa dimensão: 1,5849... – vale

>>>



Cálculo da dimensão

A linha tem uma dimensão; o plano, duas; e o espaço, três. Para se calcular a dimensão (d) de um objeto, basta observar o fator de escala (e) – ou seja, o quanto o diminuímos ou o aumentamos –, bem como o número de cópias (c) necessárias para construir a nova figura.

No exemplo da figura 2, ao duplicarmos uma linha ($e = 2$), – pois vamos dobrá-la –, é preciso duas cópias ($c = 2$). Para um quadrado com o dobro de tamanho ($e = 2$ também), são necessárias quatro cópias ($c = 4$). Para obter um cubo com o dobro do lado original ($e = 2$), são necessárias oito cópias idênticas ($c = 8$).

A relação entre o número de cópias, fator de escala e dimensão é dada pela fórmula matemática: $c = e^d$. A tabela mostra a dimensão dos três objetos originais (linha, quadrado e cubo) para um fator de escala 2.

No caso do triângulo de Sierpinski, surgem três cópias toda vez que se aplica um fator de escala igual a 2. Assim, a fórmula $c = e^d$ – proposta pelo matemático alemão Felix Hausdorff (1868-1942), em 1918 – resulta em $3 = 2^d$, fornecendo $d = 1,5849\dots$

Você pode usar uma calculadora para verificar esse resultado. Essa dimensão, por ser fracionária, é dita fractal.

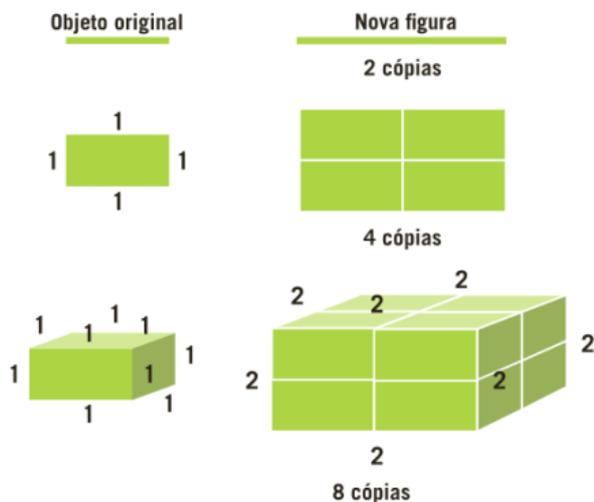


Figura 2. Dimensão, fator de escala e número de cópias para dobrar o tamanho de uma linha, um quadrado e um cubo

Objeto Original	Dimensão do Objeto (d)	Fator de Escala (e) para construir a Nova Figura	Número de Cópias (c) Necessárias para Construir a Nova Figura
Linha	1	2	$2 = 2^1$
Quadrado	2	2	$4 = 2^2$
Cubo	3	2	$8 = 2^3$

lembrar que um triângulo ‘comum’ tem dimensão 2 (ver ‘Cálculo da dimensão’).

Com propriedades assim, fractais podem formar figuras com uma quantidade virtualmente infinita de detalhes.

O MUNDO COMO ELE É Voltando à música. Além do cravo, há arranjos de *Ave Maria* para violino e violão; quarteto de cordas; piano solo; violoncelo; trombones; e até uma versão para cavaquinho.

Muitos cantores de diferentes estilos, culturas e línguas, ao longo de séculos, têm cantado a *Ave Maria* de Gounod com base na melodia de Bach. O fato interessante consiste na repetição incessante de um particular tema durante toda a canção – algo que os matemáticos entendem por autossimilaridade. Portanto, essa peça de Gounod pode ser interpretada como uma espécie de fractal sonoro.

O mais curioso é que fractais podem descrever o mundo da forma como ele é. Como disse Mandelbrot na introdução de seu livro: “[N]uvens não são esferas, montanhas não são cones, a luz dos relâmpagos não viaja em linha reta, litorais não são círculos, assim como a casca das árvores não é lisa”.

Turbilhões; o gotejar de uma torneira; as batidas do coração, quando nos emocionamos; o ‘balé’ dos corpos celestes; as ramificações de vasos sanguíneos; as mudanças no clima ou do mercado financeiro; e mesmo a música da *Ave Maria*. Todos esses tópicos, apesar de díspares entre si, podem ser vistos como representações de fractais... A verdadeira geometria da natureza. Amém. **Cl**



AINDA INCONVENIENTE

Dez anos depois do lançamento, filme de Al Gore continua atual, com questões mais que pertinentes

O TEMPO PASSA. O documentário *Uma verdade inconveniente* foi lançado há 10 anos. E a data redonda provoca as perguntas de sempre. A mensagem do filme segue atual? Algo mudou em função de sua divulgação? Eu responderia que sim e pouco, respectivamente. A verdade de que trata o filme segue firme e forte, pois pouca coisa mudou de lá para cá e, portanto, ela é ainda mais inconveniente hoje do que há uma década.

O documentário, lançado em 2006 e dirigido por Davis Guggenheim, trata da campanha de divul-

gação do ex-vice-presidente norte-americano Al Gore sobre o aquecimento global e suas consequências, apontando para a responsabilidade dos humanos no processo, em função das emissões crescentes de carbono. A iniciativa partiu de dois produtores que assistiram à conferência de Al Gore sobre o tema, que o próprio estima haver apresentado mais de mil vezes. Convidaram o diretor Davis Guggenheim e o trio cortou um dobrado para convencer o próprio Al Gore a aceitar a ideia.

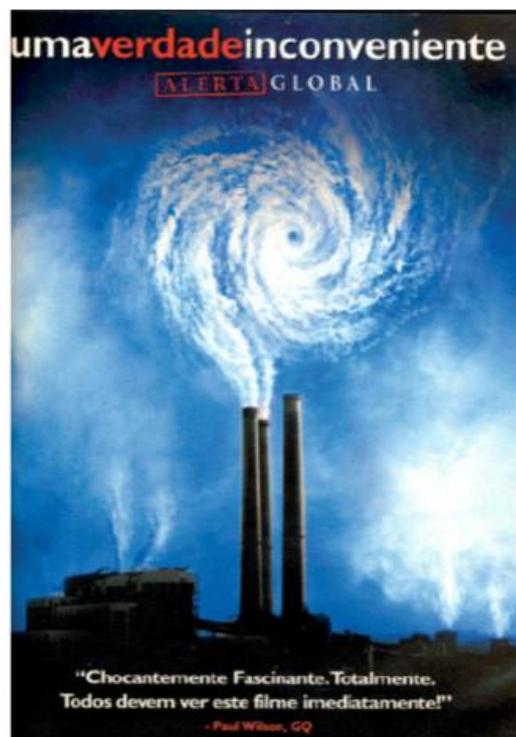
Valeu a insistência, já que o filme foi um sucesso de crítica e bilheteria e se tornou um dos 10 documentários de maior arrecadação nos Estados Unidos, além de receber dezenas de prêmios. Foi incluído como material didático em cursos de ciências de escolas ao redor do mundo.

Vale também rever o documentário, ou simplesmente vê-lo, para quem não o fez. De fato, se falou tanto no filme na época que muita gente se sentiu desobrigada de vê-lo. É o famoso “não vi e não gostei (ou gostei)”. É uma pena, pois Al Gore

fez um trabalho de primeira. Também pudera, ele já vinha treinando desde 1989, na base do papelógrafo, quando não havia internet, Google, Powerpoint nem Datashow. Acabou fazendo o que muitos cientistas não conseguem ou nem tentam – isto é, juntar as evidências científicas disponíveis sobre um determinado tema e apresentá-las em linguagem acessível a todos. E tudo isso com humor, rigor e sem distorção. Se ficasse apenas no diagnóstico, já teria prestado um grande serviço à comunidade, mas foi além, explorando as consequências do aquecimento global para nosso futuro e sugerindo alternativas de correção de rumo.

Mas a divulgação de verdades inconvenientes sempre provoca reações. Os cientistas elogiaram entusiasmamente o rigor e a correção técnica do filme, mas os vilões da história, as indústrias carbono-intensivas, fizeram o de sempre. Na falta de argumentos, preferiram tentar desqualificar o autor, insinuando que ele estaria sendo alarmista, tentando atrair os holofotes para alavancar sua carreira política. Vários grupos civis entraram com processos, geralmente perdidos, contra a exibição do filme em escolas, acusando-o de ser uma peça de ativismo político e não de ciência.

