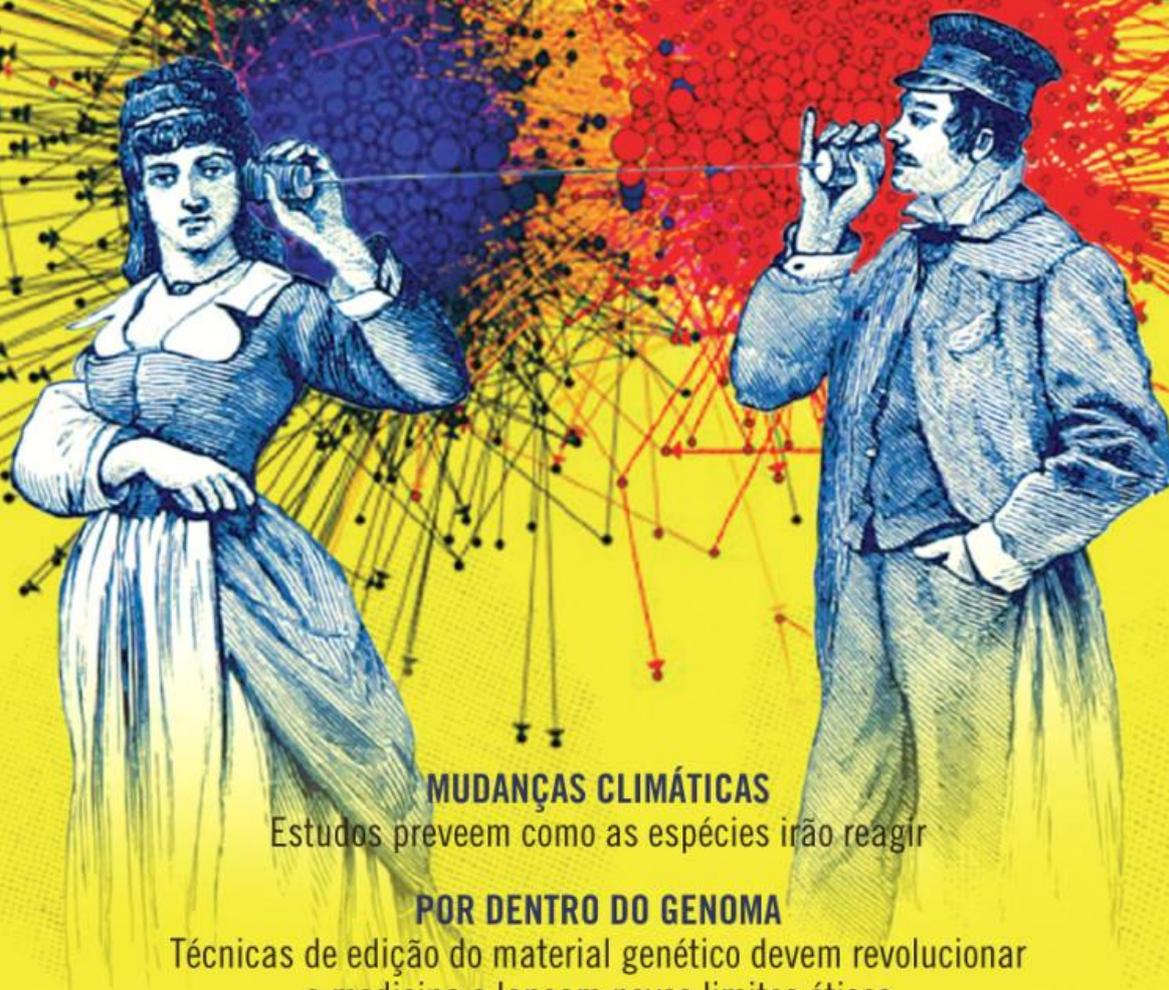


CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO CIÊNCIA HOJE

NÚMERO 341 | VOLUME 57 | OUTUBRO 2016 | R\$ 10,95



MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Estudos preveem como as espécies irão reagir

POR DENTRO DO GENOMA

Técnicas de edição do material genético devem revolucionar a medicina e lançam novos limites éticos

O impacto das redes sociais

De que forma elas estão afetando as relações interpessoais?

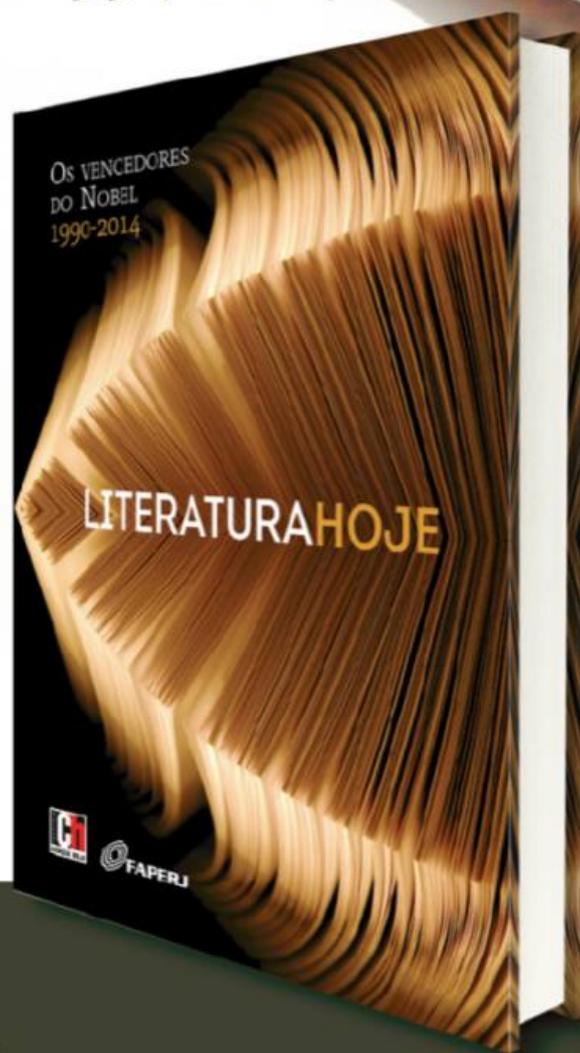
LITERATURAHOJE

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 Araujo (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 Ivanishevich
Editor de Forma e Linguagem | Cássio Leite Vieira
Edição de Texto | Alicia Ivanishevich, Bianca Encarnação, Cássio Leite Vieira, Catarina Chagas, Cathia Abreu e Thais Fernandes
Setor Internacional | Cássio Leite Vieira

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

Diretora de Arte | Claudia 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:

Tentativa de desmantelamento do Estado Social

A PEC 241/2016 [Proposta de Emenda à Constituição que está em análise no Congresso], ao estabelecer um teto para os gastos públicos exceto juros, não é um uma política de ajuste fiscal, nem uma regra fiscal razoável. É simplesmente uma proposta de reduzir o tamanho do Estado. Ou, em outras palavras, é uma proposta visando desmantelar o Estado Social, que vem sendo construído desde a transição democrática de 1985.

O aumento dos gastos com educação, saúde e assistência social foi resultado de um grande acordo social que uniu a sociedade brasileira. Naquele momento, nós sabíamos que não bastava alcançar a democracia; era preciso também reduzir a enorme desigualdade existente no país por meio do aumento dos gastos sociais. O acordo traduziu-se na Constituição de 1988, foi honrado pelos diversos governos que se sucederam, e deu bons resultados: os pobres passaram a contar com um sistema universal de saúde, a abrangência e a qualidade da educação fundamental avançaram muito, e a desigualdade diminuiu.

Mas desde 1980 o crescimento econômico tem sido medíocre, e nestes dois últimos anos a economia brasileira entrou em uma grande recessão, cujas causas nada têm a ver com os gastos sociais. O mau desempenho econômico serviu de desculpa para que economistas neoliberais diagnosticassem a crise como sendo uma “crise fiscal estrutural” a ser corrigida pelo congelamento das despesas públicas em termos reais. Diagnóstico equivocado, mas que atendeu aos interesses de uma classe média rentista e ressentida, e, principalmente, do sistema financeiro, que voltou a ser hegemônico no Brasil.

Luiz Carlos Bresser-Pereira

Professor emérito da Fundação Getúlio Vargas

Editor convidado

**Luiz Carlos Bresser-Pereira foi ministro da Fazenda (1987), ministro da Reforma do Estado (1995-1999) e ministro da Ciência e Tecnologia (1999)*



CAPA: ILUSTRAÇÃO AMPERSAND

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

CHEGOU A HORA DE CAÇAR NOVOS CONHECIMENTOS

Vem aí a **13ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia**,
com o tema **Ciência Alimentando o Brasil**. Se você tem
fome de conhecimento e sede de novidades, participe.



SEMANA NACIONAL DE
CIÊNCIA E TECNOLOGIA 2016

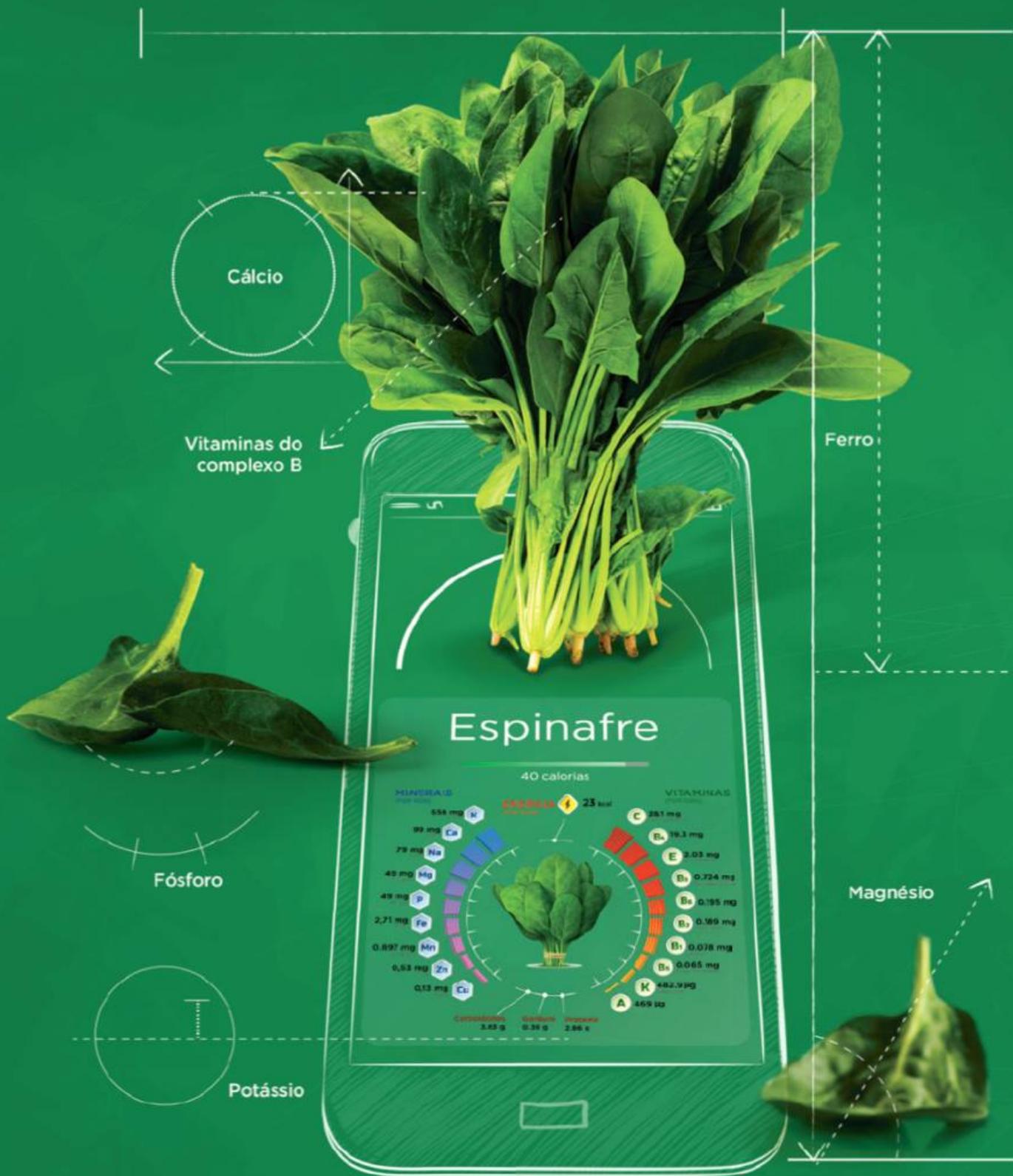
CIÊNCIA ALIMENTANDO O BRASIL

17 A 23 DE OUTUBRO

#mctic

f mctic

@mctic



Acesse semanact.mcti.gov.br
e confira os eventos no seu estado.

CH ON-LINE	5	
O LEITOR PERGUNTA	6	O que é ecologia de estradas? É verdade que o lúpus tem entre seus efeitos colaterais o pânico e a depressão, como afirmou recentemente a cantora Selena Gomez?
ENTREVISTA	8	ANDRÉ LINHARES ROSSI NANOTOXICIDADE: EM BUSCA DE RESPOSTAS Especialista fala sobre as consequências para o organismo das nanopartículas
MUNDO DE CIÊNCIA	12	
A PROPÓSITO	19	INTELIGÊNCIA, PARA QUE TE QUERO? Esforço dedicado a atingir certas metas é mais importante do que medir desempenho cognitivo

GRITOS E SUSSUROS: O MAL-ESTAR DA CIVILIZAÇÃO EM REDE **20** De que forma redes virtuais como o Facebook e o WhatsApp estão afetando as relações interpessoais? A ausência desse tipo de interação seria a causa do desconforto do indivíduo contemporâneo?
 Por José Eisenberg e Antonio Engelke

COMO AS ESPÉCIES IRÃO REAGIR ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS **26** Pesquisadores de renomadas universidades e centros de pesquisas estão investigando como os seres vivos deverão responder ao aumento da concentração atmosférica de dióxido de carbono (CO₂) e à elevação da temperatura na Terra.
 Por Leandra Bordignon, Geraldo Wilson Fernandes, Yumi Oki e Ana Paula de Faria

EDIÇÃO DE GENOMAS – ARMA NO CONTROLE DE INSETOS TRANSMISSORES DE DOENÇAS **32** Duas técnicas que permitem modificar o material genético característico de uma espécie prometem revolucionar o controle de insetos que transmitem doenças. Os cientistas discutem agora como usá-las para beneficiar a saúde humana, sem causar danos ao ecossistema.
 Por Helena Araujo e Daniel Bressan de Andrade

A FASCINANTE BARRIGUDA-LISA **38** Poucas espécies retratam tão bem a diversidade, a complexidade e a originalidade da flora tropical quanto a barriguda-lisa, árvore nativa de várias partes do Brasil e do leste do Peru e da Bolívia, à qual estão relacionados fatos fora do comum.
 Por Benedito Alfsio da Silva Pereira e Nikolaus von Behr



EXATAMENTE	43	BURACOS CINZAS Mesmo o vácuo mais perfeito não está livre de uma profusão de partículas 'virtuais'
PELO BRASIL	44	
FORA DO QUADRO	46	DESTINOS CRUZADOS Quando a preservação de uma árvore e a continuidade de uma civilização estão interligados
OPINIÃO	48	O ABASTARDAMENTO DA LÍNGUA PORTUGUESA? Considerações sobre o ainda polêmico acordo ortográfico
CRÍTICA	50	UMA JORNADA DE 50 ANOS Novo filme de <i>Star Trek</i> tem o mérito de recuperar a verdadeira jornada pelas estrelas, com suas conquistas tecnológicas e até pessoais
LINHA DO TEMPO	52	O SUICÍDIO POLÍTICO Performance política se assemelha à de um ator
CIDADE INTEIRA	53	RETOMANDO O RITMO É preciso voltar a pensar os serviços de saneamento urbano que queremos
ENSAIO	54	ÉTICA E GENÉTICA: DE MÃOS DADAS Preocupação com biossegurança na engenharia genética cresceu junto com o desenvolvimento das técnicas de modificação do DNA
CARTAS	57	
RESENHA	58	EM BUSCA DA REDENÇÃO HUMANA Resenha do livro <i>A morte de Deus na cultura</i> , de Terry Eagleton
MEMÓRIA	60	LEI DE TITIVS-BODE Há 250 anos, foram introduzidas noções precisas sobre o raio orbital de cada um dos planetas conhecidos à época
QUAL O PROBLEMA?	63	ABSTRATO E CONCRETO Ideias aplicadas a problemas diferentes
SOBREHUMANOS	64	INVERSÕES NADA REPUBLICANAS Sem determinados marcadores, a 'leitura' da crise torna a reflexão refém de expectativas voláteis

NOTÍCIAS

GALERIA

ENTREVISTA

VÍDEO



FOTO STUART GROUT / WIKIMEDIA COMMONS

EDUCAÇÃO FÍSICA > Esporte paralímpico: tecnológico e inclusivo > Tecnologias desenvolvidas para aumentar desempenho de atletas paralímpicos também promovem inclusão e melhoram acessibilidade de outras pessoas com deficiência

> http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/4876/n/esporte_paralimpico_tecnologico_e_inclusivo



FOTO PIMBAY.COM / DOMÍNIO PÚBLICO

COLONAS > http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/4880/n/do_laboratorio_para_voce

FÍSICA > Do laboratório para você > Televisões, computadores, telefones celulares e outros aparelhos do nosso cotidiano só se tornaram possíveis com muito conhecimento de física, mostra Adilson de Oliveira em sua coluna de setembro

NOTÍCIAS > http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/4877/n/nova_funcao_para_um_antigo_aliado

BIOQUÍMICA > Nova função para um antigo aliado > Pesquisas investigam o potencial do ácido ascórbico, ou vitamina C, no combate à depressão



FOTO PIMBAY.COM / DOMÍNIO PÚBLICO



FOTO FLAVIO LOPES

COLONAS > http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/4873/n/uma_barata_de_299_milhoes_de_anos

PALEONTOLOGIA > Uma barata de 299 milhões de anos > Pesquisadores detalham a anatomia de *Anthracoblattina mendesi*, uma barata fóssil encontrada em Santa Catarina

BLOGUE > http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/4878/n/o_atoba-marrom_como_bioindicador

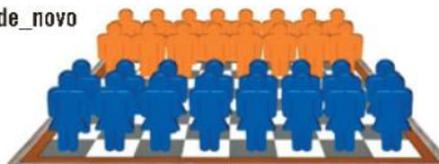
ECOLOGIA > O atobá-marrom como bioindicador > Materiais encontrados nos ninhos da ave marinha podem ajudar a monitorar o nível de poluição dos oceanos



FOTO DAN C. BARNES

COLONAS > http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/4875/n/de_novo

LINGÜÍSTICA > De novo > Sírio Possenti retoma o debate sobre o gênero gramatical em sua coluna de setembro



PIMBAY.COM / DOMÍNIO PÚBLICO

e muito mais >>>

Acompanhe a CH On-line também no

facebook

twitter

YouTube

tumblr

JOSÉ CARLOS GUIMARÃES,
RIO DE JANEIRO/RJ

O que é ecologia de estradas?

ECOLOGIA DE ESTRADAS é um ramo da ecologia que estuda os efeitos de infraestrutura viária (rodovias e ferrovias) na biodiversidade e na sociedade. A implantação de rodovias gera efeitos positivos, sobretudo para a população humana, facilitando o fluxo de cargas e pessoas, ampliando a capacidade de ocupação territorial, favorecendo o turismo, entre outros benefícios. Contudo, a construção de rodovias e ferrovias também traz inúmeros impactos negativos, principalmente à biodiversidade.

Entre esses impactos podemos citar: 1) fragmentação de habitats – uma estrada sempre corta ambientes naturais que anteriormente eram uma grande área contínua; 2) degradação de habitats – algumas das possibilidades de degradação estão relacionadas com os diferentes tipos de poluição (aérea, sonora, hídrica); a passagem de veículos provoca a emissão de gases que se deslocam por distâncias variadas; o som do carro é comprovadamente um problema sério para inúmeras espécies de anfíbios, aves, mamíferos e mesmo insetos; e a deposição, sobre a pista, de poluentes carreados para rios gera efeitos diversos sobre a fauna aquática; 3) efeito barreira – muitas espécies acabam por ficar ‘encurraladas’ nos fragmentos onde vivem por não terem coragem de atra-

vessar a estrada; por um lado, isso é bom porque evita que morram atropeladas, mas, por outro, podem ficar restritas a áreas com pouca comida, ausência de parceiros etc.; 4) efeito atração – ao contrário do efeito barreira muitas espécies são atraídas para a rodovia em função da disponibilidade de recursos alimentares, proteção contra predadores, entre outros fatores; 5) atropelamento – é o impacto mais perceptível das estradas. No Brasil, estima-se que mais de 475 milhões de animais sejam atropelados todos os anos. As espécies de pequeno porte são as mais afetadas, mas aproximadamente 5 milhões de animais de grande porte (capivaras, antas, lobo guará, onça-parda, entre outros) são mortos todos os anos.

Ainda deve ser lembrado que o atropelamento de fauna selvagem é um problema econômico e social. Muitas vidas humanas são perdidas todos os anos e muitos veículos sofrem danos materiais em função desse problema. Assim, reduzir a mortalidade de animais por atropelamento é importante para a biodiversidade, mas também é fundamental para a vida humana.

Alex Bager

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA,
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

FOTO PIXABAY.COM / DOMÍNIO PÚBLICO

MARCIA REIS, RIO DE JANEIRO/RJ

É verdade que o lúpus tem entre seus efeitos colaterais o pânico e a depressão, como afirmou recentemente a cantora Selena Gomez?

O LÚPUS É UMA DOENÇA SISTÊMICA

que pode afetar qualquer órgão do corpo.

As manifestações mais frequentes ocorrem na pele e nas articulações, mas, geralmente, as mais graves envolvem o sistema nervoso central, os rins e as células sanguíneas. As manifestações do sistema nervoso central relacionadas à enfermidade – convulsão, psicose, neuropatias (doenças nos nervos) e mielopatias (lesões na medula) – precisam ser reconhecidas prontamente e tratadas. O médico que acompanha o paciente deve fazer um adequado exame físico e, se necessário, exames de imagem e de laboratório para afastar essa possibilidade.

Pânico e depressão são chamados ‘males do século’. O transtorno do pânico é uma manifestação de ansiedade extrema, e a depressão, um distúrbio de humor que pode afetar a pessoa em sua vida social, familiar e no trabalho.

Devemos lembrar que depressão e pânico não fazem parte dos critérios de atividade neurológica do lúpus, mas estão presentes com maior frequência em pacientes com lúpus do que em pessoas sem a doença. Um estudo que avaliou 336 pacientes com lúpus

realizado na Universidade da Califórnia (EUA) demonstrou que 47% deles tinham sofrido depressão e 16% apresentaram transtorno do pânico em algum momento da doença. Em um estudo conduzido no ambulatório de lúpus na Universidade de São Paulo (USP), a prevalência de distúrbios do humor foi de 69% e a de ansiedade, de 52%.

Importante ressaltar que uma das principais causas de pânico e depressão são sintomas de ansiedade e que pessoas com doenças crônicas como o lúpus têm maior propensão para desenvolverem ansiedade.

Pacientes com lúpus podem se prevenir desses sintomas mantendo um acompanhamento médico da doença, alimentando-se de forma saudável, adotando práticas de meditação para relaxamento, e praticando exercícios físicos de forma regular.

Danieli Andrade

AMBULATÓRIO DE LÚPUS,
HOSPITAL DAS CLÍNICAS DE SÃO PAULO,
FACULDADE DE MEDICINA, UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO E SOCIEDADE PAULISTA
DE REUMATOLOGIA (DIRETORA CIENTÍFICA)

CARTAS PARA A REDAÇÃO

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

CORREIO ELETRÔNICO

| cienciahoje@cienciahoje.org.br

ANDRÉ LINHARES ROSSI

NANOTOXICIDADE: EM BUSCA DE RESPOSTAS

As nanopartículas chegaram. E não adianta esperar: elas estão aqui para ficar. Esses fragmentos de matéria – com dimensões na casa dos bilionésimos de metro – já estão em alimentos, cosméticos, doces, protetores solares, entre tantos outros produtos de nosso cotidiano. E os benefícios para os consumidores são muitos.

Mas há um lado sombrio desse avanço científico-tecnológico: não se conhecem bem as consequências da interação das células com essas diminutas partículas, tema de estudo de uma disciplina tão nova como importante: a nanotoxicologia.

“Sinto que os resultados das pesquisas científicas ainda são muito conflitantes: alguns identificam toxicidade, enquanto outros mostram o contrário para nanomateriais similares. Além disso, ainda não existe uma convenção ou um protocolo para medir a nanotoxicidade”, diz André Linhares Rossi, pesquisador do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, no Rio de Janeiro (RJ), e especialista em nanotoxicologia.

As pesquisas de Rossi e colegas – pioneiras no Brasil – têm revelado detalhes sobre como as células internalizam as nanopartículas e quais as consequências disso para essas unidades da vida. Segundo ele, a saúde pública terá que lidar cada vez mais com os dois lados dessa moeda, ou seja, com os efeitos negativos e os positivos das nanopartículas.

A seguir, a íntegra da entrevista exclusiva que Rossi deu à *Ciência Hoje*.

CÁSSIO LEITE VIEIRA | CIÊNCIA HOJE | RJ



FOTO: AGENHOS

Onde estão presentes, em nosso cotidiano, as nanopartículas? Apesar de pouco conhecidas pelo público, nanopartículas de diferentes tipos estão cada vez mais presentes em nosso dia a dia. Não nos damos conta, porque elas são muito pequenas, e não as vemos mesmo usando um microscópio óptico. Mas, a cada ano, mais nanopartículas são produzidas e usadas em diversos produtos, como alimentos, tintas, cosméticos, medicamentos, entre outros.

Nanopartículas são usadas porque é exatamente sua dimensão reduzida, de até 200 nanômetros [bilionésimos de metro], em pelo menos uma dimensão, que confere a elas propriedades especiais. Por exemplo, partículas nanométricas de titânio são usadas em cosméticos e cremes solares para proteger nossa pele das radiações solares, em especial da radiação UV [ultravioleta]. Não as vemos ou sentimos quando usamos os cremes protetores,

mas elas estão lá em grandes concentrações. Na área médica, também chamada nanomedicina, agentes contrastantes para diagnósticos – imagens de ressonância magnética –, carreadores de droga (em inglês, *drug delivery*) – e implantes nanoestruturados têm partículas com dimensões nanométricas e são comercializados no mundo, movimentando grandes volumes de dinheiro. No caso das nanopartículas de dióxido de titânio, em 2005, a produção global foi de 2 mil toneladas, nas quais mais da metade foi usada para produtos de cuidados pessoais, como os cosméticos e protetores solares. Em 2010, a produção aumentou para 5 mil toneladas, e a expectativa é que continue aumentando.

Na mesma medida, a exposição humana a essas partículas invisíveis aumenta, assim como aumenta a quantidade delas no meio ambiente. As consequências disso ainda são pouco conhecidas, mas chamam cada vez mais a atenção dos órgãos fiscalizadores, bem como da comunidade científica. A incorporação de nanopartículas pelas vias respiratórias pode gerar inflamação e asma. A absorção intestinal pode causar doenças, e algumas pesquisas apontam a possibilidade de gerar câncer. A toxicidade das nanopartículas pode variar com o tipo (composição), recobrimento, tamanho e a forma delas.

Há normas internacionais para a toxicidade dessas partículas? Ou cada país é responsável por estabelecer suas próprias normas para a chamada nanotoxicidade? Como os efeitos à saúde e ao meio ambiente ainda são pouco conhecidos, não existem grandes restrições nos países, muito menos normas internacionais. Por incrível que pareça, os alimentos que mais contêm nanopartículas são doces industrializados e chicletes, bastante consumidos por crianças.

Uma possível acumulação das nanopartículas no corpo humano pode gerar efeitos em longo prazo que são muito difíceis de serem previstos neste momento. Apesar disso, órgãos regulatórios no mundo demonstram preocupação. Na Europa, por exemplo, os produtos devem incluir o prefixo ‘nano’ antes do nome dos componentes, para que os consumidores saibam da existência das nanopartículas. Nos Estados Unidos, novas regras determinam mais informações nos rótulos de produtos contendo os nanoingredientes. Pelo menos, o consumidor fica sabendo quais são os produtos que têm esses ingredientes invisíveis.

Do ponto de vista da ciência básica relacionada à nanotoxicidade, sinto que os resultados das pesquisas científicas ainda são muito conflitantes: alguns identificam toxicidade, enquanto outros mostram o contrário para nanomateriais similares. Além disso, ainda não existe uma convenção ou um protocolo para medir a nanotoxicidade. Os métodos tradicionais usados para medir a toxicidade podem não ser adequados para a nanotoxicidade. As avaliações se tornam ainda mais difíceis, considerando que os efeitos podem surgir após longos períodos.

Recentemente, o senhor e colegas publicaram artigo no periódico *Scientific Reports* (v. 6, 23.615, 2016) sobre experimento feito com nanopartículas de titânio. Por que estudar esse tipo de nanopartícula? E a que resultados os senhores chegaram? Estudamos nanopartículas de titânio pensando nos implantes dentários e ortopédicos que usam esse tipo de material. O desgaste mecânico do implante pode gerar nanopartículas que são absorvidas pelas células próximas, que, nesse caso, são as células do tecido ósseo. Com isso, estudamos a internalização dessas nanopartículas em cultura de células de osteoblastos humanos, ou seja, células que produzem o tecido ósseo.

Nosso interesse era entender se as partículas entram nas células e por que elas entrariam e qual seria o mecanismo nesse processo de internalização. Usamos concentrações de nanopartículas que não provocaram a morte das células, mas sabemos que concentrações maiores são tóxicas. Vimos que uma grande quantidade de nanopartículas entra nas células e fica compartimentalizada em estruturas específicas, envolvidas por membrana plasmática. Elas não ficam soltas no citoplasma e, aparentemente, não entram no núcleo celular. No entanto, o resultado mais interessante é que, quando as nanopartículas são colocadas no meio de cultura que simula o fluido biológico, elas absorvem moléculas e proteínas do meio, formando, ao redor delas, uma camada externa chamada corona.

Porém, o resultado que nos surpreendeu foi o seguinte: além dessa camada orgânica, as nanopartículas também formam em torno de si uma ‘casca’ de fosfato de cálcio cristalino, a qual esconde a verdadeira ‘cara’ das nanopartículas, fazendo com que a célula as internalize ativamente. Isso lembra o ‘cavalinho de troia’ ou um vírus que modifica sua superfície

>>>

OS MÉTODOS TRADICIONAIS USADOS PARA MEDIR A TOXICIDADE PODEM NÃO SER ADEQUADOS PARA A NANOTOXICIDADE

para penetrar as células. Por isso, o título de nosso artigo, traduzido para o português, fala em ‘Internalização do tipo cavalo de troia [...]’ (ver ‘Cavalo de Troia’, na CH 337).

No momento, o senhor e colegas estudam a reação das células de osso (osteoblastos) a nanopartículas de hidroxiapatita, material muito usado hoje em implantes ósseos e dentários. Por que essa escolha? Já há resultados? A hidroxiapatita – um fosfato de cálcio cristalino – é um material bastante usado como implante, porque é biocompatível e induz a formação do osso. De fato, a fase mineral que forma nosso osso é uma hidroxiapatita com um pouco menos de cálcio e com algumas regiões da molécula nas quais o fosfato foi substituído por carbonato – daí, a grande biocompatibilidade do material. Comparadas com as nanopartículas de titânio, as nanopartículas de hidroxiapatita são mais solúveis, e a dissolução delas no interior das células poderia causar grande aumento de íons de cálcio no citoplasma. Segundo trabalhos na literatura, estaria aí a origem da nanotoxicidade da hidroxiapatita. Porém, outros trabalhos sugerem que nanopartículas de hidroxiapatita teriam um efeito positivo, ao estimularem os osteoblastos a produzir mais tecido mineralizado e, portanto, acelerar a regeneração do osso.