Em países como Alemanha, México e Canadá, milhares de DVDs





do filme foram distribuídos em escolas públicas. Já, nos Estados Unidos, a Associação Nacional de Professores de Ciência (NSTA) recusou a oferta de 50 mil DVDs gratuitos do filme, alegando que ele seria prejudicial à sua campanha de arrecadação. De fato, apurou-se que a associação havia recebido 6 milhões de dólares da Exxon Mobil ao longo da década anterior e que a petroleira tinha um membro no conselho diretor da associação. Não é um caso de ativismo político, é ativismo empresarial mesmo; mas esse pode.

A recepção ao filme nos circuitos oficiais dos EUA foi de frieza ou hostilidade. Perguntado sobre sua opinião sobre a mensagem do filme, o então presidente George Bush declarou laconicamente: “Duvido”. Que surpresa! Bush fez sua carreira na indústria do petróleo e o filme promove Al Gore, seu adversário nas confusas eleições para a presidência americana, que Bush venceu em

2000 no tribunal, e não nas urnas.

Essa fria recepção ilustra, mais uma vez, como se fosse necessário, o fosso abismal que separa a ciência e a política. Na época do lançamento do filme, uma revisão de cerca de 1.000 trabalhos científicos sobre clima em revistas indexadas e com conselho editorial indicou que seus autores apoiavam majoritariamente a tese da interferência humana no clima. Já um levantamento da cobertura midiática sobre o tema, na mesma época, mostrava um empate técnico entre conteúdos a favor e contra, demonstrando que é mais fácil ignorar cientistas do que anunciantes peso-pesado e financiadores de campanhas, *idem*.

MISSÃO CUMPRIDA O documentário cumpriu sua missão de conscientizar milhões de cidadãos sobre a emergência ambiental do aquecimento global e deu novo impulso ao movimento ambientalista também glo-

bal. Mas motivou uma contraofensiva do musculoso *lobby* dos setores empresariais responsáveis pelas maiores emissões de carbono. O filme foi taxado de polêmico e alarmista e qualquer cético do clima – de preferência, cientista e, melhor ainda, climatologista –, por mais isolado e pouco expressivo que fosse, passou a ser pesadamente apoiado, incensado e divulgado.

Mas, depois de mais relatórios do IPCC (sigla em inglês para Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas), mais conferências internacionais sobre o clima e mais recordes de temperatura, emissão de carbono, seca, chuva e todo tipo de extremo climático, esse *lobby* mudou de estratégia. Após anos negando a existência do aquecimento e outros tantos contestando que ele fosse causado pelas emissões de carbono, passaram a glorificar o CO₂ como composto natural, atóxico para o homem, exceto em altas concen-



FOTO RAUULITEK

Entre as previsões dos efeitos do aquecimento global, destaca-se o degelo das calotas polares

trações, e benéfico para a produção agrícola, chegando a afirmar que as gerações futuras nos seriam gratas pela abundante emissão do gás.

Seria engraçado se não fosse trágico. Mas parece que os próprios lobistas reconheceram ter exagerado, e sua reação à sucessão de desastres climáticos foi um eloquente silêncio. Enquanto isso, rebatizaram as petroleiras como empresas de energia, e seus comerciais, agora, mostram intrépidos e sorridentes funcionários instalando... painéis fotovoltaicos! A mensagem? As petroleiras estão na liderança da conversão para uma economia de baixo carbono. Não sei se Josef Goebbels, funesto ministro da propaganda nazista, ficaria roxo de inveja diante disso ou se, ao contrário, sentiria o orgulho do mestre que vê seus discípulos mandando bem.

TRISTE ROTINA Seja como for, o acúmulo de novas evidências científicas e a experiência pessoal em todos os recantos do planeta são inequívocos: o clima está cada vez mais extremo, imprevisível e perigoso. As notícias sobre as sucessivas quebras de recordes de temperatura – em geral para cima, mas às vezes para baixo – perderam a graça e o espaço, porque viraram triste rotina e ninguém mais questiona a sério a realidade das mudanças climáticas e a gravidade de suas consequências.

No Brasil, tivemos nos últimos anos sucessivas secas, crise de abastecimento hídrico e elétrico, aumento de emissões de carbono devido ao acionamento de termoelétricas, enchentes e secas históricas na Amazônia, marés vermelhas e verdes, sucessivos verões escaldantes, qua-



A baixa umidade na capital federal muda hábitos e provoca incêndios no cerrado

se um mês de sensação térmica de 40°C a 41°C em pleno outono carioca e, depois de chuvas torrenciais em pleno junho (mês historicamente seco), escrevo, no Rio de Janeiro, vestindo boné de lã e duas camadas de roupas quentes.

Já perguntaram diversas vezes aos produtores de *Uma verdade inconveniente* se não pensam fazer uma sequência atualizada. Costumam responder que sim, que seria bom e que têm um monte de ideias a respeito. Mas, duas décadas depois, ainda não há nada concreto. Dá para entender. Quem vai bancar um filme que reafirme o que já se disse há 10 anos, em mensagem que foi polêmica um tempo e agora é considerada um fato da vida pela maioria da população, com o agravante de que, nesse tempo todo, não se tomou nenhuma medida prática digna de nota para mitigar ou evitar suas piores consequências?

O problema para os produtores da eventual versão 2.0 começaria já na escolha do título. Uma verdade mais inconveniente ainda? Uma verdade constrangedora? Mudanças climáticas: eu avisei?

Não vale a pena. O tempo se encarregou de provar que os cientistas do clima e seu porta-voz, Al Gore, estavam certos, e o tempo é rei.

Assim como as mudanças climáticas agudas, o bem e o mal são invenções humanas. O livre-arbítrio também. Dependendo do rumo que tomarmos, podemos chegar a um equilíbrio negociado com a biosfera e durar um bom tempo como civilização. Ou podemos seguir destruindo nossos sistemas de suporte na voragem desenfreada do consumo e voltar rapidamente a ser só mais uma espécie pouco relevante e nada fotogênica.

Seja como for, temos bastante tempo para pensar. Nosso modesto planeta será engolido por um sol agonizante, mas só daqui a uns 5 bilhões de anos.

Jean Remy Guimarães

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

Clandestinos implacáveis

Vírus transportados por europeus dizimaram populações ameríndias em poucos anos

O conceito de espécies invasoras é complexo, embora seja facilmente reconhecido que espécies não nativas introduzidas acidental ou intencionalmente causam alterações drásticas em novos ambientes (ver 'Nem tudo o que vem de fora é inimigo', em CH336). Porém, a espécie invasora que mais expandiu sua área original e mais causou alterações nos mais variados biomas do planeta é mesmo a nossa, o *Homo sapiens*: a partir de uma origem africana, colonizamos (ou invadimos) praticamente todos os continentes e seus variados biomas. As alterações causadas por nossa espécie na Terra vão desde extinções em massa até mudanças radicais da paisagem. Muitos pesquisadores propõem até que estejamos vivendo um novo período, o Antropoceno, caracterizado pelas consequências das ações de nossa espécie sobre o planeta (ver 'Antropoceno: a época da humanidade?', em CH283).

Embora todas as populações humanas pertençam a uma única espécie e não faça qualquer sentido biológico falar em raças humanas, o fato é que, ao longo de nossa dispersão, diversas populações humanas passaram séculos, ou mesmo milênios, isoladas de outras. Esse foi o caso, por exemplo, dos ameríndios em relação aos europeus.

Com exceção de povoamentos, ou melhor, acampamentos nórdicos

transitórios onde hoje é o Canadá, europeus e ameríndios permaneceram isolados por milênios após a chegada de nossa espécie às Américas. Essa separação teve consequências dramáticas, sobretudo para os ameríndios, imediatamente após o seu 'reencontro' com os europeus. Entre historiadores, hoje se reconhece que o processo de invasão e conquista das Américas pelos europeus, a partir de fins do século 15 e ao longo de todo o século 16, deve ser descrito tanto do ponto de vista cultural e econômico, como do ponto de vista de fatores biológicos determinantes para o estabelecimento desse domínio: as doenças infecciosas!