Nossos resultados preliminares são muito interessantes. Vimos que as células, depois de internalizarem a hidroxiapatita, envolvem essas nanopartículas com uma organela denominada lisossoma – cujo pH é ácido (pH 4) –, onde ocorre primeiramente a degradação desse material. Em seguida, acontece uma reprecipitação da hidroxiapatita, ou seja, as células ‘refazem’ esse material em seu interior. Essa nova hidroxiapatita tem particularidades quando comparada ao material originalmente engolfado pela célula. Não sabemos se é um evento apenas químico, se é uma estratégia da célula para evitar uma possível intoxicação pelo cálcio ou ainda se é um processo de biomineralização (formação do osso).

O senhor emprega a chamada tomografia de elétrons para estudar a interação entre as células e as nanopartículas. De

modo bem simples, o que é essa técnica e por que ela é apropriada para essas situações? Como foi dito, as nanopartículas são tão pequenas que nem mesmo um microscópio óptico tem resolução para ‘enxergá-las’. O limite de resolução de um microscópio óptico é de 200 nm, ou seja, não conseguimos distinguir dois pontos mais próximos que essa distância. Com isso, outras técnicas são necessárias para visualizar e estudar essas partículas. Uma delas é o microscópio eletrônico de transmissão, no qual a resolução espacial pode chegar a 0,1 nm.

O microscópio eletrônico usa um feixe de elétrons e lentes eletromagnéticas para gerar imagens. A resolução é muito superior por conta do comprimento de onda do elétron, que é muito pequeno. As imagens obtidas no modo convencional são bidimensionais, como uma imagem médica de raios X. Para compreender uma nanoestrutura em três dimensões, é preciso fazer uma tomografia de elétrons, do mesmo modo que tomografias de raios X são realizadas em exames médicos.

No caso das nanopartículas internalizadas em células, a reconstrução tridimensional é de especial interesse para saber a posição exata dessas partículas no interior das estruturas celulares. Outras técnicas – como a difração de elétrons, espectroscopia de raios X e espectroscopia de perda de energia de elétrons – são usadas simultaneamente para fazer caracterizações químicas e estruturais dos nanomateriais.

As células respondem do mesmo modo a todo tipo de nanopartículas? Não. Elas respondem de maneira diferente a cada tipo de nanopartícula, assim como diferentes tipos de células respondem de forma diferente a certo tipo de nanopartícula. Essa complexidade torna a pesquisa em nanotoxicidade desafiadora e, ao mesmo tempo, fascinante.

No caso dos óxidos de ferro, vimos, em nossos experimentos, aqui no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, mecanismos bem particulares de internalização, que variam com o tamanho e a forma das nanopartículas. Vale ressaltar que as nanopartículas de óxidos de ferro são interessantes para o tratamento

ENTENDER O MECANISMO E PROPOR MODELOS ALTERNATIVOS PARA TESTES PODE EVITAR OU, PELO MENOS, DIMINUIR O USO DE ANIMAIS PARA TESTES DE TOXICIDADE

do câncer, pois, ao serem internalizadas pelo tumor, podem levá-lo à morte, ao serem aquecidas por um campo magnético externo.

Outro ponto interessante nessa pesquisa é o aspecto interdisciplinar entre as áreas da ciência dos materiais e a biologia dita ultraestrutural. Essas duas áreas do conhecimento são trabalhadas simultaneamente: quando olhamos para as nanopartículas, podemos entender o que está acontecendo com as células; ao olharmos as células, também podemos entender o que está acontecendo com as nanopartículas. As duas áreas se complementam perfeitamente.

Em sua opinião, quais são as grandes dúvidas sobre a interação entre células e nanopartículas? Na maioria dos casos estudados, as nanopartículas são internalizadas por meio de um mecanismo ativo no qual a célula engloba as partículas e as mantém em vesículas em seu interior. O que acontece depois com essas nanopartículas internalizadas ainda é pouco conhecido. As nanopartículas seriam jogadas para fora da célula ou bioacumuladas? No primeiro caso, microvesículas contendo nanopartículas seriam enviadas para destinos específicos no corpo humano ou simplesmente excretadas? Células com nanopartículas internalizadas poderiam enviar mensagens para células vizinhas, informando sobre a existência de um corpo estranho?

Essas perguntas devem ser abordadas separadamente, para cada modelo celular e tipo de nanopartículas, usando um leque de técnicas bioquímicas, além da microscopia eletrônica.

De que forma os resultados desses estudos que o senhor e colegas vêm fazendo podem ajudar na área da saúde pública? Nossos estudos com nanopartículas não são focados apenas em nanotoxicidade. Buscamos compreender a interação entre as células e as nanopartículas de forma mais profunda. Temos, sim, interesse não só em entender o que exatamente causa a toxicidade nas células, mas também em usar nanopartículas não tóxicas para aplicações nanotecnológicas e na nanomedicina.

Como foi dito, nanopartículas de óxido de ferro

estão sendo estudadas para o tratamento de câncer; as de hidroxiapatita, para a regeneração óssea e carreadores de drogas e DNA. Estudos em nanotoxicidade e nanofunção devem caminhar juntos com o conhecimento sobre a interação entre nanopartículas e células. A saúde pública terá que lidar cada vez mais com os dois lados dessa moeda, ou seja, com os efeitos negativos (nanotoxicidade) e os positivos (nanomedicina) das nanopartículas.

Empresas de produtos de beleza e higiene pessoal no mundo – inclusive no Brasil – já estão usando métodos alternativos para testes de toxicidade, em substituição ao uso de animais. Resultados obtidos pelo senhor e colegas têm alguma aplicação nesse sentido? Se sim, quais? Até agora, trabalhamos apenas com sistemas *in vitro*, em que os testes são feitos em cultura de células. Para os tipos de perguntas que estamos interessados esse é o melhor modelo. Seria muito difícil estudar o processo de internalização em um modelo animal. Além disso, *in vitro*, é mais fácil controlar os parâmetros e as variáveis do experimento.

Em minha opinião, não basta saber se um produto é tóxico ou não; é preciso entender o porquê. Nossos estudos vão nessa direção. Entender o mecanismo e propor modelos alternativos para testes podem evitar ou, pelo menos, diminuir o uso de animais para testes de toxicidade.

Depois do titânio e da hidroxiapatita, já há planos para o estudo de algum outro tipo de nanopartícula? Vejo muitas possibilidades de projetos para as nanopartículas de hidroxiapatita e titânio. Eu e meus colaboradores estamos muito animados com essa linha de pesquisa, e a expectativa é que muitos resultados sejam publicados em um futuro próximo. Os óxidos de ferro também são um modelo interessante, para o qual já temos alguns resultados. Pesquisas em nanotecnologia estão sendo muito estimuladas no Brasil e no mundo, o que facilita a captação de recursos para os projetos e a manutenção de equipamentos de alta resolução espacial, como os microscópios eletrônicos, que são essenciais para os estudos em nanotecnologia. 

DESTAQUE > BIOLOGIA EVOLUCIONÁRIA > VIOLÊNCIA LETAL PODE TER SIDO HERDADA DOS PRIMATAS AO LONGO DA EVOLUÇÃO

Matar o semelhante: genética ou cultura?

Resultado que acaba de ser publicado em uma prestigiosa revista científica faz um debate secular tender mais para o lado dos que acreditam que a violência letal praticada por humanos contra humanos está incrustada em nosso código genético, pois foi herdada de nossos ancestrais. Portanto, conflitos, genocídios e guerras não seriam apenas (e simplesmente) uma inovação cultural, mas, sim, resultado de algo que é parte indissociável de nossa natureza.

A equipe de José María Gómez, da Universidade de Granada (Espanha), decidiu abordar a questão do comportamento violento letal por um viés bem peculiar (e, tudo indica, novo): usando ferramentas da biologia evolucionária, os pesquisadores reconstruíram a ancestralidade da violência, examinando esse tópico desde o surgimento dos mamíferos — há mais de 100 milhões de anos — até o do *Homo sapiens*, entre 160 mil e 200 mil anos atrás. O método parece ter funcionado, pois os resultados estão em *Nature* (28/09/16).

O grupo reuniu informações sobre mais de 4 milhões de mortes que ocorreram em 1.024 espécies (incluindo, macacos, baleias, morcegos, coelhos, cavalos, camundongos etc.) e 137 famílias de mamíferos. Esses dados também vieram de 600 estudos relativos a humanos que abrangiam desde o Paleolítico, Mesolítico e Neolítico até as Eras do Bronze e do Ferro, chegando a amostras com poucos séculos de idade. Para o *H. sapiens*, foram analisados cerca de 50 mil anos de história.

Ao esparramar os dados sobre violência letal contra membros da mesma espécie na árvore filogenética dos mamíferos, Gómez e colegas chegaram aos seguintes números: a taxa de violência letal contra um igual na origem dos mamíferos era da ordem de 0,3%, ou seja, 1 em cada 300 mortes teve esse padrão. Mas, à medida que os ramos da árvore se aproximavam dos primatas, esse percentual tendeu a subir: 1,1%, para os ancestrais dos roedores, lebres e primatas; 2,3%, para ancestrais de primatas e musaranhos; 1,8%, para os ancestrais dos grandes primatas.

Para humanos, esse percentual, segundo o estudo, ficou na casa dos 2% (duas mortes em cada 100), cerca de seis vezes maior

do que aquele para os mamíferos em sua origem. A explicação para nosso patamar tão alto seria a seguinte: humanos descendem de uma linhagem com um longo histórico de violência letal contra o próximo. Por exemplo, chimpanzés e até mesmo bonobos — tidos como pacíficos — demonstram comportamento violento contra semelhantes. Segundo os autores, conta também o fato de as espécies terem passado a viver em grupos e demarcarem territórios.

O modelo também indicou algo que é amplamente observado na natureza: carnívoros são mais violentos que herbívoros. Mais: espécies aparentadas tendem a ter níveis de violência letal semelhantes. Para humanos, os resultados, segundo a equipe, também se ajustam a dados antropológicos relativos a sociedades de caçadores-coletores, para as quais há evidências de constantes conflitos violentos.

Os pesquisadores dizem que testaram o modelo para vários vieses (tamanho e tipo de amostragem, incertezas quanto à filogenia dos mamíferos etc.). Mas essas variações não alteraram significativamente a conclusão dos resultados.

HOBBS OU ROUSSEAU? O que está em jogo aqui são dois pontos de vista contraditórios que têm se arrastado por séculos ao longo da história: i) somos naturalmente violentos, como acreditava o filósofo britânico Thomas Hobbes (1599-1679)? ii) ou somos 'neutros', mas moldados pelo ambiente, como defendia o suíço Jean-Jacques Rousseau (1712-1778)?

Sintetizando: a violência letal e suas consequências seriam natureza ou criação?

Recentemente, esse embate causou chispas entre dois intelectuais de alto calibre: o filósofo político britânico John Gray e o psicólogo e linguista norte-americano Steven Pinker. O primeiro resenhou o livro do segundo. E aí começaram os atritos entre os dois nas páginas do diário britânico *The Guardian*.





FOTO LUNESSIG/FREEMAGES

A obra em questão: *Os anjos bons de nossa natureza* (São Paulo: Companhia das Letras, 2013). Nela, Pinker mostra – ou tenta mostrar –, por meio de dados, gráficos, tabelas etc. – ou seja, pelo viés da estatística – que, ao longo dos séculos, a violência (guerras de grande escala, conflitos, genocídios etc.) estão diminuindo. É a chamada ‘Longa Paz’.

Na resenha, em essência, Gray repete algo que disse em entrevista à esta revista (*CH* 298). E aqui vale repetir a resposta desse filósofo: “Não está havendo declínio na violência, apenas mudanças nos modos como ela está sendo cometida. Em relação ao total da população, os Estados Unidos têm a maior proporção do mundo de presos – um nível extraordinário de violência. O tráfico humano é apenas outro nome para a escravidão, que é também uma forma de violência. México e Colômbia estão sofrendo uma terrível violência por causa de uma absurda ‘guerra contra as drogas’. Aqueles que dizem que entramos em um ‘longo período de paz’ são tão infantilmente míopes quanto os economistas que nos diziam que havíamos entrado em um ‘longo período de vertiginoso crescimento econômico’.”

Indo na inércia de Gray, vale consignar aqui o caso brasileiro. Em 2011, artigo escrito por brasileiros para a revista *The Lancet* (v. 377, n. 9.781, p. 1.962-1.975) mostrava números (certamente, desoladores e vergonhosos) relativos a homicídios por arma de fogo no Brasil: 21,7 para cada 100 mil habitantes, só perdendo, no mundo, para a Colômbia (30,34) – à época, o Japão tinha a menor

taxa: 0,06. Com a crise econômica e social dos últimos anos, esse percentual pode ter crescido por aqui. Em 2014, foram cerca de 60 mil homicídios. Números epidêmicos dignos de uma guerra civil. Mas não são classificados assim.

Dados com esse perfil parecem reforçar o argumento de Gray de que guerras em larga escala, entre grandes potências, estão sendo substituídas por outras formas de violência. Segundo Gray, Pinker não teria computado conflitos mais recentes. É o caso daquele na Síria, que já matou quase 400 mil pessoas, segundo estimativas mais recentes (e realistas). Quando o número de mortos eram 240 mil, havia aproximadamente 12 mil crianças mortas – é uma cifra não só embaraçosa para políticos e diplomatas, mas imoral para a humanidade.

Some-se à Síria, Irã-Iraque, Afeganistão, EUA-Iraque, Congo, Ucrânia-Rússia, só para ficar nos mais recentes.

Com uma espécie que talvez tenha matado cerca de 160 milhões de semelhantes só no sécu-

lo passado, fica difícil – sem hipocrisia, quase impossível – acreditar que não somos aquilo que Gray denomina a espécie mais rapinadora e bem-sucedida evolutivamente. Fica também difícil acreditar nas tabelas de Pinker e na noção – muito criticada por Gray – de que ‘o amanhã será melhor’, quase uma crença religiosa que nos guia desde o Iluminismo e que pôs o *H. sapiens* acima de tudo, incluindo fauna e flora. Ideias baseadas em ensinamentos de iluministas que, vale lembrar, defenderam o racismo, o antissemitismo e a discriminação. O nazismo, com seu ‘racismo científico’, teve raízes nesses pensadores.

Até Pinker concorda que qualquer progresso – noção que se aplica apenas ao campo da ciência e da tecnologia – seria destruído por uma guerra nuclear. Impossível? Basta lembrar que a Primeira Guerra Mundial (10 milhões de mortos), cruenta e sanguinária, era tida como muito improvável. A Segunda (50 milhões), de certa forma, também. A Europa foi devastada duas vezes. Deixem-se de lado as dezenas de milhões de mortes do stalinismo e os 70 milhões de mortes do maoísmo com sua ‘revolução’ cultural.

“Um mundo sem a violência e a loucura da utopia é, em si, uma utopia; talvez, a mais inacreditável de todas elas”, disse Gray à *CH*.

Na Europa de meados do século passado – e não dá para esferpear –, o tal mundo melhor propiciado pelo “progresso civilizatório” dos sociólogos e “avanços tecnológicos” dos humanistas virou escombros e ferro retorcido por bombas. Sobraram ossadas em larga escala.