DOMÍNIO COM AJUDA DOS VÍRUS No caso da conquista espanhola da América Latina, parasitos das mais diversas espécies trazidos pelos europeus representaram uma mudança ambiental catastrófica para os ameríndios, pois deram início a um processo de seleção natural que poupava apenas os poucos indivíduos que tinham imunidade natural contra eles.

Embora a origem de algumas doenças parasitárias dos ameríndios seja objeto de intensa controvérsia entre cientistas, há pouca discordância com relação ao fato de que os vírus da varíola, sarampo, coqueluche, catapora, peste bubônica,

difteria e influenza foram trazidos para as Américas pelos europeus. Acredita-se que muitos colonizadores eram imunes a eles porque, durante séculos, populações europeias estiveram expostas justamente às doenças que eles provocavam.

A seleção natural, portanto, tendia a eliminar os indivíduos suscetíveis e a preservar os mais resistentes. Assim, a vantagem decisiva dos invasores das Américas não eram tanto suas armas de fogo, às quais os ameríndios conseguiram, por vezes, acesso em grande quantidade, mas suas doenças, causadas por vírus que antes não existiam no Novo Mundo.

O exemplo mais chocante talvez seja o da varíola em relação aos astecas, que viviam na região que hoje corresponde ao México. Estimase que, entre 1520 e 1521, a varíola matou milhões de pessoas, talvez em associação com outras doenças. Embora a polêmica a respeito da quantidade de mortos seja grande, o número mínimo está em torno de 2 milhões de mortos. Segundo outros cientistas, ele pode chegar a 15 milhões. Ou seja, independentemente da estimativa adotada, a perda de vidas provocada pela varíola está entre as maiores da história.

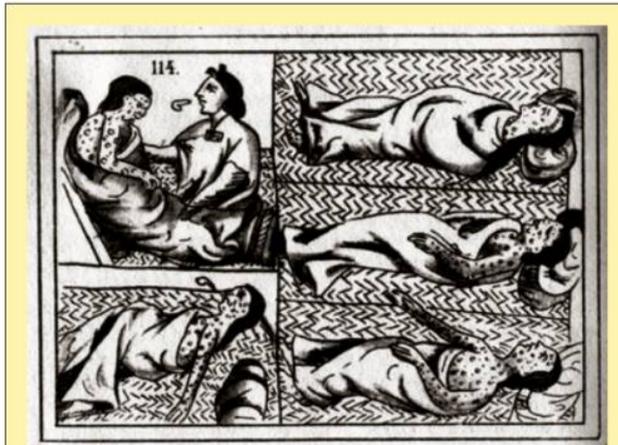
Outras doenças não virais, como a malária, também foram trazidas pelos europeus e até hoje afetam populações humanas; principalmente, na América do Sul.

Desenho que acompanha texto do século 16 mostrando nativos do México central contaminados com varíola por conquistadores espanhóis

Voltando à conquista espanhola, é importante salientar que os indígenas americanos tinham suas próprias enfermidades (várias delas, como a doença de Chagas e a de Carrión, eram tão autóctones para as Américas como os beija-flores e as antas). Seu número, porém, era insignificante em comparação com a soma das que vieram para a América Latina a partir de 1492.

A febre amarela, por exemplo, é de origem africana, onde diversas populações têm menor suscetibilidade, apresentando formas brandas da doença, que era devastadora para europeus. Não por acaso, na rebelião de afrodescendentes na ilha de São Domingos, em 1802, a febre amarela matou aproximadamente 30 mil soldados enviados por Napoleão para tentar conter a tentativa de independência do Haiti iniciada em 1791.

Esse é apenas um caso, embora grandiloquente, da importância dos micro-organismos no desfecho de guerras entre populações humanas. Há outros exemplos anteriores e posteriores de micro-organismos dizimando populações em momentos de conflito. Na guerra entre britânicos e índios norte-americanos, em 1763, os primeiros ofereceram cobertores contaminados com varíola aos nativos, matando-os sem necessidade do uso de armas.



Mortes durante as epidemias de varíola na América Latina*

Local	Ano(s)	Número de mortes
México	1520-1521	De 2 a 15 milhões
Peru	1525-1527	200 mil
Brasil	1555-1878	3 milhões
Venezuela	1580	Até 30 mil

* FONTE: STEPHEN STEARNS, EVOLUTIONARY MEDICINE, SINAUER ASSOCIATES, INC., 1ST EDITION (AUGUST 18, 2015)

O PAPEL DOS ANIMAIS DOMÉSTICOS

Por que as doenças dos europeus foram tão letais aos ameríndios e não se tem notícia de grande letalidade causada pelas doenças ameríndias transmitidas aos europeus? Uma possível resposta é que as infecções virais transmitidas pelos europeus eram doenças de grandes populações. Suas origens estão, em geral, em vírus que afetam animais domésticos.

Os europeus tinham um número maior de espécies de animais domésticos, que viviam em grandes ajuntamentos, como porcos, cabras e vacas. Essa condição favorece a proliferação e a transmissão de vírus causadores de doenças de multidão. Além disso, muitos camponeses dormiam junto a cabras e vacas, convivendo com suas secreções e consumindo seu leite, o que também propicia a transmissão de doenças. Some-se a isso o fato de que

muitas cidades europeias no século 16 eram densamente povoadas por pessoas sem as atuais noções de higiene.

Esse cenário favoreceu por séculos a transmissão dos vírus. Nesses ambientes, indivíduos mais suscetíveis aos vírus que circulavam devem ter sucumbido mais facilmente, levando a novas gerações mais resistentes, das quais saíram aqueles que contribuíram para conquistar, junto com os vírus, a América Latina.

Por outro lado, o número de espécies domesticadas por ameríndios era menor: o peru, o porquinho-da-índia, a lhama e, quase certamente, o cachorro (ver 'Vida de cão' nesta edição). Esses animais, entretanto, viviam em grupos pequenos e o consumo de seu leite (no caso da lhama) não era uma prática estabelecida.

A chegada de populações humanas à América há milhares de anos afetou de forma drástica as demais espécies que ali viviam. Curiosamente, no século 16, a entrada de novos contingentes humanos no continente acabou dizimando também os povos nativos. Dessa vez, porém, as espécies invasoras e tremendamente letais eram os parasitos que vieram de carona com os europeus.

**MAURÍCIO LUZ
E RICARDO WAIZBORT**
Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Viajando de carona

Como a relação entre plantas e animais determinou sua dispersão pelo mundo

Não é mistério para ninguém que animais de nosso convívio são domesticados, e que cães e gatos que hoje vivem em nossas casas têm ancestrais selvagens. Curiosamente, as pessoas não são tão esclarecidas no que diz respeito às plantas, e ignoram o fato de que elas, assim como os animais, também passaram por processos de domesticação.

Animais mais aptos ao trabalho, e plantas mais produtivas ou resistentes, faziam a diferença entre o sucesso ou o fracasso de populações

ancestrais em luta contra ambientes hostis. O artigo 'Vida de cão: Mitos e certezas sobre a origem e dispersão dos cachorros na América', nesta edição, traz as novidades sobre as origens do melhor amigo do homem, e vai além, esclarecendo os tortuosos caminhos que trouxeram o cachorro, de sua origem geográfica europeia, até a América do Sul. É interessante notar que em diversas ocasiões as dispersões de plantas e animais domesticados estiveram profundamente ligadas.

Um bom exemplo é o caso do bicho-da-seda (*Bombix mori*) e a amoreira-branca (*Morus alba*). O bicho-da-seda é nativo do norte da China e é utilizado para produzir tecido pelo menos desde 3500 a.C. Para produzi-lo, a lagarta tem que se alimentar de grandes quantidades de folhas da amoreira-branca. Essa é uma interessante característica do bicho-da-seda: ele se alimenta preferencialmente de folhas de uma única espécie de planta.