>>>

DÚVIDAS E MAIS DÚVIDAS Estamos nos tornando menos violentos e mais altruístas, como defende Pinker? Os ‘primitivos’ eram violentos e os ‘civilizados’ tendem ao pacifismo? Conflitos violentos entre sistemas políticos rivais estão fadados a desaparecer para sempre, marcando, como se diz agora, “o fim da história”? Ou a tal ‘Longa Paz’ seria apenas um artigo de fé e não da razão, sendo, como aponta Gray na resenha, só mais uma ortodoxia contemporânea, fadada a esmaecer, como tantas outras?

As guerras poderiam ser cessadas caso houvesse um engajamento maciço de intelectuais em movimentos pacifistas, com queria o físico Albert Einstein (1879-1955) e apontou o linguista norte-americano Noam Chomsky, em seu (ignorado) *A responsabilidade dos intelectuais*?

Gómez e colegas mostram que os tais 2% mudam ao longo da história, flutuando em conjunção com mudanças sóciopolíticas sofridas por populações humanas. Há períodos, segundo os autores, em que aquele percentual vai a 15%, 30%, mesmo que as incertezas aí sejam significativas.

Essas variações reforçam a argumentação dos rousseauianos, mostrando que a guerra é somente uma resposta ao meio de uma espécie que nem é boa, nem má em sua essência? Ou mostram que o ambiente apenas modula uma violência que é ‘genética’ e que não pode ser extirpada do *H. sapiens*?

Essa segunda questão acima já causou espasmos de raiva no jornalista científico norte-americano John Horgan, que defende que a guerra é uma inovação cultural, com menos de 12 mil anos de idade, fato corroborado, segundo ele, por um sem-número de evidências antropológicas e arqueológicas. E não algo arraigado profundamente em nossas raízes genéticas. Ele escreveu (em inglês) extensivamente sobre isso, pondo o problema do fim das guerras – e nisso temos que concordar com ele – como o mais premente a ser resolvido pela humanidade. Aqui há uma coleção desses textos: <http://blogs.scientificamerican.com/cross-check/meta-post-horgan-posts-on-war-and-peace/>.

Pinker respondeu à resenha de Gray. Escreveu que a verdade está nos números, nos dados. E não adianta vituperar. O mundo está se tornando menos violento, com menos conflitos, menos guerras civis, menos genocídios e sem guerras em larga escala, como as mundiais. Pare ele, isso é fato. E diz que a culpa de uma impressão contrária a isso é, em parte, da... mídia, com seu noticiário focado, digamos, só na desgraça da guerra (e não na graça da paz).

Fica a questão para pensar: a paz é algo obtido pelo esforço dos pacifistas ou algo concedido – temporariamente – pelos belicistas?

Mark Pagel, da Universidade de Reading (Reino Unido), finaliza seu excelente comentário – na mesma edição da *Nature* – sobre os resultados de Gómez e equipe do seguinte modo: “Hobbes deferiu um golpe muito forte contra Rousseau, mas não chegou a nocautear este último”. A pontuação para esse combate fica por conta do(a) leitor(a).

MEDICINA

HIPERTENSÃO: ALIANÇA GLOBAL

Nos tempos pré-internet – quando eram escassas informações sobre saúde para o grande público –, os adultos costumavam se referir como ‘mal súbito’ à causa de mortes inesperadas – ou seja, a pessoa parecia estar bem, sem sintomas aparentes e, de repente,... caía morto.

O tal ‘mal’ tinha e tem nome: hipertensão, a principal causa de morte no mundo. Agora, a Comissão para a Hipertensão da [revista médica] *The Lancet* resolveu aprimorar o combate a esse inimigo número 1 da vida e, com base em uma análise de grande porte, lançou um relatório, no último encontro da Sociedade Internacional de Hipertensão, com 10 ações prioritárias que deveriam ser adotadas pelas autoridades mundiais de saúde, tanto em nível individual (do paciente) quanto no da saúde pública.

O documento – publicado em *The Lancet* (23/09/16 online) – propõe uma “aliança global” contra a hipertensão, com base em cinco frentes amplas: mudanças no estilo de vida; mais acesso à medida da pressão arterial; melhorias no diagnóstico; expansão do monitoramento e da prevenção farmacológica; fortalecimento dos sistemas de saúde.

Há no documento também os fatores de risco para a hipertensão: sedentarismo, álcool, sal, dieta muito calórica (sem frutas e legumes) etc.

Um dado pelo menos impressiona no relatório: um terço dos adultos do mundo são hipertensos. Vale lembrar que a hipertensão não é facilmente detectada, pois não tem sintomas – daí, talvez, o adjetivo ‘súbito’.

Mais do que uma coleção de ações, o relatório, depois de analisar evidências experimentais e epidemiológicas, propõe quais tópicos têm bom suporte experimental e quais deveriam ser objeto de mais pesquisa.

O relatório (em inglês) está disponível aqui: [http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(16\)31134-5/fulltext](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(16)31134-5/fulltext).



NOVO TECIDO: QUASE NU

Para os que já passaram por um verão tropical – a cidade do Rio de Janeiro é uma experiência única nesse sentido –, a notícia é mais do que bem-vinda: um tecido é capaz de manter a temperatura de seu corpo mais baixa, como se o usuário nada estivesse vestindo.

O novo material faz a temperatura corporal aumentar apenas 0,7 grau celsius, segundo Po-Chun Hsu, da Universidade Stanford (EUA), membro da equipe que desenvolveu o tecido. É quase como estar com a pele descoberta. Uma malha de algodão fina, segundo ele, pode fazer a temperatura da pele aumentar cerca de 3,4 graus celsius. Mesmo os tecidos 'refrigera-

dores' hoje no mercado, ressalta Hsu, chegam a elevar a temperatura em 2,8 graus celsius.

A composição e a porosidade do material fazem com que ele seja muito permeável tanto ao vapor de água quanto ao calor (infravermelho) que a pele emite – neste último caso, sua textura de nanoporos permite que 96% do calor o atravessem. A sensação, segundo os autores, é a de estar nu. O plástico usado na confecção do tecido é semelhante ao usado nos 'filmitos' para recobrir os alimentos.

À base de polietileno, o novo material – que reúne doses de nanotecnologia, fotônica e química – não vai sair direto das bancadas do laboratório para a indústria têxtil. Há inconvenientes nele que fariam um estilista suar de pavor: i) o tecido, por enquanto, só pode ser na cor bege, pois qualquer corante o faria provavelmente

perder a capacidade de 'transpirar' vapor e calor; ii) como plástico, ele não tem muita flexibilidade, e, no corpo, dá aquela sensação de que você está usando algo de... plástico.

Detalhes do novo tecido estão publicados em *Science* (02/09/16). E a dica para esta nota veio do músico norte-americano Ian Murphy, da cidade de Nova York (EUA), sempre ligado em novidades tecnológicas.

Segundo especialistas, o uso em larga escala desse tipo de material permitiria baixar o ar-condicionado em alguns graus e, assim, economizar quantidade significativa de energia. Ou seja, refrigerar a pessoa e não o ambiente.



Novo tecido feito à base de plástico capaz de deixar passar quase 100% do calor irradiado pelo corpo

FOTO: YI CHEN/ISTOCK

SINTONIA FINA

Quem era o homem de Anticítera?

Um pedaço de crânio, com três dentes; dois ossos de braço; lascas de costelas; dois fêmures. Antropólogos estão radiantes com esses restos de um homem que permaneceu 2 mil anos sob as águas nas redondezas da diminuta e bela ilha grega de Anticítera. Tudo indica que, pela primeira vez, será possível extrair de um humano com essa idade material genético de boa qualidade – e sem contaminantes.

A descoberta desses restos humanos foi feita recentemente pela equipe de antropólogos mergulhadores que estudam o que talvez seja o navio afundado mais famoso do mundo. Com cerca de 40 metros de comprimento, a embarcação mercante, descoberta em 1900 por caçadores de esponjas, tornou-se famosa pelo fato de nela ter sido encontrado o chamado ‘mecanismo de Anticítera’.

Datado como sendo do ano 65 a.C., o artefato é tido como um ‘computador primitivo’ capaz de modelar os movimentos do Sol, da Lua e dos planetas. A engenhosidade da máquina – que lembra o mecanismo de um despertador – é tal que, ao longo deste último século, ela tem causado um misto de espanto, mistério e admiração. Um filme sobre ela está aqui (em inglês): <http://antikythera.who.edu/artifacts/antikythera-mechanism/>. Vale a pena ver.

Viajando pelo Mediterrâneo, o



navio levava itens de luxo (vidros, peças de bronze, jarros, joias, jogos etc.) – provavelmente, para Roma.

Outros restos humanos já foram encontrados em outros navios naufragados – por exemplo, ‘Mary Rose’ e ‘Vasa’, embarcações com três ou quatro séculos de idade. Mas, até agora, não foi possível fazer uma análise genética detalhada e confiável desse material, por problemas técnicos. Muitas dessas peças acabaram lavadas, mantidas em conservantes e a temperaturas inadequadamente altas, sem contar a possível contaminação do DNA antigo com novo, o que não pode ser separado em métodos como o chamado PCR.

Segundo especialistas, as partes relativas ao crânio são as mais pro-

missoras para a extração de DNA. Por que é tão importante assim obter o sequenciamento do material genético de uma pessoa que provavelmente viveu antes de Cristo?

Caso os pesquisadores norte-americanos e gregos consigam extrair e sequenciar o DNA, eles poderão inferir, por exemplo, a idade, a cor dos olhos e do cabelo, a ancestralidade e mesmo a origem daquele homem – que, por sinal, foi batizado Pamphilos, em referência a um nome encontrado num copo de vinho em meio aos destroços. Com esses dados, será possível levantar hipóteses sobre variação e movimento de populações, por exemplo.

É possível que Pamphilos tenha sido um escravo, pois seus ossos têm uma coloração avermelhada,



Pesquisador manipula osso encontrado em navio naufragado há 2 mil anos perto da ilha de Anticítera (Grécia). Mergulhador coleta material dos escombros da embarcação. No detalhe, o mecanismo de Anticítera, capaz de reproduzir o movimento do Sol, da Lua e dos planetas



típica da ação do ferro de grilhões sobre eles.

Acredita-se que o navio tenha sido jogado contra as rochas em uma tempestade, e que o evento tenha sido rápido, a ponto de não permitir que escravos acorrentados saíssem da embarcação. Ou, quem sabe, Pamphilos seja o astrônomo responsável pelo – ou construtor do – mecanismo de Anticítera.

Os pesquisadores – que são do Ministério da Cultura e dos Esportes da Grécia e da Instituição Oceanográfica de Woods Hole (EUA) – acham que pode haver mais restos humanos sob os escombros.

Leite de... Melhor nem dizer

A análise recente de uma substância – completamente insípida – mostrou que ela é rica em gorduras, proteínas e vários outros nutrientes. E, portanto, seria uma ótima matéria-prima para um novo tipo de superalimento ou um rico complemento nutricional.

Essa promessa alimentícia é um tipo de leite produzido pelas fêmeas da barata-besouro-do-pacífico (*Diploptera punctata*), que guarda semelhança física com a – para alguns, nojenta – barata caseira.

A *D. punctata* (figura) é vivípara – ou seja, a prole se desenvolve dentro do corpo da mãe. É justamente no útero desse inseto que os embriões têm acesso à tal substância nutritiva, que, em poucas semanas, faz com que o embrião tenha seu tamanho aumentado 50 vezes.

Obviamente, pode ser que o tal ‘leite’ não chegue às prateleiras dos supermercados e das farmácias. Primeiramente, será preciso saber se a substância é segura para o consumo humano. Estranho? Vale lembrar que comemos há muito e muito tempo produtos derivados de insetos. Por exemplo, o corante carmim, de tom vermelho vivo, usado em alimentos, vem de um inseto minúsculo (de 3 a 5 mm) chamado cochonilha (*Dactylopius coccus*).

O(a) leitor(a) já viu aqui as vantagens de (e os obstáculos para) uma dieta baseada em insetos (CH276). Para os especialistas, o impedimento para isso é basicamente cultural, pois, atualmente, mais de mil espécies de insetos (lagartas, besouros, cupins, formigas, gafanhotos, abelhas, vespas etc.) são comidas no mundo.

Basta lembrar que uma agricultura industrial de insetos não teria os inconvenientes daquela baseada em aves e mamíferos: uso de grandes porções de terras agriculturáveis; alto consumo de água potável; desmatamento em larga escala; poluição de rios e mares com urina, fezes e sangue; emissão de gases do efeito estufa etc.



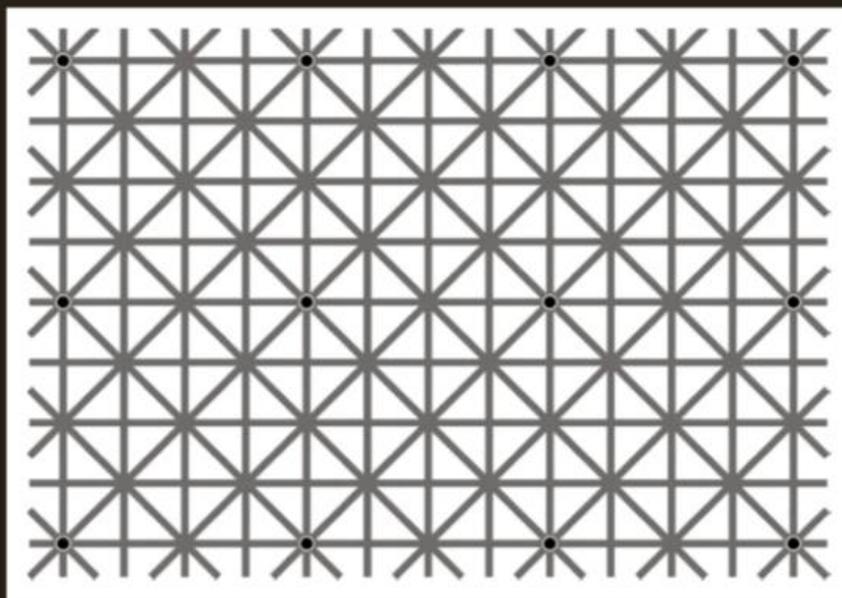


FOTO JACQUES NINIO

Todos de uma vez?

Este mês, para variar um pouco o cardápio, uma ilusão de óptica. Você consegue enxergar, de uma só vez, os 12 (sim, 12!) pontos na figura? Difícil? Não, não é truque da imagem. Mas, sim, uma peça que seus olhos estão pregando, com base no fato de que, quando a luz estimula um receptor nesse órgão, a atividade daqueles na vizinhança fica bem reduzida – daí, os outros pontos 'sumirem'.

Postado por Akiyoshi Kitaoka, do Departamento de Psicologia da Universidade de Ritsumeikan (Japão), esse teste, que 'viralizou' na internet, é chamado 'Ilusão da extinção de Ninio' – referência ao físico e biólogo francês Jacques Ninio.

Caso você não seja parte de uma minoria que visualiza todos os pontos de uma só vez, corra lentamente os olhos pela figura. Assim, você será capaz de notar onde os pontos estão localizados.

Quer ver mais ilusões? Kitaoka tem uma página em português: <http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/index-p.html>.

Alerta do pesquisador: algumas das figuras podem causar vertigem ou mesmo ataques epiléticos; portanto, se você se sentir mal, saia imediatamente de lá.

INTELIGÊNCIA, PARA QUE TE QUERO?

A QUESTÃO DA CORRELAÇÃO entre o quociente de inteligência (QI), os caracteres genéticos e o sucesso profissional de indivíduos já foi calorosa e exaustivamente debatida ao longo das últimas décadas, sem que se tenha chegado a um consenso sobre o verdadeiro poder informativo desse parâmetro. Aqui mesmo, nesta coluna (ver 'Sempre a cor da pele', em CH227), foram apresentados argumentos que destacavam a necessidade de muita cautela ao propor hipóteses generalistas envolvendo a herança de inteligência e outras que se baseavam na fidedignidade do teste do QI.