FOTO: PIRAPARA.COM

O bicho-da-seda se alimenta preferencialmente de uma única espécie de planta, a amoreira-branca

ATAQUE E DEFESA A amoreira-branca produz uma série de alcaloides que são tóxicos para outras lagartas, mas não para o *Bombix mori*. Tudo indica que, ao longo da evolução, as larvas e a amoreira se engajaram em uma ‘corrida armamentista’: conforme desenvolvia alcaloides tóxicos para lagartas, a amoreira reduzia os ataques por pragas e, ao mesmo tempo, impunha uma pressão sobre a população de insetos, que, por sua vez, desenvolviam mecanismos de resistência. Novos alcaloides impunham novas pressões, aumentando sucessivamente os níveis de defesa e de contra-ataque, resultando na especialização do bicho-da-seda em consumir as folhas da amoreira-branca.

Durante milênios, os chineses aperfeiçoaram o fabrico da seda, selecionando tanto bichos-da-seda mais produtivos quanto amoreiras que melhor se prestassem à produção do fio. É o resultado de anos de seleção artificial de insetos que produzem uma fibra extremamente longa, resistente e em grande quantidade, que também desenvolveram tolerância ao manuseio humano e aceitam viver aglomerados, o que não acontece com larvas de seu ancestral selvagem (*Bombyx mandarina*).

A evolução conjunta desses organismos determinou seu espalhamento pelo mundo, já que quem quisesse participar dos grandes lucros envolvidos na produção de seda teria que possuir não apenas o bicho-da-seda, mas também a amoreira. Uma relação que trouxe a amoreira e o bicho-da-seda de seu

FOTO: PIMBAY.COM



Inicialmente trazido para controlar pragas no cultivo da cana-de-açúcar, o sapo-cururu acabou se tornando ele mesmo uma praga

local de origem no Oriente até regiões tão distantes como o Brasil: em 1770, o Marquês de Pombal mandou plantar as primeiras amoreiras no país, certamente já pensando em iniciar uma produção de seda na colônia (que só teve início, de fato, em 1838, com a criação do Estabelecimento Seropédico de Itaguaí, onde hoje é a cidade de Seropédica).

Outro exemplo de espalhamento conjunto de plantas e animais diz respeito aos porcos e carvalhos. Um ditado alemão diz: sob os carvalhos crescem os melhores presuntos. De fato, carvalhos e porcos têm uma forte ligação, porque os frutos da árvore são alimentos excelentes para porcos.

Conforme porcos eram domesticados, ganhando cada vez mais importância na alimentação humana, mais os homens se dedicavam ao estabelecimento de bosques de carvalho. Estes se tornaram muito comuns em toda a península ibérica (onde são chamados ‘montados de carvalho’), já que a presença dessas árvores em quantidade no ambiente era garantia de alimento para a cria-

ção de porcos, sem despesas e sem trabalho para o criador.

DISPERSÃO CONJUNTA A produção de seda e a criação de porcos em bosques de carvalho são exemplos bem-sucedidos de dispersão conjunta de plantas e animais. Infelizmente, nem todos os casos são tão benignos, como evidencia a história da cana-de-açúcar e do sapo-cururu.

A cana-de-açúcar é originária da Oceania, com as primeiras plantações datando de 6000 anos atrás. A cana é um excelente material para construções: reta, resistente e maleável; além de muito fácil de ser propagada.

Uma planta gostosa, útil e fácil de cultivar está fadada a se espalhar: da Oceania, a cana seguiu para ilhas do Pacífico e chegou ao continente asiático. A invasão da Índia pelo imperador persa Dario, em 500 a.C., levou ao mundo árabe a “cana que dá mel sem abelhas”. Os árabes a introduziram no Mediterrâneo e ela passou a ser cultivada na Itália, Espanha e no Sul da França, mesmo com o clima inadequado para o seu crescimento.



Um exemplo de espalhamento conjunto de plantas e animais é a relação mantida entre porcos e carvalhos. Os frutos da árvore servem de alimento para esses animais

A descoberta das Américas marcou a expansão da produção da cana em todo o mundo. O açúcar de cana se tornou um negócio verdadeiramente globalizado: a Holanda produzia cana no Suriname; a Espanha em Cuba; Portugal no Nordeste brasileiro; os franceses na Guiana, enquanto os ingleses dominavam plantações na Jamaica e em inúmeras pequenas ilhas caribenhas.

Infelizmente, o cultivo de cana é também bastante insalubre: a densidade da plantação, aliada à umidade e ao calor do ambiente são ideais para a proliferação de todo tipo de insetos. Ratos são frequentes, roendo os caules em busca da doçura da polpa, e, com os ratos, vêm as cobras.

No fim do século 19 – portanto, antes do advento dos inseticidas modernos –, os cientistas envolvidos no cultivo de cana-de-açúcar decidiram utilizar sapos-cururus, típicos do Brasil, para controlar pragas nos canaviais de outros países. Os sapos combatiam insetos e ratos e foram vistos como a solução para melhorar as condições de cultivo. Eles foram levados para nada menos que 138 países, se tornando o experimento de controle biológico de pragas mais extenso da história. Mas o sapo acabou se tornando, ele mesmo, uma praga, e agora está classificado entre as espécies mais invasoras do mundo.

A ‘corrida armamentista’ entre o bicho-da-seda e amoreiras-brancas determinou o espalhamento desses

dois organismos pelo mundo, enquanto a relação entre porcos e carvalhos foi suficiente para alterar a paisagem da península Ibérica, estimulando o estabelecimento de bosques de carvalho. Mas nem sempre a relação entre plantas e animais foi bem-sucedida: os sapos-cururus utilizados como controle de pragas contam uma história sobre boas intenções com resultados catastróficos. Um caso onde cientistas empenhados em resolver um problema acabaram causando desequilíbrios ecológicos gigantescos.

LUIZ MORS CABRAL
Instituto de Biologia,
Universidade Federal Fluminense

QUENIANOS MUTANTES?

Passando pela internet e lendo um artigo do Franklin Rumjanek (CH 260), me deparei, creio, com um erro de digitação: "fibras musculares vermelhas de resposta rápida". Mas o correto é o contrário: as fibras brancas têm resposta rápida, enquanto as vermelhas têm resposta lenta.

Carlos Cesar Campos,
por correio eletrônico

CH O leitor está correto

ENTREVISTAS E DEBATES

Gostaria de sugerir que a revista criasse uma seção permanente de entrevistas. Outra alternativa seria a revista promover entrevistas com múltiplos entrevistadores e entrevistados, tipo um debate ou mesa-redonda sobre um determinado assunto. Isso propiciaria uma análise mais profunda dos temas, ao colocar em choque diferentes visões sobre os mesmos. O debate é mais frequente na televisão, mas acho que poderia ser tentado também nas revistas.

Erico Tachizawa
Comentário na CH On-line

CH Agradecemos o interesse do leitor e informamos que a revista tem uma seção fixa de entrevistas todos os meses. Mais esporadicamente, contamos com a seção 'Polêmica', em que são apresentados dois ou mais pontos de vista sobre um determinado tema.

REVISTA DIGITAL I

Ao receber minha última Ciência Hoje tive a péssima notícia de que a versão impressa não mais será entregue. Ao renovar a assinatura, pouquíssimo tempo atrás, nem fui informado dos planos de extinção da versão em papel. Carrego a revista em minha mochila e a leio no ônibus, em uma mesa de restaurante na hora do almoço, em um consultório médico, na fila do banco... A versão digital me impossibilitará de fazer isso; afinal, não tenho um dispositivo eletrônico para acessar internet e nem

pretendo tê-lo, pois isso implicaria em custo na compra do aparelho, além da assinatura de um acesso 3G ou 4G. Em casa, não tenho tempo para ler a revista na tela do computador. (...) Espero que a decisão seja reconsiderada por respeito aos leitores.

Ricardo D'Addio,
por correio eletrônico

REVISTA DIGITAL II

Gostaria de dar parabéns a todos pela incrível revista que é a Ciência Hoje, a qual acompanho desde o primeiro número. Mas, 1) vocês são malvados, pois estão acabando com a versão impressa; 2) acho que será um tiro na têmpora, pela experiência com revistas que deixaram de ser impressas para serem apenas eletrônicas (...); ao eliminar a versão impressa, perdem muitos novos leitores, pois a propaganda fica restrita ao grupo de leitores atuais; 3) espero que voltem atrás; 4) como posso receber a versão digital, a qual espero tenha versão Epub para os celulares, pois a versão pdf não é bem legível e usar um notebook nos ônibus e trens de São Paulo no horário de pico é difícil? Não desejo boa sorte, pois vocês têm competência, o que é melhor que a sorte.