Agora, o tema volta à discussão, porém com um viés diferente. O artigo do jornalista Tom Clynes, publicado em setembro na revista *Nature* (v. 537, n. 7.619, pp. 152-155), apresenta uma narrativa muito interessante não sobre os aspectos genéticos da inteligência, mas sobre como cuidar da educação de indivíduos superdotados, de modo a integrá-los à sociedade de forma produtiva para ambas as partes. O artigo de Clynes resume o trabalho de Julian Stanley, um especialista em psicometria, isto é, no estudo do desempenho cognitivo.

Durante 45 anos, ele se interessou principalmente por jovens matematicamente precoces e como identificá-los. Mas seu projeto incluiu também o acompanhamento dos superdotados. Esse é, portanto, um estudo que repousa sobre sólidas fundações, tanto do ponto de vista numérico — o universo da população pesquisada, cerca de 5 mil jovens — como do tempo de duração do projeto.

Os resultados sugerem uma nova maneira de encarar a educação de uma parcela da população de estudantes que, até agora, vem sendo negligenciada e constitui uma minoria — já que a tendência atual é endossar projetos de inclusão. Inicialmente, Stanley confirmou que o teste de QI adotado por muitas instituições não é um bom predictor de sucesso.

Em exemplos famosos, dois ganhadores do prêmio Nobel de física tiveram desempenhos ruins no teste de QI clássico. Além disso, Stanley e outros pioneiros notaram que o teste de QI depende muito do lastro cultural do indivíduo testado, bem como do seu nervosismo no momento de realização do teste: nem todos conseguem raciocinar sob pressão.

Assim, um resultado baixo no teste de QI revela muito pouco

sobre a capacidade intelectual de uma pessoa. Entre as conclusões de Stanley estão a observação de que um predictor muito mais valioso é o raciocínio espacial, isto é, a capacidade de compreender as relações espaciais entre objetos, ou prever quais serão as formas de cortes realizados em várias partes destes.

Stanley aproveitou dados sobre raciocínio espacial obtidos a partir de provas regularmente aplicadas a estudantes — o chamado teste de aptidão escolar (SAT, na sigla em inglês). Esses e outros conjuntos de dados foram utilizados para classificar grupos e realizar o acompanhamento dos estudantes ao longo de sua vida acadêmica e profissional.

FOTO: CIÊNCIA RUMJANEK



Um resultado baixo no teste de QI revela muito pouco sobre a capacidade intelectual de uma pessoa. Um predictor muito mais valioso é o raciocínio espacial

Invariavelmente, os estudantes com melhor desempenho tiveram sucesso em suas carreiras e se tornaram líderes, o que foi comprovado por vários parâmetros, tais como doutorados, patentes e salários. Várias personalidades conhecidas estão incluídas nas coortes que obtiveram os níveis mais altos de desempenho intelectual pesquisados por Stanley, entre elas, Mark Zuckerberg, criador do Facebook; Sergey Brin, um dos criadores do Google; e a artista Stefani Germanotta, mais conhecida como Lady Gaga.

Naturalmente, um trabalho como o de Stanley (ainda em andamento) gerou uma grande quantidade de publicações, incluindo livros e artigos em periódicos científicos especializados. As conclusões são numerosas, mas é possível derivar algumas recomendações.

Crianças superdotadas devem estar sempre em ambientes desafiadores e seus cuidadores devem estar permanentemente atentos a isso. É importante

que as crianças sejam elogiadas não pelo desempenho intelectual, mas pelo esforço dedicado a atingir certas metas — esse parece ser um ponto crucial: evitar que a criança seja marcada como especial, mesmo que positivamente.

Por fim, o artigo de Clynes traz outro destaque que merece ponderação. Por que valorizamos o desempenho atlético mais do que o intelectual? Por que, para o primeiro, é válido estimular a competição, mas não para o segundo? Há muito que se debater antes de responder...

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

As plataformas eletrônicas nas quais as redes sociais não presenciais são estabelecidas estão passando por uma fase de transição. A interação social virtual está voltando novamente para a telefonia, sendo os celulares os atuais protagonistas da comunicação. De que forma redes virtuais como o Facebook e o WhatsApp estão afetando as relações interpessoais? A ausência desse tipo de interação seria a causa do desconforto do indivíduo contemporâneo? Este artigo busca compreender essas questões à luz de análises de pensadores do século passado.

GRITOS

*O mal-estar
da civilização
em rede*

E S U S S U R R O S

José Eisenberg
Antonio Engelke
Instituto de Ciências Sociais,
Universidade do Estado do
Rio de Janeiro

Em carta escrita ao psicanalista austríaco Sigmund Freud (1856-1939) em 1927, o pensador e escritor francês Romain Rolland (1866-1944) mencionou seu interesse de que o colega explorasse melhor a sensação religiosa espontânea, o sentimento do eterno que desconhece limites, como um sentimento “oceânico”. Freud não se furtou a enfrentar o desafio, já que a metáfora lhe pareceu rica de significado. No final de *O futuro de uma ilusão*, publicado no mesmo ano, Freud abordou o tema da construção do ego a partir da crítica da ideia de um sentimento oceânico primitivo, caro à religião. Quando publicou o seu célebre ensaio *O mal-estar da civilização* em 1930, esse ‘sentimento oceânico’, ou melhor, as formas que a sociedade encontrava para lhe impor limites, tornou-se o cerne de suas preocupações.

Os tempos eram de guerra e, evidentemente, sobressaía naquele contexto o problema da morte iminente diante dos imperativos da vida em sociedade. Havia três fontes intrínsecas ao desprazer que Freud identificava como decorrência da construção dos limites para esse sentimento oceânico, que emanava, em sua visão, do próprio ego primitivo da criança, e não de estruturas religiosas ou místicas pré-configuradas.

Fosse pela experiência existencial da dor ou da morte, pelo caráter destrutivo ou desastroso da própria natureza, mas sobretudo pelo sofrimento endêmico que os seres humanos necessariamente conhecem na vida em sociedade – isto é, na civilização –, surgiria imperativamente na criança que confronta seu sentimento oceânico a necessidade de reconciliar seus instintos, que buscam gratificação, com a realidade que a vida social impõe.

FOTOS: PEXSBAK.COM, DOMINIO PÚBLICO

>>>

Como componente central das formas de vida de boa parte das civilizações contemporâneas, as redes sociais sujeitam aqueles que nela coexistem a imperativos e limites bastante similares aos que Freud apontava quando falava da relação paradoxal que a realidade social impõe ao ego primitivo da criança: ao mesmo tempo que induz à liberdade em busca de prazer, a cerceia com regras que devem ser introjetadas a fim de garantir a sociabilidade. A questão, então, está em pensar como tal relação encontra meios de se atualizar – e com quais efeitos – nas novas tecnologias de comunicação em geral e nas redes sociais em particular.

Protagonistas da comunicação As plataformas eletrônicas nas quais as redes sociais não presenciais são estabelecidas estão passando por um momento de transição. À medida que as interfaces de interação social virtual foram regredindo novamente para a telefonia, a mobilidade introduzida pelo celular e a transmissão de dados

por ele facilitada fizeram desses aparelhos os protagonistas da comunicação que engendra e reproduz redes sociais.

A tela do celular ganhou propriedades que teclas de um telefone comum nunca tiveram, e a capacidade de armazenamento de infor-

mação e outras aplicações no mesmo objeto transformaram o celular, em menos de uma década, no principal aparelho utilizado por seres humanos. Talvez seja cedo para decretar categoricamente a superação do Facebook, ou o fim da hegemonia das redes sociais mais adequadas ao computador caseiro. Contudo, não será apressado reconhecer que, mantidas as tendências em curso, aplicativos como o WhatsApp transformarão o Facebook e seus aparentados em plataformas secundárias.

O Facebook e outras redes sociais assemelhadas estão assentadas sobre um conjunto de atributos comuns: o fluxo em geral transparente da informação, em que cada um se dirige simultaneamente a muitos (*one to many*), torna público o privado; o conteúdo da informação, as trocas e os compartilhamentos efetuados conformam uma espécie de subesfera pública que mais repercute do que pauta a esfera pública propriamente dita.

O WhatsApp opera sob uma lógica diversa: as mensagens, sempre enviadas a uma ou poucas pessoas (*one to one* ou *one to few*), permanecem no âmbito do privado, cuja opacidade só muito raramente é violada; as trocas e os compartilhamentos se dão por grupos de interesse, afinidades ou necessidades pessoais, contextos profissionais, ou simplesmente em substituição a um telefonema. Combina-se a isso o silêncio que caracteriza a maior parte das trocas comunicativas das duas plataformas, ainda que mobilizado de modos distintos.

No Facebook, esse silêncio é quase imperativo, já que nenhuma de suas mensagens e publicações encontra um assento feliz no uso da voz humana como meio da comunicação. O que tem som no Facebook, em geral, já é um audiovisual postado.

No WhatsApp, por outro lado, o texto ou mensagem parecem destinados a um papel de 'suplente' da fala, já que esbanja trocas comunicativas que são meras substitutas de conversações que poderiam ser *via voce*, mesmo quando em grupos maiores. Não é acidental que o WhatsApp tenha sido rápido em incluir entre seus recursos a possibilidade de utilizá-



-lo como telefone. Não se trata meramente da possibilidade de utilizar som em comunicações – as duas plataformas incluem recursos para que as trocas sejam audíveis, mas enquanto o Facebook utiliza esses recursos apenas para ampliar os modos de interação entre conectados, o WhatsApp os emprega para substituir as formas tradicionais da oralidade, que costumam exigir protocolos conversacionais que oneram, em tempo e disponibilidade, os ritos de introdução, desenvolvimento e conclusão das trocas comunicativas.

Implicações das redes Consideradas as características e diferenças formais de ambas as plataformas, é hora de retornarmos a Freud para, com a licença do uso alargado de alguns dos seus conceitos e categorias, observar de que maneira tais características atravessam, ou mesmo ajudam a constituir, o mal-estar na civilização em rede. Pensar na tecnologia não como um artefato, mas como um contexto, implica partir do princípio de que a presença das redes sociais na vida das pessoas afeta o repertório de ações disponíveis a elas, assim como a forma em que experimentam o mundo ao seu redor.

Se as redes sociais favorecem certos modos de diálogo e tipos de interações, é de se esperar que ganhem aderência social. Por sua própria arquitetura, o Facebook estimula uma forma de enunciação que, em linhas gerais, poderíamos caracterizar de espalhafatosa e assertiva, e que possui, no 'curtir' alheio, a medida de seu sucesso. Essa ênfase ubíqua no reconhecimento intersubjetivo, entretanto, cobra o seu preço: ao fazer da aprovação expressa de outros o termômetro cotidiano de suas atividades *on-line*, o indivíduo acostuma-se a exteriorizar excessivamente os critérios pelos quais julgará a si próprio.

O espelho facebookiano contribui para idealizar ainda mais as representações ideais que constituem o imaginário; sem a imagem desejada devolvida, resta ao indivíduo a mania patológica de persegui-la, ou a diluição depressiva de seu investimento libidinal pelo seu suposto fracasso.

Já o WhatsApp está fundado num modo de diálogo que, em função da exigência da instantaneidade – se o sujeito se ausentar dos grupos de que participa, mesmo que apenas por algumas horas, arrisca a perder o fio da meada da conversa –, induz a um comportamento obsessivo-compulsivo, em que tiques excessivos, de olhos e dedos em busca constante de novidades, não se ligam ao propósito ao qual aparentemente se dirigem.

Custos psíquicos O temor de excluir a si mesmo de trocas habitua à checagem do aparelho celular a intervalos cada vez mais curtos; quanto mais os grupos de que se participa, maiores as possibilidades de exclusão, e os custos psíquicos decorrentes. Como alguém que rói as unhas, o usuário do WhatsApp opera um descolamento do real que pode durar poucos instantes, ou dias, e que se encontra demarcado como parte das práticas sociais quase aceitáveis.

O WhatsApp fustiga o indivíduo em função da ansiedade provocada pela exigência incessante por disponibilidade, mas o protege da vigilância alheia. Em um contexto de patrulha politicamente correta, a segurança da mensagem privada, ventilada entre amigos e conhecidos com vínculos e afinidades claramente delineados, oferece o conforto necessário à livre expressão de preconceitos e discursos de ódio. No WhatsApp, pode-se sentir prazer com a humilhação ou dor alheia, sem a contrapartida da culpa: abolidas as interdições públicas ao gozo, o escárnio encontra nos grupos privados espaço privilegiado para manifestar-se livremente.

O Facebook, ao contrário, obriga o indivíduo a comprometer-se diariamente com a apresentação da melhor versão de si. Como afirma o historiador norte-americano >>>

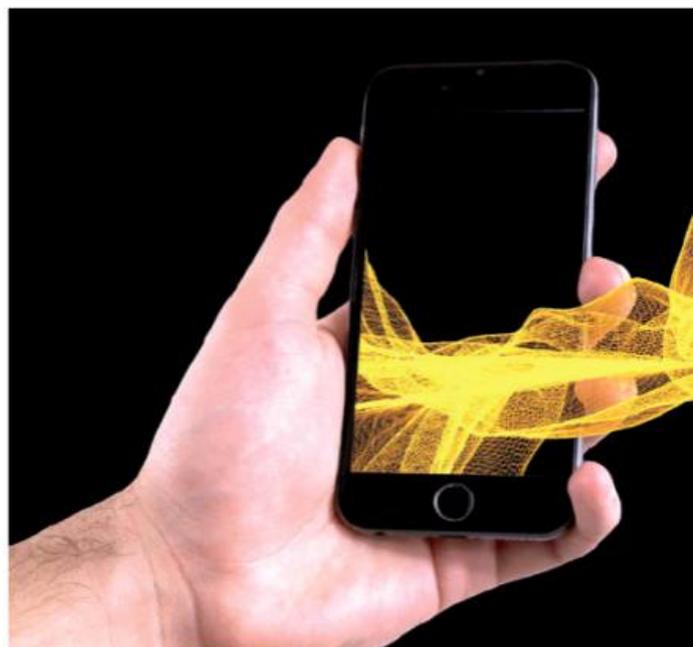


Christopher Lasch (1932-1994), se uma cultura narcisista é aquela na qual os relacionamentos são definidos pelo imperativo hedonista de aquisição e exibição de símbolos de *status* ou riqueza, então plataformas como o Facebook são seus principais operadores contemporâneos, uma vez que seus usuários parecem tomar parte de uma espécie de jogo de espelhos de reflexos indiretos: são fotos de viagens que pressupõem estilos de vida (saúdável, aventureiro, intelectual, refinado etc.); postagens de conteúdos culturais sugerindo distinção; temáticas políticas que expressam visões de mundo com pretensões de infalibilidade; e assim por diante.

Não é preciso ser um etnógrafo do mundo virtual para nele reconhecer traços característicos do narcisismo clássico – hipersensibilidade a críticas, baixa disposição empática, arrogar para si o *status* de ‘especialista’ em assuntos variados, aparentar ser mais importante do que se é –, tudo em escala aumentada.

Esse narcisismo amplificado pelas redes sociais não presenciais não desaparece com as novas plataformas de interação mais intimistas como o WhatsApp em celulares. A trama especular que nelas se desenrola, entretanto, sempre tem endereços definidos que não permitem nenhuma forma romantizada de circulação livre de ideias, modelo ao qual muitos ainda se apegam para descrever a dinâmica comunicativa de redes sociais ancoradas em plataformas como o Facebook.