Roberto Frankie Correia,
por correio eletrônico

BIOMEDICINA

Sou estudante de graduação de biomedicina; gosto muito dos textos da equipe de Ciência Hoje quanto à parte biológica e médica.

Jomar Fagundes
Comentário na CH On-line

DEVASTADAS PELO ZIKA

Descoberta crucial que norteia as pesquisas para tentar reduzir os danos do zika vírus (CH 335). A esperança é que consigam a cura para eliminar de vez esse mal que assombra a população.

Genderson Marlon
Comentário no Facebook/Ciência Hoje

CORTINAS VERDES

Responsabilidade socioambiental passa por adotar novas práticas de consumo que contemplem a sustentabilidade da vida na Terra (CH 336).

Cyro Zucarino
Comentário no Facebook/Ciência Hoje

INVASÃO DO JAVALI

Eles não têm culpa se foram levados para aí, eles não são invasores, são só animais (CH 336). Se estão a causar estragos, poderiam ficar em reservas, onde pudessem viver bem sem causar danos às espécies nativas.

Nádia Gomes
Comentário no Facebook/Ciência Hoje

SOBRECULTURA E CH

Estou sensibilizado e agradecido ao receber o último número da Ciência Hoje (335). Passei o dia lendo e relendo a separata SobreCultura. Li tantas vezes que já sei de cor. Que prazer ler a entrevista de Paulo Bezerra à Alicia Ivanisevich. (...) Como é bom tomar contato outra vez com Paul Veyne e com todos os que escrevem sobre a obra de Sêneca ou de Dostóievsky. É maravilhoso reencontrar em textos pessoas bem-sucedidas na via acadêmica (...) e ler sobre Nise da Silveira e o Ateliê do Concretismo. Na CH, 'Cotidiano em construção' (seção Memória) é excepcional, bem como o relato da procura dos monopolos e 'Obenefício inusitado da amamentação'. Parabéns mais uma vez! Num país de mulas, é reconfortante ver que existe cultura.

João Francisco Lobo Ribeiro,
por correio eletrônico

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

UMA VISÃO MACRO

PEB – Programa Espacial Brasileiro:
Militares, cientistas e a questão da soberania nacional

Ana Lucia do Amaral Villas-Bôas

Lisboa, Chiado editora, 368 p., € 13, e-book: € 3



A autora deste livro vem da área mineral: Ana Lucia do A. Villas-Bôas graduou-se em sociologia e política, com mestrado em política científica e tecnológica e doutorado em ciências sociais, e começou a trabalhar no Centro de Tecnologia Mineral (Cetem), quando publicou *A questão mineral na Constituição de 1988*. Mudou-se para a área espacial, a fim de checar se o Brasil, país em desenvolvimento abraçado pela economia globalizada, teria chance de criar e executar um programa nacional suficientemente soberano e sustentável de desenvolvimento tecnológico de fronteira nessa área. Enorme desafio, tanto para o país quanto para a autora. Villas-Bôas, tenaz e perspicaz, enfrentou-o com dados coletados em amplo recorrido histórico. A visão alargada é uma atitude virtuosa. Brinda-nos com tela cheia e detalhada.

Os capítulos do livro nos dão clara ideia de sua amplitude: são apenas três, mais a conclusão de 10 páginas, um sem-número de referências, uma lista de abreviaturas e siglas e um glossário valioso para quem não tem conhecimentos técnicos sobre eventos, instituições e equipamentos espaciais. Os três capítulos cobrem uma trajetória abrangente.

O primeiro fala da 'Construção do Programa Espacial Brasileiro (PEB)'. Mas não se deve esperar que a autora se detenha apenas no programa

propriamente dito. Ela vai lá atrás e trata da institucionalização da ciência e tecnologia no Brasil. Aborda algo muito importante na nossa história: 'A questão nacional nas propostas de desenvolvimento' e, como não poderia deixar de ser, examina 'A primeira fase de Vargas: 1930-1945', quando o Brasil deixa de ser um país agrícola e começa a luta pela industrialização.

Só depois de apresentar esse quadro geral, Villas-Bôas considera-se habilitada para revelar os contornos iniciais da pesquisa espacial, a importância do programa espacial no Brasil e o Plano Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) 2005-2014. Ela se detém neste plano – o que é bom –, mas não leva em conta o seguinte: o PNAE 2012-2021, com suas inovações, o que é uma falha difícil de justificar, já que o livro foi publicado agora, em 2016.

O segundo capítulo talvez seja inédito na historiografia das atividades espaciais no Brasil. O título já diz tudo: 'Os militares no poder'. E, de novo, a autora começa muito antes do PEB. O primeiro subcapítulo conta sobre o Clube Militar – a cisão e o confronto nas Forças Armadas no período 1945-1964, sobre a história pós-Segunda Guerra Mundial até o golpe militar de 1964, quando os militares, sobretudo da Aeronáutica, assumiram papel relevante no de-

envolvimento do PEB.

A seguir, dedica várias páginas às correntes majoritárias – nacionalistas e antinacionalistas – entre os militares. Depois, assistimos às muitas e variadas lutas intestinas em 'Cisões, rachas, partidos, lideranças, correspondências com grupos civis e sobreposições entre as correntes militares – a hierarquia é ou não soberana?'. Na sequência, 13 páginas alinham fatos e comentários sobre a Doutrina da Segurança Nacional (DSN), alvo de longas discussões tanto no país como no exterior. O capítulo termina com longa análise sobre o golpe de 1964, governos militares, DSN e Política de Ciência e Tecnologia (PC&T), e considerações sobre o binômio ciência e desenvolvimento nos governos militares.

O terceiro capítulo – 'A nova ordem mundial' – nos convida a olhar a cena global para entender melhor nossas questões locais, inclusive, e sobretudo, as complicações no espaço cósmico. Não por acaso, seu primeiro subcapítulo enfrenta um tema-chave: globalização, Estados nacionais e soberania. Seguem-se problemas igualmente essenciais: Estados nacionais, ambiente e tecnologia espacial; ciência e poder; as atividades espaciais e a concentração do conhecimento científico-tecnológico; e, finalmente, indo do geral ao particular, chegamos ao Brasil da

Nova República e seu programa espacial. Aplausos à metodologia!

Confirmando o enfoque, num tema de envergadura global, Villas-Bôas ressalta, na conclusão, que o esforço de desenvolver o tema das tecnologias espaciais no Brasil, refletidas no PEB, “nos fez necessariamente reconstruir o cenário dos anos 1950, quando o país ensaiou seu movimento, parcialmente bem-sucedido, de implantação do CNPq, pronto para responder às demandas do desenvolvimento”. O fato, afirma ela, é que “a construção do complexo espacial brasileiro ocorreu no contexto de um mundo ainda dividido pela Guerra Fria, nos causando certa estranheza, pois, recuando um pouco no tempo e ainda como parte do mesmo processo, o país não conseguira se capacitar em energia nuclear” (nos anos 1940 e 1950). Isso só veio acontecer na década de 1980, graças a um programa conduzido em segredo pela Marinha brasileira.

A autora também salienta que o PEB, concebido por militares brasileiros, teve grande impulso após a tomada do poder pelos militares em 1964, portadores de uma visão de projeto nacional, onde cabia à C&T um lugar destacado. Esse primeiro período, diz ela, vai até o final dos anos 1980, época em que o Estado brasileiro e outros Estados nacionais supunham poder exercer papel preponderante em seu próprio espaço territorial, com as relações internacionais sendo pautadas menos pela interdependência e mais pelo alinhamento automático dos países com uma das duas grandes potências, EUA e URSS.

Cabe-me, no entanto, esclarecer: esse período passa por etapas diametralmente opostas, pois inicia-se com

um alinhamento absoluto com os EUA, que apoiaram ativamente o golpe de 1964, e termina com o rompimento do acordo militar com aquele país, em 1977, durante o governo nacionalista do General Ernesto Geisel (1939-1996), que lançou, em 1979, a ‘Missão Espacial Completa Brasileira’, primeiro programa espacial do país.