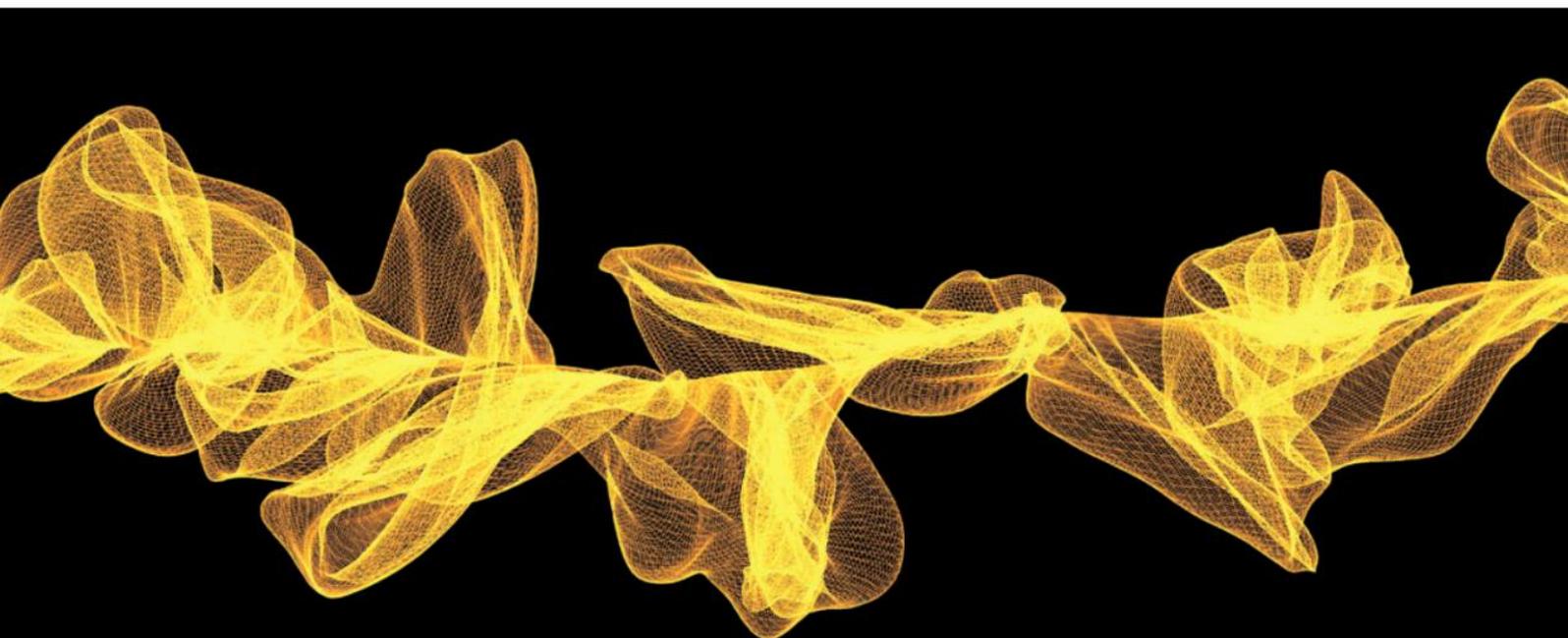
No WhatsApp, o público morreu; no Facebook, ele simula a sua própria farsa. É concebível escrever uma postagem no Facebook sem se preocupar com quem vai lê-la, mas no WhatsApp não. O destino conhecido de toda comunicação no WhatsApp devolve seu protagonista narcisista ao mundo da interação virtual como um indivíduo, e o silêncio de uma audiência que simplesmente não se manifesta – isto é, que não ‘curte’ sua postagem com um mero clique, como no Facebook – ecoa mais alto: na intimidade do privado, a ausência de reconhecimento carrega o peso da indiferença ou desaprovação explícitas.



Gramáticas próprias Tal qual o Facebook, o WhatsApp também tem sua gramática. Enquanto o Facebook constrói o império da extroversão, tornando a troca comunicativa uma luta para ver quem grita mais alto – a métrica é o alcance, afinal –, no WhatsApp, os extrovertidos precisam ser cautelosos: sussurros altos demais são causas implacáveis de exclusão e ostracismo. Em contraste com o território do excesso do Facebook, onde (quase) tudo vale, a gramática do WhatsApp é uma disciplina com regras de etiqueta mais exigentes: textos curtos, imagens em arquivos leves, *emojis* e repressão às falas fora do tópico.

Acima de tudo, rege esta gramática a regra que cada rede social imprime para o ritmo das postagens. O WhatsApp converte em pária aqueles que falam demais, falam de menos e que esquecem de falar. Saber o ritmo dos ritos comunicativos do grupo é questão de sobrevivência.

Tudo somado, eis a dicotomia construída até aqui: de um lado, plataformas de amplificação de discurso público, referido a um simulacro da *polis*, vazado em prosa imagética ruidosa, que se quer expansiva; de outro, plataformas de reprodução de comentários privados, endereçados à esfera de uma



certa intimidade, e que são vazados sem estardalhaço.

No Facebook, grita-se histericamente para reivindicar a aprovação imaginária dos outros, sempre os mesmos outros, em doses homeopáticas diárias, buscando uma satisfação narcísica alimentada pela falsa sensação de excesso ou a inevitável melancolia produzida pela falta de 'curtidas'. No WhatsApp, tecla-se compulsiva e silenciosamente para dar vazão ao que não pode ser dito em público, para manter-se a par do inconfessável do outro, para assegurar pertencimento a grupos mais ou menos próximos, de modo a afastar rotineiramente o medo da exclusão. Afinal, um celular que não anuncia novas mensagens insinua o ostracismo.

Na internet, vozes não se convertem nem em gritos, nem em sussurros, sem escapar do paradoxo de que quanto maior é o alcance e a possibilidade da fala no mundo conectado das redes sociais, maior a importância do silêncio que lhe subjaz. A repressão, a imposição de limites ao que pode ser dito num contexto em que aparentemente todos podem falar livres de amarras presenciais, começa na negociação sutil de tal silêncio.

O sentimento oceânico a que Freud se referia encontra no silêncio das redes, mais do

que nos ruídos que as atravessam, a verdadeira medida de sua contenção – é o vazio, a ausência da interação, e não o seu excesso, que causa verdadeiro desconforto ao indivíduo contemporâneo. Ele ostenta um celular para não ter que conversar com quem está ao seu redor. Cabisbaixo e absorto, ele navega pelas teclas enquanto soergue diante de si uma muralha que, ao mesmo tempo, lhe priva e lhe subtrai dos desprazeres que a vida em sociedade impõe. Ninguém o ouve e ele nem sabe ao certo se quer ser ouvido. Está cada vez mais enterrado em um narcisismo de pequenas diferenças. **CR**

Sugestões para leitura

EISENBERG, J e MUDESTO, R. 'A Pax Zuckerberg: o que está por trás do sucesso do Facebook' in *Ciência Hoje*, v. 50, n. 300, 2013.

FREUD, S. *O mal-estar na civilização*. Rio de Janeiro: Imago, 1997.

MOROZOV, E. *The net delusion. The dark side of internet freedom*. New York: Public Affairs, 2011.

TURKLE, S. *Alone together. Why we expect more from technology and less from each other*. New York: Basic Books, 2011.

COMO AS ESPÉCIES IRÃO MUDANÇAS

É consenso no meio científico que o aumento de gases de efeito estufa na atmosfera têm causado alterações climáticas em várias partes do planeta, o que está resultando em diversos impactos em espécies e ecossistemas. Pesquisadores de renomadas universidades e centros de pesquisas estão investigando como os seres vivos deverão responder ao aumento da concentração atmosférica de dióxido de carbono (CO₂) e à elevação da temperatura na Terra.

Leandra Bordignon

*Laboratório de Ecoanatomia e Ecologia Vegetal,
Centro Multidisciplinar,
Universidade Federal do Acre (campus Floresta)*

Geraldo Wilson Fernandes

Yumi Oki

*Laboratório de Ecologia Evolutiva e Biodiversidade,
Instituto de Ciências Biológicas,
Universidade Federal de Minas Gerais*

Ana Paula de Faria

*Laboratório de Fisiologia Vegetal,
Instituto de Biologia,
Universidade Federal de Uberlândia*

Em dezembro de 2015, líderes políticos e cientistas de vários países reuniram-se em Paris, na 21ª Conferência do Clima (COP-21), para debater as condições climáticas atuais e definir um novo acordo internacional sobre o clima. O Acordo de Paris (disponível *on-line* em inglês: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09.pdf>) foi assinado por 195 países, que se comprometeram a investir em tecnologias limpas e reduzir as emissões de gases de efeito estufa para manter o aquecimento global abaixo de 2°C (ver ‘O ‘clima’ do Acordo de Paris’, em CH 333).

A presença de gases de efeito estufa na atmosfera tem aumentando cada vez mais nas últimas décadas. Desde o início da Revolução Industrial, em 1760, a concentração de CO₂ cresceu mais de 30% – de 280 ppm (partes por milhão) para cerca de 400 ppm nos dias atuais. A taxa de aumento também se acelerou desde que começou a ser acompanhada continuamente em 1958, passando de 0,7 ppm ao ano, na época do primeiro registro, para uma média de 2,2 ppm anuais nas últi-

REAGIR ÀS CLIMÁTICAS

mas décadas. Segundo o Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima (IPCC, na sigla em inglês), até o fim do século 21, a concentração de CO₂ pode chegar ao dobro da atual, atingindo cerca de 800 ppm.

As principais causas desse crescimento alarmante estão associadas às emissões decorrentes da queima de combustíveis fósseis e às mudanças no uso do solo, como a transformação de florestas em áreas agrícolas ou urbanas. Uma consequência do aumento da concentração desses gases na atmosfera é a elevação da temperatura em até 5°C em algumas regiões do planeta até o final do século.

O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, órgão nacional que avalia informações científicas sobre os aspectos relevantes dessas transformações no Brasil, ressalta que é esperada uma elevação da temperatura de até 6°C na região amazônica, além da redução em 45% do volume de chuvas, no mesmo período. Essas alterações climáticas podem trazer diversas e catastróficas consequências, como ondas de calor e estiagens ou chuvas concentradas em determinados períodos.

Tais fatores afetarão a biodiversidade, as interações entre espécies, a estrutura dos ecossistemas e a prestação de serviços ambientais (benefícios obtidos dos ecossistemas), resultando em grandes – e talvez irreversíveis – impactos à vida na Terra.

Simulação de ambientes Buscando entender o que ocorrerá com as espécies expostas às mudanças climáticas, diversos grupos de pesquisa no mundo têm voltado seus estudos à simulação de ambientes com as condições previstas para o planeta até 2100. Destacam-se os experimentos em câmaras de topo aberto (CTAs), como mostra a figura 1A, geralmente instaladas em casas de vegetação, e os sistemas de enriquecimento de CO₂ ao ar livre (FACE, na sigla em inglês), apresentados na figura 1B.

As CTAs são geralmente usadas para experimentos mais controlados. Já os sistemas FACE, de custo bem mais elevado, têm a vantagem de poderem ser instalados em ambientes abertos ou naturais, possibilitando avaliar os efeitos no ecossistema como um todo. Em ambos os casos, as condições climáticas são

FOTOS: INADRI / CONTRASTO PICTICO

>>>

controladas por sensores que regulam a concentração de CO₂ (cujo gás é fornecido por cilindros) e que, em alguns casos, também regulam o aumento da temperatura (mais 3°C em relação à temperatura ambiente, por exemplo). Um computador interligado a esses sistemas armazena continuamente dados, como concentração de CO₂, temperatura e umidade.

Estudos amplos em ambientes naturais ainda esbarram no elevado custo de instalação e manutenção desses sistemas. O único experimento em floresta nativa encontra-se em andamento na Austrália (EucFACE). Desde 2012, diversos estudos vêm sendo realizados – da atuação dos micro-organismos do solo até a fisiologia dos eucaliptos nativos – na tentativa de desvendar o que irá acontecer naquele ecossistema caso as previsões do IPCC se concretizem.

Felizmente, outros dois grandes projetos de FACE em florestas nativas estão previstos ainda para este ano: um no Reino Unido e outro na Amazônia brasileira (Amazon-FACE). Este último deve propiciar uma série de descobertas importantes, uma vez que as reais consequências do aumento da concentração de CO₂ para organismos de florestas tropicais são ainda desconhecidas, lembrando que a Amazônia é um dos ambientes mais ricos em espécies e dos mais relevantes na manutenção do clima global.

Todavia, cabe relatar que os efeitos das mudanças climáticas não são lineares, e conhecimentos obtidos nesse ambiente não serão necessariamente os mesmos em outros ambientes tropicais onde as espécies são diferentes e organizadas de maneiras distintas. Por exemplo, embora as espécies de plantas possam apresentar respostas similares ao aumento do CO₂ e da temperatura – como altas taxas de crescimento –, as consequências em um dado ecossistema podem ser o domínio de uma espécie com características invasoras, resultando em grandes problemas no funcionamento do ecossistema e até na extinção de espécies e perda da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos.

Estudos em diversas partes do globo têm mostrado que os efeitos do aumento do CO₂ variam muito entre as espécies de plantas, mas costuma ocorrer um aumento da biomassa – como o número maior de ramos e folhas – geralmente em função do incremento na fotossíntese. Porém, a maior disponibilidade de átomos de carbono (C) faz com que a grande parte das plantas acumule mais carboidratos em suas folhas, reduzindo a proporção de proteínas, pela diluição do nitrogênio (N).

A melhora na eficiência do uso de água é uma resposta comum a praticamente todas as plantas que crescem sob aumento de CO₂. A produtividade de algumas também pode aumentar com o incremento deste gás na atmosfera. Mas, se essas plantas sofrerem estresse pela elevação de temperatura – com ou sem déficit hídrico – em determinadas fases do desenvolvimento, o resultado pode ser devastador, comprometendo totalmente as colheitas. Esse é um dos aspectos mais preocupantes, no contexto de mudanças climáticas, por afetar diretamente a disponibilidade de alimentos e a segurança alimentar da humanidade. Temendo que isso ocorra e gere uma

Figura 1. Em A, estrutura de uma câmara de topo aberto (CTA), com 1,53 m³, para cultivo de plantas sob condições controladas de aumento de CO₂ e temperatura. Em B, estrutura de um sistema de enriquecimento de CO₂ ao ar livre (FACE), com 30 m de altura e 25 m de diâmetro, em funcionamento em uma floresta nativa de eucaliptos na Austrália



crise mundial, líderes do mundo inteiro – baseados nas pesquisas de cientistas – assinaram o Acordo de Paris.

Efeitos em ecossistemas brasileiros

Pesquisadores de algumas universidades e centros de pesquisa brasileiros vêm realizando experimentos em CTAs e estruturas de miniFACE (o mesmo princípio de FACE, em configurações menores) a fim de conhecer os efeitos das mudanças climáticas em espécies – nativas, invasoras e cultivadas – de interesse econômico. Entre os aspectos mais importantes a serem compreendidos, estão as alterações no desenvolvimento e na fotossíntese das plantas, e a consequência disso para as espécies que interagem com elas.

Estudos realizados com duas espécies nativas – o jatobá-da-mata (*Hymenaea courbaril*), da floresta Amazônica, e uma espécie de bambu (*Aulonemia aristulata*), da mata atlântica – mostraram que, com o aumento do CO₂, ambas apresentam taxas mais altas de fotossíntese e maior crescimento. O bambu também aumentou a tolerância à seca. Com as mudanças climáticas, o estabelecimento dessas espécies pode ser mais rápido em seu ambiente natural, podendo também servir como um mecanismo eficiente de sequestro de carbono pela floresta. Porém, o desenvolvimento rápido do bambu poderia atrapalhar o crescimento de outras árvores que ocorrem na mesma área, alterando a composição do ecossistema.



Em relação às plantas nativas do cerrado, experimentos com duas espécies da família das margaridas (*Viguiera discolor* e *Vernonia herbacea*) mostram que elas crescem mais quando a concentração de CO₂ aumenta. Além disso, essas espécies são conhecidas por acumularem frutanos – compostos químicos naturais de proteção contra a seca e outros tipos de estresse. A elevação do CO₂ atmosférico aumentou a produção e o armazenamento de frutanos nessas espécies, indicando que elas poderão enfrentar melhor a seca em uma atmosfera com mais presença desse gás.