Apesar disso, conclui a autora, a autonomia técnico política tão desejada [no PEB] ainda não foi alcançada. A seu ver, não existe suporte desejável à formulação de um projeto de desenvolvimento nacional que garanta soberania relativa no mundo globalizado conjugada com sustentabilidade do desenvolvimento econômico.

Trata-se, portanto, de afirmar uma soberania relativa, não absoluta, priorizando o interesse nacional em vez do interesse das corporações globais. Toda cooperação internacional é bem-vinda desde que respeite esse critério fundamental, de que são exemplos os acordos espaciais Brasil e China, bem pouco comentados pela autora. Ela, aliás, não faz referência à posição da China como nova potência espacial, nem à nova ‘Guerra Fria’ entre EUA e China, à que assistimos hoje, preocupados com a intensa corrida armamentista espacial por ela acionada.

Nada disso, porém, tira o peso deste livro inovador.

José Monserrat Filho *

Associação Brasileira de Direito Aeronáutico e Espacial (vice-presidente), Instituto Internacional de Direito Espacial (diretor honorário)

* Autor do livro *O direito na Era espacial – Podemos ser mais juntos no espaço do que na Terra* (Vieira & Lent, 2007)

De mudança para Marte – A corrida para explorar o planeta vermelho

Stephen L. Petranek

São Paulo, editora Alauide, 136 p., R\$ 42

Se há uma certeza para o premiado jornalista de ciência Stephen Petranek, ex-editor chefe da famosa revista *Discovery*, é que a humanidade encontrará sua nova morada no planeta vermelho. Este livro narra justamente os desafios econômicos e ambientais que essa mudança – prevista para começar a ocorrer, segundo o autor, em 2027 – exigirá: da construção de foguetes à instalação de uma base para habitar e colonizar Marte. Embora o otimista Petranek esteja convencido de que, uma vez implantada a base marciana de forma funcional, a emigração dos terráqueos ocorrerá de fato, ele defende que não podemos deixar a Terra de lado, nem permitir que a destruição em curso provoque a extinção da espécie humana.

Este é o sétimo volume da coleção TED Books, que reúne algumas das principais conferências TED (acrônimo em inglês para Tecnologia, Entretenimento, *Design*), destinadas à disseminação de ideias “que valham a pena serem divulgadas”, por meio de vídeos de até 16 minutos na internet.



Em prol da ciência e do país

1916. FUNDADA A ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS (ABC). Há 100 anos, no dia 3 de maio, nascia a Sociedade Brasileira de Ciências, nome da Academia até 1921. Aos olhos de hoje, sua criação envolveu duas surpresas. A primeira foi que, embora a Europa – nossa referência política, econômica e cultural – estivesse envolvida em guerra sangrenta e boa parte dos cientistas das grandes potências ocidentais estivesse ocupada em desenvolver e aperfeiçoar armamentos, o que motivou a iniciativa foi a promoção da ciência e não a segurança nacional. A segunda foi que os fundadores optaram pelo formato de sociedade civil sem fins lucrativos num país de tradição estatocêntrica.

Versão resumida da apresentação feita pelo autor e por Ildeu de C. Moreira na abertura da celebração do centenário da ABC. A pesquisa histórica foi feita por M. Regina Hippolito von der Weid e Vicente S. Moreira dos Santos.

Prédio da Escola Politécnica do Rio de Janeiro, onde foi fundada a ABC

JOSÉ MURILO DE CARVALHO

Academia Brasileira de Ciências
e Universidade Federal do Rio de Janeiro



EM 3 DE MAIO DE 1916, um grupo de cientistas reuniu-se no salão nobre da Escola Politécnica do Rio de Janeiro para fundar a sociedade. Provinham eles de três instituições tradicionais de ensino e pesquisa do Rio de Janeiro: o Museu Nacional (fundado em 1818), onde trabalhavam arqueólogos, botânicos e etnógrafos, o Observatório Nacional (criado em 1845), e a própria Politécnica, uma escola de engenharia estabelecida em 1874. Vinham, ainda, do recente e já prestigioso Instituto de Manguinhos (criado em 1900), depois Fundação Oswaldo Cruz, onde trabalhavam biólogos na linha pasteuriana. A eles se juntaram alguns geólogos formados na Escola de Minas de Ouro Preto (fundada em 1876). Era a terceira academia de ciências criada nas Américas, depois da norte-americana, de 1863, e da argentina, de 1874. Houve outra em Cuba, de 1861, formada quando o país ainda era colônia.

Sob a presidência de Henrique Morize (1860-1930), diretor do Observatório Nacional e professor de física da Politécnica, reuniram-se matemáticos, biólogos, químicos, físicos, geólogos e astrônomos, distribuídos em três seções: matemática, ciências físico-químicas e ciências biológicas.

Apesar de existir então, na Politécnica, polêmica entre positivistas e não positivistas, não parece ter havido divergência relevante no que diz respeito à filosofia que marcava a nova instituição. Ela foi exposta em discurso de posse de Morize em 1917. Destaco aqui alguns trechos: “A Sociedade Brasileira de Ciências é uma associação de trabalhadores intelectuais resolvidos a consagrar todos os seus esforços ao progresso da ciência e ao

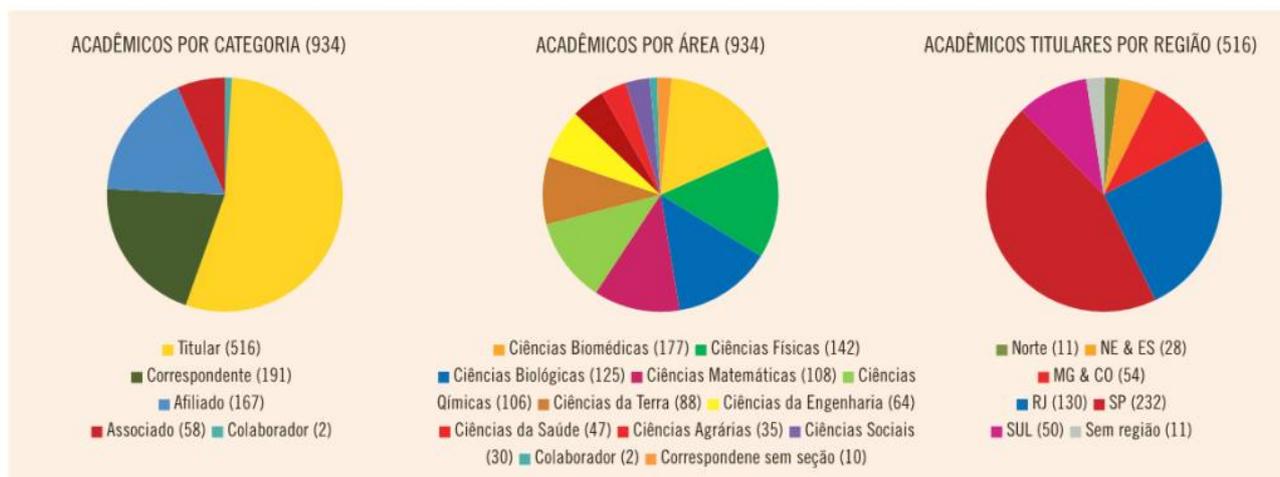


Henrique Morize, primeiro presidente da Academia

engrandecimento do nosso querido Brasil”. Disse ele ainda que o fim da ABC era promover a “ciência pura, da qual resultam as aplicações tão espontaneamente como à flor sucede o fruto”. E mais: “O fim principal da Sociedade Brasileira de Ciências consiste em espalhar essa noção da importância da ciência como fator de prosperidade nacional”.

Sobressaem dois pontos do discurso. O primeiro tem a ver com a concepção de ciência. Morize usou a expressão “ciência pura”, mas fica claro que não propunha torre de marfim para os cientistas, nem talvez o pudes-

>>>



Distribuição dos acadêmicos por seção e estado de nascimento, em 2016

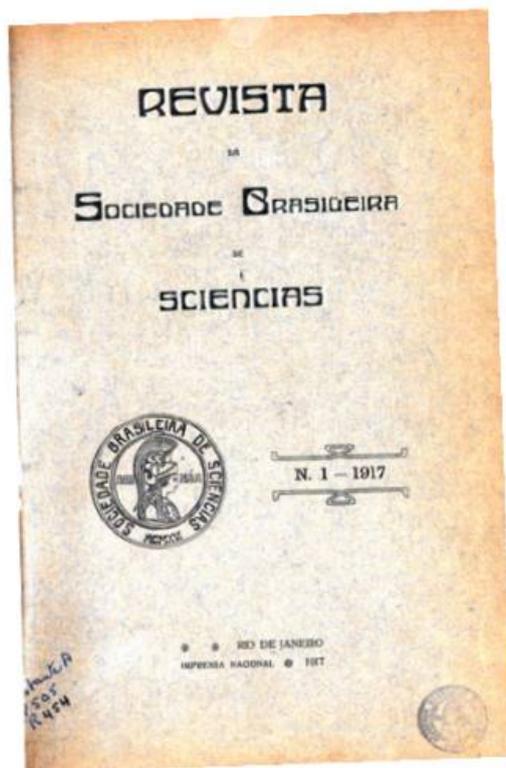
Capa do primeiro número da revista da SBC/ABC

se fazer diante do grande êxito de Oswaldo Cruz (1872-1917), membro fundador, na aplicação da ciência em defesa da saúde pública. Suas palavras indicam antes uma defesa da ciência como condição necessária para se chegar ao que hoje se chama tecnologia e inovação. O segundo ponto tem a ver com o que o fisiologista Louis Couty (1854-1884), antigo professor da Politécnica, escrevera em artigo de 1879, ao lançar a primeira revista de divulgação científica do Brasil. Para Couty, a tarefa mais importante no Brasil era promo-

ver entre a população um “estado de espírito”, uma “corrente científica”, que valorizasse a busca do conhecimento pela investigação. A ausência desse espírito, argumentara ele, era um dos principais obstáculos ao progresso da ciência entre nós.

Em seus primeiros anos, a Sociedade seguiu essas diretrizes, sobretudo, na parte referente à divulgação científica. Promoveu conferências públicas, convidando alguns dos melhores cientistas da época, como Albert Einstein (1879-1955) e Marie Curie (1867-1934), a primeira mulher eleita sócia correspondente. Já em 1917, criou a *Revista da Sociedade Brasileira de Ciências*; em 1923, foi a vez da Rádio Sociedade do Rio de Janeiro, futura Rádio MEC, fundada pelos acadêmicos Edgar Roquette-Pinto (1884-1954) e Henrique Morize; em 1924, vários acadêmicos participaram do lançamento da Associação Brasileira de Educação, na convicção de que o ensino era também fator crucial de promoção da ciência e do espírito científico.

Pode-se dizer que os dois princípios originários, ciência básica como condição para o avanço tecnológico e criação, pela divulgação e pela educação, de um espírito científico no país, marcaram, com as inevitáveis adaptações, a trajetória da ABC em seus 100 anos de existência. Na década de 1930, a contribuição principal da



Academia, por meio da atuação de seus sócios, foi a criação das faculdades de filosofia, previstas na reforma do ensino de 1931. Na visão do geólogo Eusébio de Oliveira (1883-1939), presidente da Casa em 1931, essas faculdades significavam a entrada da pesquisa científica nas universidades. Elas foram criadas nas universidades de São Paulo (USP), do Distrito Federal (UDF) e do Brasil (hoje, UFRJ).

Nas décadas de 1940 e 1950, a maior contribuição da Academia foi a criação, em 1951, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), uma proposta de Álvaro Alberto da Mota e Silva (1889-1976), membro e presi-

dente da ABC. Nas palavras desse acadêmico, o documento que criou o CNPq era a lei áurea da pesquisa científica no Brasil. Membros da Casa estiveram também presentes na criação dos institutos de Matemática Pura e Aplicada (Impa) e Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF).

As últimas duas décadas da história da ABC foram marcadas por sua expansão, diversificação e nacionalização; pela inserção internacional em pé de igualdade com outras academias; e pela consolidação de seu papel de consultora dos governos. O pequeno grupo de pioneiros transformou-se em pujante sociedade de 934 membros, entre titulares, correspondentes, afiliados, associados e colaboradores, subdividida em 10 seções.

A expansão não implicou alteração das diretrizes estabelecidas pelos fundadores: fazer boa ciência para promover boa inovação tecnológica; fomentar o espírito científico; dialogar com a ciência internacional. Muito resta por fazer. A batalha que se tem revelado mais árdua é a da busca por uma base de sustentação financeira que não se limite às verbas governamentais, escassas e voláteis. O grande trunfo da ABC continua sendo, no entanto, a dedicação de seus membros aos objetivos da instituição. ■

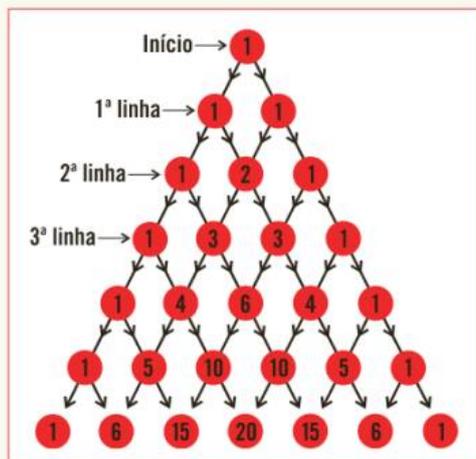
A ESCOLHA DE PASCAL

UM DOS ASPECTOS FASCINANTES DA MATEMÁTICA é quando uma ideia que surge em uma área ou em um problema aparece em um contexto diferente, de forma quase mágica. Muitas vezes, isso significa que há uma relação entre os dois problemas e entendê-la pode ser muito útil para se aprofundar em ambos – afinal, quanto mais formas de entendermos algo, melhor.

Podemos ver esse tipo de fenômeno em um exemplo instrutivo. Consideremos o seguinte problema: *Monsieur Pascal* (personagem de nossa última coluna) tem, agora, uma turma de 10 alunos e quer formar um grupo de cinco deles. Note que, ao compor um grupo, não importa a ordem dos alunos que nosso instrutor de dança e ex-professor de matemática escolher: precisamos apenas saber quem são eles.

Nosso problema é: de quantas maneiras diferentes podemos compor esses grupos? Ou seja, quantos grupos distintos de cinco alunos podem ser formados a partir da turma inicial de 10 alunos?

A surpresa aqui é... já resolvemos esse problema! E não faz muito tempo. Na coluna passada (CH337), vimos que o triângulo de Pascal resolve o problema de quantas danças existem – bastava, para isso, fornecer o número de passos para a esquerda e para a direita. Lembre-se de que, para resolver esse problema, construímos uma tabela triangular na qual o número em cada vértice é a soma dos números ligados a ele (figura).



Qual é a relação entre os dois problemas?

Inicialmente, façamos uma lista com todos os alunos numerados de 1 a 10. Como queremos escolher cinco deles, podemos marcar com S(im) os que ficam e N(ão) os que não fazem parte do grupo. Assim, uma lista do tipo SSNNSSNSNN significa que o grupo será formado pelos alunos de números 1, 2, 5, 6 e 8. Vemos que qualquer grupo que escolhermos pode ser descrito por uma sequência desse tipo e que qualquer sequência de cinco Ss e cinco Ns corresponde a um grupo.

O que isso tem a ver com o problema das danças? Naquele caso, temos um número de passos para a D(ireita) ou para a E(squerda). Assim, uma dança qualquer é descrita por uma sequência do tipo DDEEDDE...

Isso relaciona nosso problema de achar quantos grupos diferentes de cinco alunos podem ser criados ao problema das danças de *Monsieur Pascal*. Os dois problemas são, essencialmente, o mesmo problema.

Esses números que aparecem no triângulo de Pascal são tão importantes – e aparecem tão frequentemente em matemática – que merecem um nome especial: são os chamados ‘coeficientes binomiais’, devido a um problema no qual eles aparecem, e têm uma notação especial: se temos um grupo com N elementos (em nosso caso, a turma com 10 alunos) e queremos formar grupos de K elementos (cinco alunos), escrevemos $C(N, K)$, que se lê ‘combinação de N elementos tomados K a K’.