Entre as plantas cultivadas, a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) apresentou, ao aumentar o CO₂, maior crescimento e maior teor de sacarose (substância usada na fabricação de açúcar e álcool) e menor concentração de lignina (composto que confere resistência e dureza às células das plantas),

Figura 2.
Alecrim-do-campo
(*Baccharis dracunculifolia*)
na Serra do Cipó (MG)



sugerindo potencial das células para expansão e acumulação de mais açúcares. Tudo isso poderia aumentar a produtividade da cana em um cenário de mudanças climáticas.

Um experimento com o famoso feijão carioca (*Phaseolus vulgaris*), que avaliou os efeitos do aumento de CO₂ e da seca, verificou que esse gás melhorou a eficiência do uso da água. Além disso, as plantas apresentaram maior crescimento, embora não tenha havido aumento na produtividade.

Outro estudo sobre uma doença do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) conhecida como oídio e causada por fungo (*Oidium* sp.) mostrou que o CO₂ teve efeito positivo, diminuindo a severidade da doença. Nas plantas mantidas em ambiente com mais CO₂, o ataque dos fungos foi mais ameno (33%), enquanto naquelas sem o aumento do gás foi mais severo (71%).

Pesquisas como essas feitas em outros países, com várias espécies e suas respectivas doenças, apontam que o CO₂ pode ter tanto efeitos positivos quanto negativos e neutros no processo de infecção de plantas.

Nossa equipe no Laboratório de Ecologia Evolutiva e Biodiversidade da Universidade Federal de Minas Gerais também vem desenvolvendo pesquisas em CTAs a fim de entender os efeitos das mudanças climáticas sobre as plantas nativas, invasoras e em culturas. Experimentos com uma espécie nativa do cerrado e da mata atlântica – a *Baccharis dracunculifolia*, conhecida popularmente como alecrim-do-campo (figura 2) – avaliaram os efeitos da atmosfera enriquecida com CO₂ no desenvolvimento das plantas e na diversidade de fungos endofíticos – que vivem no interior das plantas e podem lhe trazer diversos benefícios (ver ‘Fungos: amigos ou inimigos’, em CH 252).

As plantas cultivadas sob elevado CO₂ cresceram mais, apresentando maior raiz, altura, número de folhas e biomassa total. Porém, a diversidade de fungos endofíticos diminuiu drasticamente. Como esses organismos desempenham papel importante para a saúde das plantas, o aumento do gás carbô-

nico poderia torná-las mais suscetíveis ao ataque de inimigos naturais e até comprometer sua adaptação ao ambiente.

Outro estudo investigou os efeitos do aumento de CO₂ e temperatura previsto para 2100 em duas espécies exóticas de braquiária (*Urochloa brizantha* e *Urochloa decumbens*), que já vêm invadindo paisagens naturais no cerrado. A elevação do CO₂ e da temperatura resultou em maiores taxas de germinação e chances de estabelecimento no campo. Além disso, uma das espécies se tornou mais tolerante à seca e às ondas de calor. Provavelmente, essas plantas terão um potencial invasor ainda maior frente às futuras alterações climáticas.

Também foi avaliado o incremento de CO₂ e temperatura na soja (*Glycine max*), nas suas interações com fungos endofíticos e com uma das suas principais pragas, a lagarta *Spodoptera frugiperda*. Embora altas temperaturas possam comprometer o desenvolvimento da cultura por afetar o processo de fotossíntese, o aumento do CO₂ favoreceu o crescimento das plantas. Entretanto, uma análise nutricional das folhas revelou que o conteúdo de nitrogênio diminuiu, tornando-as menos nutritivas. Isso poderá interferir na alimentação dos insetos (praga) que delas se alimentam. Para verificar essa hipótese, oferecemos às lagartas de *Spodoptera* discos de folhas cultivadas com e sem aumento de CO₂, e verificamos que as lagartas consumiram 45% mais folhas cultivadas com CO₂ elevado.

Essas observações experimentais indicam que, se medidas paliativas não forem tomadas, essa praga poderá ter um efeito ainda mais devastador sobre a cultura no futuro. Já o número de espécies de fungos endofíticos diminuiu drasticamente; alteraram-se as espécies presentes em folhas de soja quando as plantas foram cultivadas com mais CO₂ e maior temperatura. Novamente, esses dados apontam que algumas espécies de fungos não conseguem sobreviver em plantas expostas a tais condições climáticas, o que também pode ter efeitos drásticos no desempenho das espécies.

Cenário futuro Estudos como esses são de grande importância, pois só de plantas o Brasil tem em seu território mais de 55 mil espécies (cerca de 22% da diversidade mundial), além de biomas bastante distintos. Pesquisas sobre os impactos do aumento de CO₂ e temperatura realizados apenas em ambientes florestais ou com grupos específicos de espécies não garantirão que o conhecimento obtido possa ser aplicado a outras regiões de importância similar, como os cerrados e campos, os quais vêm sendo destruídos em taxas até maiores do que a dos ambientes florestais.

A preocupação quanto ao futuro do planeta frente às mudanças climáticas aumentou o interesse em pesquisas científicas nessa área, mas ainda há muito a ser feito para que possamos entender como as espécies irão se adaptar (ou não) ao novo cenário climático.

O estado de alerta é mundial e crescente. A COP-21 marcou um momento decisivo na história, já que, pela primeira vez, todos os países envolvidos se comprometeram a combater a mudança do clima na Terra (incluindo os Estados Unidos, que não assinaram os acordos anteriores), mas a simples assinatura de um acordo não garante que as metas sejam atingidas. Assim, a ampliação desses estudos é fundamental e urgente para que possamos eficientemente nos adaptar e investir na mitigação dos impactos das mudanças climáticas. 

Sugestões para leitura

OKI, Y., FERNANDES, G. W., CORREA JUNIOR, A. 'Fungos: amigos ou inimigos?' in *Ciência Hoje*, v.42, n. 252, pp. 64-66, 2008.

NA INTERNET

Amazon-FACE: <https://amazonface.org>

Base científica das mudanças climáticas. Relatório do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, v.1, cap.9, pp.321-346, 2015. Disponível em: http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos_publicos/GT1/GT1_volume_completo_cap9.pdf

Impactos, vulnerabilidades e adaptação. Relatório do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, v.2, 419p., 2015. Disponível em: http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/pt/publicacoes/relatorios-pbmc/item/impactos-vulnerabilidades-e-adaptacao-volume-2-completo?category_id=15





Duas técnicas que permitem modificar o material genético característico de uma espécie prometem revolucionar o controle de insetos transmissores de doenças. A primeira é usada para fazer mudanças precisas (ou 'editar', como dizem os cientistas) no DNA do inseto, de forma que ele se torne estéril, ou seja, impedido de carregar o agente causador da doença. A segunda torna possível propagar essas alterações em uma população natural, para que todos os insetos de uma mesma espécie passem a carregar a nova característica desejada. Os cientistas discutem agora como usar essas técnicas para beneficiar a saúde humana, sem causar danos ao ecossistema.

Helena Marcolla Araujo

Daniel Bressan de Andrade

Laboratório de Biologia Molecular do Desenvolvimento,

Instituto de Ciências Biomédicas,

Universidade Federal do Rio de Janeiro

EDIÇÃO DE GENOMAS

Arma no controle de insetos transmissores de doenças

Quem assistiu aos filmes *A mosca* ou *O ataque das vespas mutantes* certamente pensa em insetos geneticamente modificados como vilões transgênicos, que trazem resultados desastrosos para os humanos. Porém, mudanças genéticas que permitem o controle de insetos vetores podem nos trazer muitos benefícios. É o caso do mosquito *Aedes aegypti*, que, no Brasil, tem sido o grande responsável por transmitir os vírus da dengue, da febre chikungunya e da zika. Os controles mecânico, químico e biológico vêm sendo usados para eliminar esses mosquitos, e vários laboratórios no Brasil e no mundo vêm testando estratégias genéticas para seu controle. Mosquitos transgênicos que carregam genes para induzir esterilidade já foram liberados na natureza como tentativa de eliminar populações endêmicas, reduzindo em 92% o número desses insetos transmissores. Outra estratégia propõe que se

modifique geneticamente o mosquito para que ele não mais carregue o agente causador da doença. Experimentos desse tipo foram feitos no mosquito *Anopheles*, transmissor da malária, diminuindo a quantidade de parasitos carregados por esse vetor.

A dificuldade no uso de ferramentas genéticas para controlar a transmissão de doenças por insetos tem sido a complexidade e o tempo requerido para gerar os animais transgênicos, assim como a perda progressiva das modificações na população quando os insetos são liberados na natureza. Porém, uma nova metodologia tem potencial para resolver esses problemas: é a Reação Mutagênica em Cadeia ou MCR (do inglês, *Mutagenic Chain Reaction*). Ela foi proposta para controlar insetos vetores em geral, incluindo os mosquitos dos gêneros *Anopheles* e *Aedes*, e barbeiros dos gêneros *Rhodnius* e *Triatoma*, que carregam protozoários causadores da doença de Chagas.

>>>

Essa metodologia depende de um novo sistema, desenvolvido em 2012, para modificar o DNA (onde se localizam os genes) do inseto vetor. A alteração do material genético que caracteriza uma espécie recebe o nome de edição de genomas. Além disso, a MCR inclui uma ferramenta que permite que essa modificação genética seja propagada automaticamente, fazendo com que quase todos os insetos de uma população tornem-se insetos modificados.

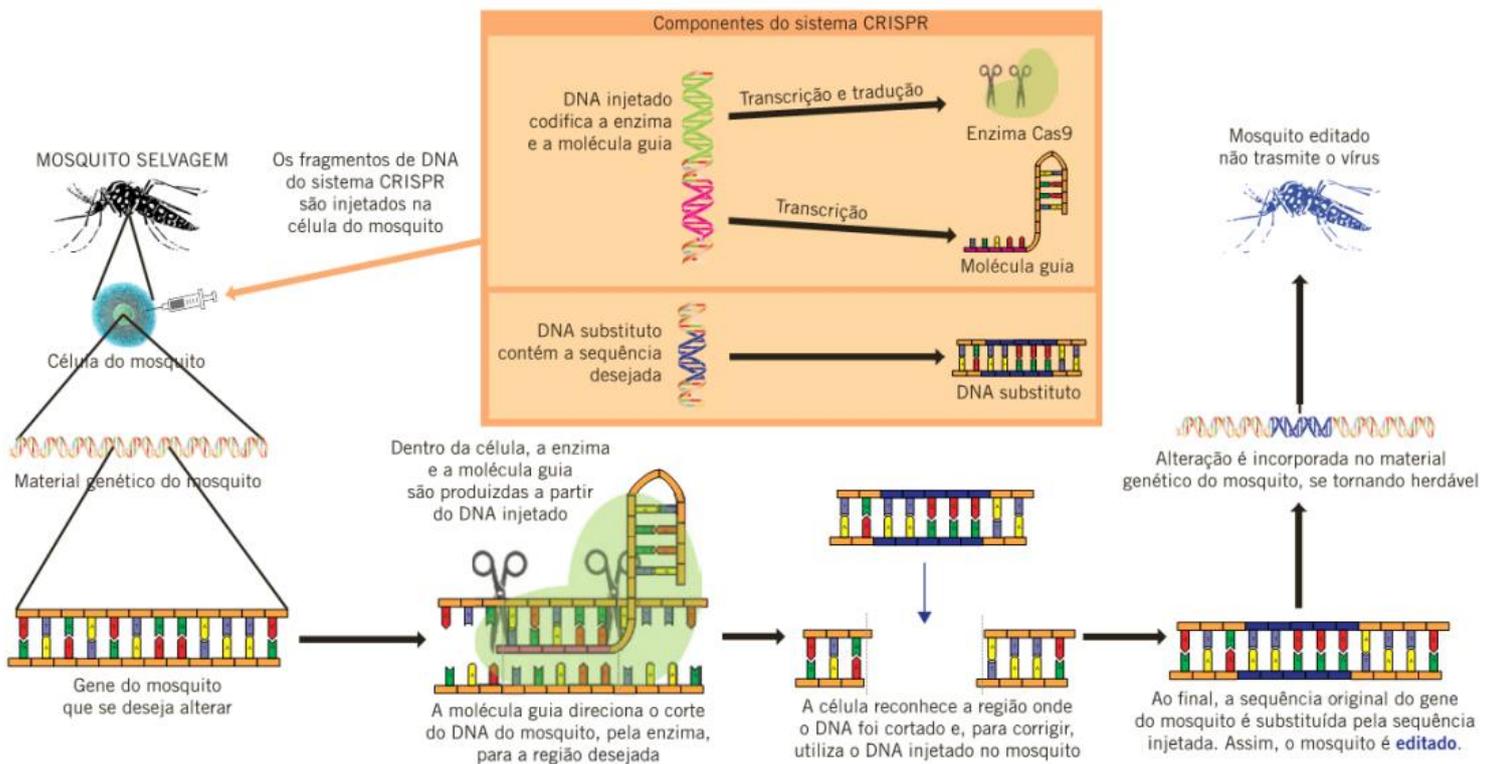
Revolução CRISPR Sem perceber, o homem vem modificando o genoma de plantas e animais durante sua história. Por exemplo, a seleção, ao longo de décadas, de plantas que produzem frutos mais doces perpetua linhagens com modificações no DNA em relação ao genoma precursor. Da mesma forma, poderíamos selecionar insetos incapazes de transmitir infecções indesejáveis. No entanto, a seleção dessas características requer um longo período de tempo para se estabelecer. Dentro do laboratório, cientistas vêm alterando o DNA de modo mais direcionado, modificando genes específicos que controlam características desejadas, como a doçura de um

fruto. Apesar de mais rápidas, essas metodologias são extremamente complexas e limitadas a uns poucos genes.

Assim era até 2012, quando pesquisadores adaptaram um sistema identificado em bactérias para modificar sequências de DNA de forma específica em laboratório, com baixo custo e de maneira altamente eficiente. Hoje, o DNA de qualquer ser vivo pode ser modificado ou, no jargão científico, 'editado', por meio dessa metodologia, chamada CRISPR/Cas9 (ver 'Sistema CRISPR/Cas9'). A partir de uma molécula-guia (RNA-guia) que reconhece a região do DNA que se quer modificar e uma enzima (Cas9) que corta o DNA nesse local, a CRISPR/Cas9 permite que sequências sejam retiradas, trocadas ou incluídas no genoma (figura 1).

A revolução CRISPR, como é muitas vezes chamado o efeito provocado pelo desenvolvimento dessa técnica, gerou furor na comunidade científica. Com ela, é possível editar o genoma de fungos, plantas e animais e, em princípio, até editar o genoma de embriões humanos para corrigir problemas genéticos, possibilidade que foi recentemente demonstrada por pesquisadores chineses. Da-

Figura 1. Na técnica CRISPR/Cas9, uma molécula de RNA-guia reconhece a região do DNA que se quer modificar e uma enzima (Cas9) corta o DNA nesse local, permitindo que sequências sejam retiradas, trocadas ou incluídas no genoma





das a facilidade e a rapidez no uso dessa técnica, um grande número de genomas vem sendo editado em laboratórios de pesquisa ao redor do mundo. No caso de humanos, questões éticas limitam seu uso. No entanto, na China e na Inglaterra, já é permitido editar embriões humanos para pesquisa, desde que estes sejam fruto de fertilização *in vitro* e estejam armazenados há muito tempo, impossibilitando a geração de bebês.

No caso do *Aedes aegypti*, retirando ou substituindo sequências do DNA do inseto, poderíamos torná-lo incapaz de transmitir o vírus da zika e de outras doenças. Ao cruzar com outros insetos na natureza, essa característica seria repassada aos descendentes, tornando grande parte da população de mosquitos 'inofensiva' para nós.