Para nosso problema, temos que calcular, portanto, o número $C(10, 5)$. Para isso, podemos construir o triângulo de Pascal até a décima linha. Isso pode dar certo trabalho... Então, será que há uma maneira mais rápida? Sim! Mas não tão rápida que dê para explicar neste finalzinho de coluna.

Portanto, ainda teremos mais uma visita de *Monsieur Pascal*!



FOTO: CICERO RODRIGUES

DESAFIO

Enquanto não vemos como calcular $C(10, 5)$ de forma mais rápida, continue o triângulo de Pascal e descubra quanto vale essa combinação

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO
Pelo triângulo de Pascal, vemos que há seis maneiras de realizar uma dança de quatro passos à direita e dois à esquerda

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

ATRASO E CIÊNCIA

UMA DAS EXPRESSÕES públicas mais eloquentes das últimas décadas de política brasileira foi proferida por Fernando Henrique Cardoso, na ocasião em que exerceu a presidência do país. Ao referir-se à sempre áspera negociação com sua base parlamentar, de persuasão republicana um tanto heterodoxa, e à necessidade imperiosa de cuidar de seus apetites, o então presidente saiu-se com esta: “não se governa o Brasil sem a participação do atraso”. Juízo grave e que excede as agruras da conjuntura política imediata. São claros os termos da enunciação: é de uma suposta característica inerente ao Brasil que se trata, e não apenas de dificuldade circunstancial.

Com efeito, se procedêssemos à arqueologia política nacional, não seria difícil encontrar momentos nos quais presidentes autoimbuídos de aura de modernidade e altruísmo lamentam ter que interagir com Congressos, oligarquias e políticos egoístas e atrasados. Desde a presidência de Campos Sales (1898-1902), a literatura a respeito é de espantosa fertilidade.

O termo atraso comparece à sentença não como ‘adjetivo’, mas – o que talvez seja mais grave – como ‘substantivo’. Se adjetivo fosse, o termo revelaria uma característica epidérmica dos agentes, tão variável quanto podem ser os seus emissores. Matéria de opinião, por natureza mutante e incapaz de abrigar foros de verdade. Já como substantivo, e dotado de evidente retaguarda sociológica, o termo atraso indica uma característica inerente ao sujeito. Revela, portanto, um lastro resiliente, colado à pele e independente de adjetivos de circunstância.

Há um modo leve de descrever os hábitos do atraso na atividade política. Ele está condensado na palavra ‘fisiologismo’, que designa o potencial de venalidade incrustado no exercício dos mandatos políticos. Trocando em miúdos, a assim chamada classe política estaria à disposição dos governos que, para cumprir seus patrióticos programas, seriam obrigados a barganhas por apoio parlamentar. A depender do que se paga, obtém-se o que se quer. Coisa que os analistas e políticos norte-americanos preferem designar pela edificante expressão *pork-barrel* (barrica de porco).

Há, contudo, algo ainda mais grave na dimensão substantiva

do atraso. O atraso não é apenas uma prática de captura de patrimônio político ou pessoal. Ele encerra também uma agenda própria que impõe ao país uma cultura política regressiva, na direção da retaguarda do processo civilizador. Seu programa, por assim dizer, está posto de modo claro pelo que se convencionou designar como ‘bancada BBB’ – Bíblia, bala e boi –, que abriga uma pesada agenda obscurantista, em tramitação no Congresso Nacional e nas gavetas do Poder Executivo.

Dois recentes ‘inovações’ merecem atenção: as mudanças temerárias na gestão da política de drogas e dos direitos das mulheres, ocorridas no início do consulado interino e executadas, respectivamente, pela Secretaria Nacional de Políticas sobre Drogas e pela Secretaria Especial de Políticas para Mulheres, ambas ligadas ao recém-designado Ministério da Justiça e da Cidadania. Seus novos titulares indicaram, à partida, disposição de contrariar avanços duramente construídos nas duas áreas, ao propugnar pelo endurecimento da política de drogas, com a retomada de uma perspectiva punitiva, e pela restrição aos direitos reprodutivos das mulheres.

Vale lembrar o quanto do avanço civilizatório nas duas áreas dependeu do trabalho executado pela comunidade científica brasileira. Hoje possuímos conhecimento sistemático tanto sobre efeitos químicos do uso de drogas quanto sobre o amplo leque de políticas aplicáveis – desde a simples despenalização de usuários até a legalização plena. Da mesma forma, o debate público a respeito dos direitos das mulheres excedeu o campo necessário da militância e beneficiou-se de pesquisa sistemática

sobre a violência doméstica e sexual, a desigualdade no trabalho, o descaso aos direitos reprodutivos e à misoginia cultural renitente.

A ameaça de retrocesso nessas áreas atinge de modo direto a comunidade científica, tanto no que ela proporciona em termos de ‘achados e descobertas’ quanto na necessária aproximação que construiu com os temas e dilemas da nossa forma de vida. **GM**



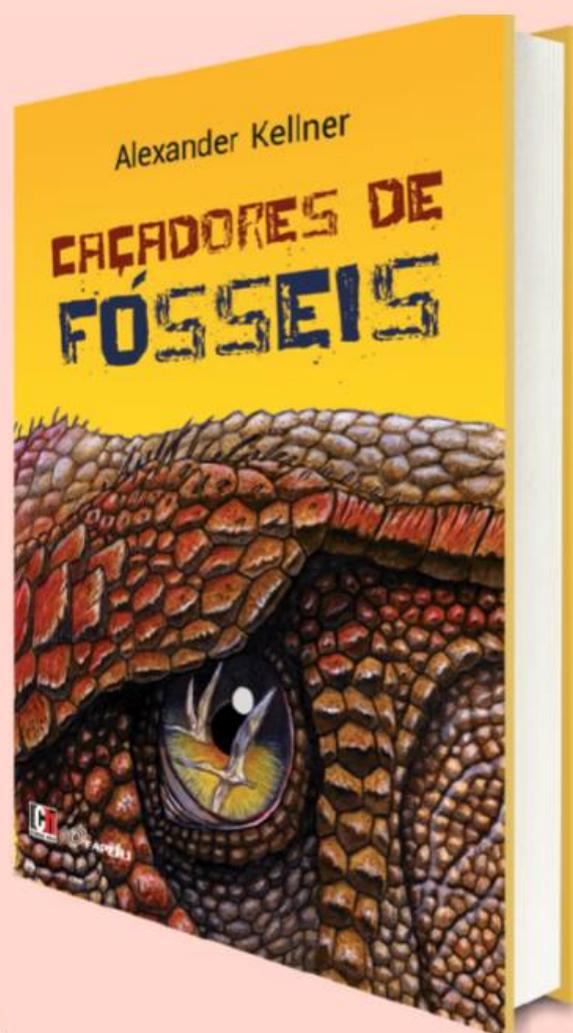
FOTO OCEIRO RODRIGUES

O atraso não é apenas uma prática de captura de patrimônio político ou pessoal. Ele encerra também uma agenda própria que impõe ao país uma cultura política regressiva, na direção da retaguarda do processo civilizador

RENATO LESSA | Departamento de Ciência Política, Universidade Federal Fluminense | Instituto de Ciências Sociais, Universidade de Lisboa | renatolessa5@gmail.com

O paleontólogo Alexander Kellner convida você para uma viagem ao passado da Terra, quando dinossauros, pterossauros, mamíferos gigantes e outras criaturas pré-históricas dominaram a paisagem.

O livro traz uma seleção de 50 textos sobre descobertas da paleontologia feitas nos últimos 10 anos.



CAÇADORES DE FÓSSEIS

Alexander Kellner

216 páginas

colorido

formato 16 x 23 cm

R\$ 40,70



VISITE NOSSA LOJA VIRTUAL E PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR > WWW.LOJAICH.ORG.BR

OU LIGUE PARA: 0800 727 8999

Ciência combina com educação!

Doe uma assinatura
para uma escola ou projeto apoiado
pelo **Instituto Ciência Hoje**



e ganhe uma
assinatura
digital.



Ligue: **0800 727 8999**

Visite nossa loja ► <http://lojavirtualich.org.br>