Reação em cadeia Como qualquer estratégia de controle genético, o maior problema do uso de animais com genoma alterado pela técnica CRISPR/Cas9 é que, quando estes são liberados na natureza, suas modificações genéticas se diluem rapidamente e, após algum tempo, desaparecem. Na estratégia de gerar mosquitos modificados que não transmitam o vírus da zika, por exemplo, quando estes cruzassem com animais selvagens, somente uma cópia de DNA editado seria herdada pelos filhos (a outra viria do inseto selvagem). Considerando os princípios da genética mendeliana, 50% desses filhos carregarão a modificação. Entre os netos, apenas 25% dos animais terão o DNA editado que carrega a alteração genética para atacar o vírus da zika. Com o tempo, essa porcentagem torna-se progressivamente menor e, em poucas gerações, o DNA editado desaparece na população e, sem ele, os mosquitos que transmitem a doença voltam a ser predominantes.

Em 2015, os cientistas Ethan Bier e Valentino Gantz, da Universidade da Califórnia em San Diego (EUA), adaptaram o sistema CRISPR para que a sequência do DNA editado presente em uma geração parental de insetos fosse mantida em todos os seus descendentes. Para isso, incluíram, dentro do >>>

SISTEMA CRISPR/CAS9

CRISPR é a sigla em inglês para Repetições Palindrômicas Curtas Agrupadas e Regularmente Interespçadas (*Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*). Trata-se de sequências repetidas identificadas no genoma de bactérias e que guardam, intercaladas nesse DNA repetido, sequências que representam a memória de infecções virais passadas, como uma carteira de vacinação. Ao ser infectada, a bactéria insere pedaços do DNA viral entre o DNA repetido (as repetições palindrômicas curtas) no seu genoma. Na próxima infecção por outro vírus do mesmo tipo, a bactéria usa essas sequências como guia (RNA-guia) para reconhecer o DNA correspondente no vírus, já que a sequência do RNA é complementar à do DNA do vírus. A interação do RNA-guia com o DNA viral favorece a ação da enzima Cas9, que corta o DNA viral de fita dupla, impedindo que ele se replique e combatendo, assim, a infecção.

Em 2012, pesquisadores liderados por Emmanuelle Charpentier e Jennifer Doudna adaptaram CRISPR para uso como ferramenta de edição genômica. Primeiro, mostraram que o sistema bacteriano funciona em eucariotos (seres cujas células têm núcleo envolto por membrana e com organelas) e é versátil: variando a sequência do RNA-guia, é possível direcionar o corte com a enzima Cas9 para qualquer sequência específica de DNA complementar.

Em seguida, usaram o corte feito pela Cas9 como porta de entrada para modificar sequências de DNA. Sabendo que toda célula eucariota busca corrigir lesões em seu DNA para manter sua integridade 'copiando' uma sequência similar, Charpentier e Doudna inseriram em uma célula a enzima Cas9, o RNA-guia e um DNA semelhante às regiões em torno do corte feito pela enzima Cas9, mas com pequenas alterações na sua sequência. Conseguiram, assim, inserir um DNA modificação no local exato do corte feito pela Cas9.

Eles concluíram então que o sistema CRISPR/Cas9 de edição genômica, composto de uma enzima (Cas9), um RNA-guia complementar ao DNA alvo do corte e um fragmento de DNA 'substituto', permite retirar, trocar ou inserir DNA em qualquer região do genoma, de forma precisa e específica. Essa ferramenta pode ser usada em qualquer animal ou planta que tenha tido seu genoma sequenciado.

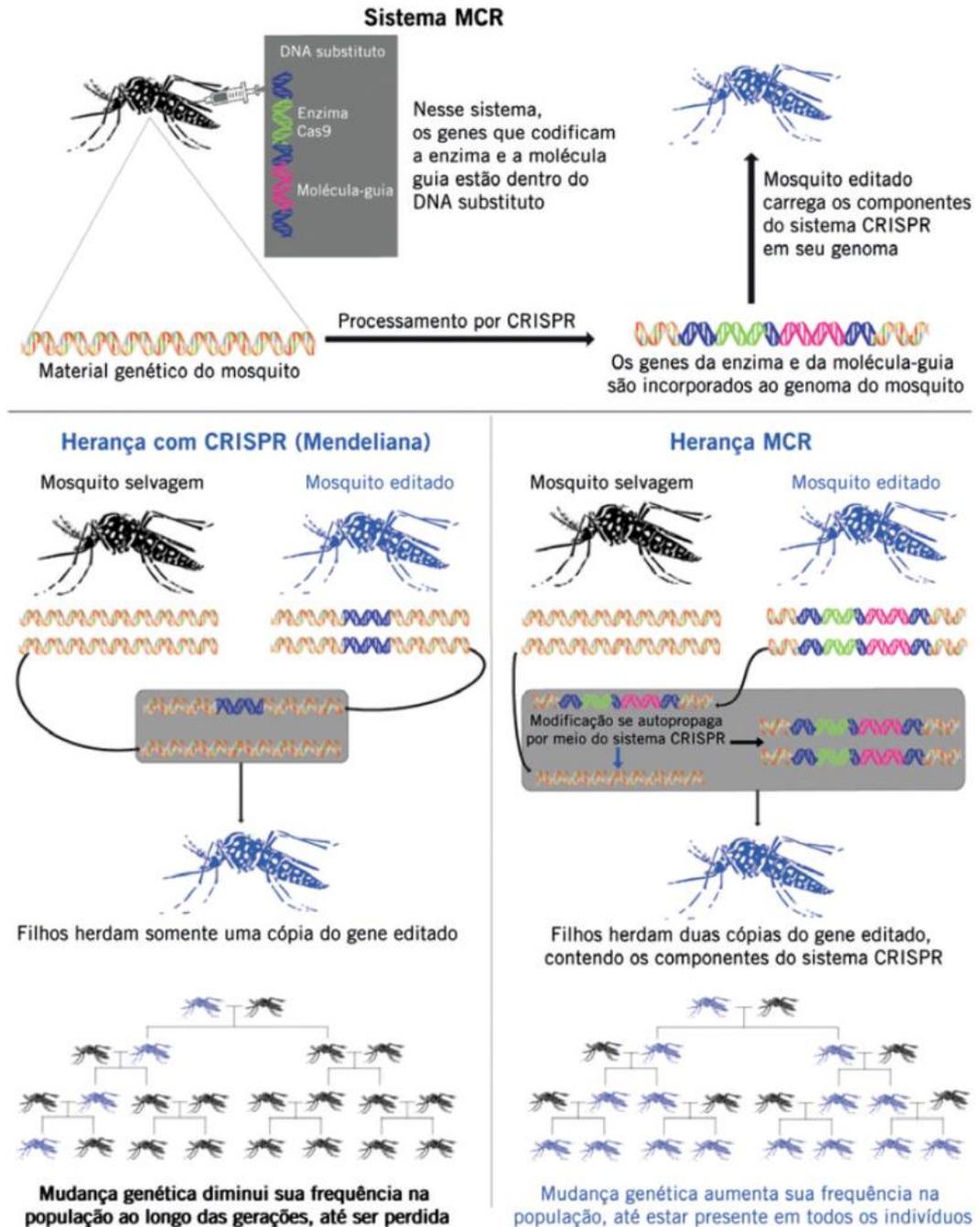


Figura 2. Na técnica MCR (à direita), genes que levam à geração dos componentes do sistema CRISPR/Cas9 (Cas9, RNA-guia e DNA substituto) são incluídos dentro do DNA inserido no genoma a ser modificado, permitindo que a alteração genética seja replicada nas gerações seguintes e a proporção de animais modificados aumente progressivamente até atingir toda a população de mosquitos. Com a técnica CRISPR/Cas9, sem MCR, apenas metade dos descendentes de cada geração carregaria o DNA editado e as modificações genéticas desapareceriam depois de algum tempo da liberação dos mosquitos na natureza

DNA a ser inserido no corte feito pela enzima Cas9, genes que levam à geração dos componentes do sistema CRISPR/Cas9 (Cas9, RNA-guia e DNA substituto). Ou seja, no primeiro animal editado, o RNA-guia, a enzima Cas9 e o DNA 'substituto' são injetados pelos pesquisadores. Depois, esse animal passa a carregar os componentes necessários para a

edição do genoma sem a interferência humana. Dessa forma, a cada geração, o inseto editado replica a modificação originalmente feita pelo homem. Essa metodologia recebeu o nome de Reação Mutagênica em Cadeia (MCR, na sigla em inglês), pois é gerada uma mutação que se propaga, como uma reação em cadeia.



Supondo que o primeiro animal editado seja um macho, os componentes CRISPR carregados no DNA do espermatozoide cortam e modificam o DNA fornecido pela fêmea no processo de fertilização. Portanto, todo cruzamento desse animal editado com animais selvagens gerará descendentes carregando o DNA editado em todas as suas células, inclusive nos gametas (células reprodutivas). Quando cruzarem com animais selvagens, esses descendentes também modificarão o DNA deles, assim como fez seu pai, propagando a alteração dentro da população. Essa modificação continua sendo específica para editar apenas o DNA-alvo. Assim, a proporção de animais editados aumentará progressivamente nas próximas gerações até atingir a totalidade da população (figura 2).

Recentemente, essa estratégia foi usada em laboratório para evitar a propagação da malária pelo mosquito *Anopheles stephensi*. No estudo, mosquitos editados por essa técnica deixavam de carregar o parasita causador da doença. Mais importante: os filhos desses animais, quando cruzados com uma população natural (selvagem) de insetos, conferiam a mesma característica aos seus descendentes por várias gerações. Portanto, as metodologias CRISPR e MCR mostraram-se ferramentas simples e rápidas para combater doenças transmitidas por insetos.

Uso cauteloso O sistema CRISPR de edição de genomas já é uma realidade nos laboratórios de pesquisa ao redor do mundo. A tecnologia é de domínio público; logo, qualquer laboratório que faça biologia molecular de rotina e tenha licença para uso de animais ou plantas modificadas pode empregá-la. Além disso, empresas que fazem ferramentas CRISPR por encomenda se multiplicam a cada dia, permitindo ao pesquisador criar animais e plantas editadas em poucas semanas. A metodologia já possibilitou, por exemplo, aumentar o tempo que o cogumelo leva para escurecer (o que amplia o período apropriado para seu consumo) e produzir variedades de arroz e tomate mais resistentes a variações

climáticas ou pragas. Neste ano, a técnica foi aplicada em embriões humanos inviáveis para corrigir doenças genéticas, mas o teste teve baixa eficiência.

Já o sistema MCR, por ter o potencial de modificar todos os animais de determinada espécie em um ecossistema independentemente do controle humano, exige que se discutam suas implicações ecológicas antes de seu uso efetivo. É preciso avaliar com cuidado o impacto da liberação de animais modificados na natureza, para ter certeza de que alterações genéticas indesejadas não sejam também propagadas e que haja estratégias de controle caso isso ocorra.

A comunidade científica, os membros do sistema brasileiro de saúde e a sociedade brasileira em geral devem participar dos debates éticos sobre essas técnicas de edição de genomas, reconhecendo seus benefícios e apontando as medidas de biossegurança para permitir seu uso controlado. Em todos os países, leis e procedimentos devem ser formulados para regular o emprego desses métodos extremamente promissores no controle de epidemias como as de dengue e zika. 

Sugestões para leitura

SILVEIRA, E. A transformação dos insetos. *Pesquisa Fapesp*, setembro de 2012, n. 199. Disponível em: revistapesquisa.fapesp.br/2012/09/14/a-transformacao-dos-insetos/

HALL, S. Editando o cogumelo. *Scientific American Brasil*, abril de 2016, n. 167, pp. 68.

HEBMÜLLER, P. Pesquisadores discutem ganhos e riscos da alteração do DNA humano. *Jornal da USP*, 24 de abril de 2015. Disponível em: <http://www5.usp.br/90912/pesquisadores-discutem-ganhos-e-riscos-da-alteracao-do-dna-humano/>.

GANTZ, V.M. e BIER, E. The mutagenic chain reaction: a method for converting heterozygous to homozygous mutations. *Science*, n. 348, pp. 442-444, 2015.

NA INTERNET

Página do Laboratório de Biologia Molecular do Desenvolvimento: www.lbmd.com.br

Poucas espécies retratam tão bem a diversidade, a complexidade e a originalidade da flora tropical quanto a barriguda-lisa, árvore nativa de várias partes do Brasil e do leste do Peru e da Bolívia. Os exemplares adultos dessa espécie impressionam à primeira vista. É uma das árvores mais altas na região central do país – podendo atingir 30 metros de altura – e a que apresenta tronco de maior diâmetro. À barriguda-lisa também estão relacionados fatos fora do comum.



A FASCINANTE BARRIGUDA-LISA



Ao lado, homens tentando abraçar o tronco da barriguda-lisa. Na página anterior, barriguda-lisa adulta em área desmatada

Benedito Alísio da Silva Pereira
Instituto Federal do Triângulo Mineiro (pesquisador-voluntário), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (pesquisador-aposentado)
Nikolaus von Behr
Ambientalista e viveirista

barriguda-lisa (*Cavanillesia umbellata*) pertence à mesma família das paineiras, da samáuma, dos baobás e das barrigudas-de-espinho. Seu nome, aliás, é uma referência ao tronco das árvores adultas dessa espécie, que é bojudo e sem espinhos. Em algumas localidades do Brasil, a barriguda-lisa é mais conhecida pelo nome indígena embaré (ou imbaré), cujo significado em português é barriguda. No Peru e na Bolívia, seus nomes populares são pucalupuna (ou puca lupuna), lupuna colorada e ceiba colorada, todos em alusão ao seu porte avantajado e à cor avermelhada predominante no interior de sua casca (ver 'Origem do nome científico').

Embora tenha sido relatada pela primeira vez como originária do Peru, é no Brasil que a barriguda-lisa apresenta maior dispersão. Ocorre nas bacias do rio São Francisco – do noroeste e norte de Minas Gerais ao centro-oeste da Bahia – e do rio Tocantins – do nordeste de Goiás ao sudeste de Tocantins. Na *Lista de Espécies da Flora do Brasil* de 2015, ela é citada também para os estados do Piauí e do Espírito Santo, o que a coloca presente em diferentes biomas.

FOTOS: B.A.S. PEREIRA

>>>

Ao lado, inflorescência da barriguda-lisa, com flores abertas e botões, e, à direita, seus frutos

Na região central do Brasil, essa árvore ocorre em áreas que têm entre 420 e 780 metros de altitude, temperatura média anual que varia de 25°C a 27°C e chuvas concentradas no verão, cujo volume pluviométrico vai de 800 a 1.450 mm por ano. A vegetação predominante é a floresta estacional caducifolia, também chamada mata seca por ficar destituída de folhagem no período sem chuvas.

Os habitats da barriguda-lisa nessas áreas são os locais que têm rocha calcária na superfície ou sob uma camada de solo de poucas dezenas de centímetros de espessura. Esses terrenos são ricos em cálcio e outros nutrientes essenciais às plantas, mas, por suas características físicas e pela sazonalidade das chuvas, sofrem acentuados déficits de umidade todos os anos, o que os tornam habitáveis apenas por plantas tolerantes à seca.

Em detalhe Além de ser uma das árvores mais altas na região central do país – alguns exemplares atingem 30 metros de altura –, a barriguda-lisa é a que apresenta tronco de maior diâmetro. No município de São Félix do Coribe, na Bahia, existe um exemplar cujo tronco é tão grosso que são necessários cinco homens de braços estendidos para abarcá-lo na parte que não é exatamente a de maior circunferência.

Boa parte do diâmetro do tronco da barriguda-lisa se deve à espessura da sua casca: nos exemplares adultos chega a ser superior a 20 centímetros. Pelo que até agora se sabe, nenhuma outra árvore brasileira tem casca com essa largura.

A superfície da casca externa, morta, do tronco da barriguda-lisa varia de cinzenta a pardacenta e de lisa e franzida horizontalmente a áspera e fendida verticalmente, enquanto o interior é avermelhado e macio

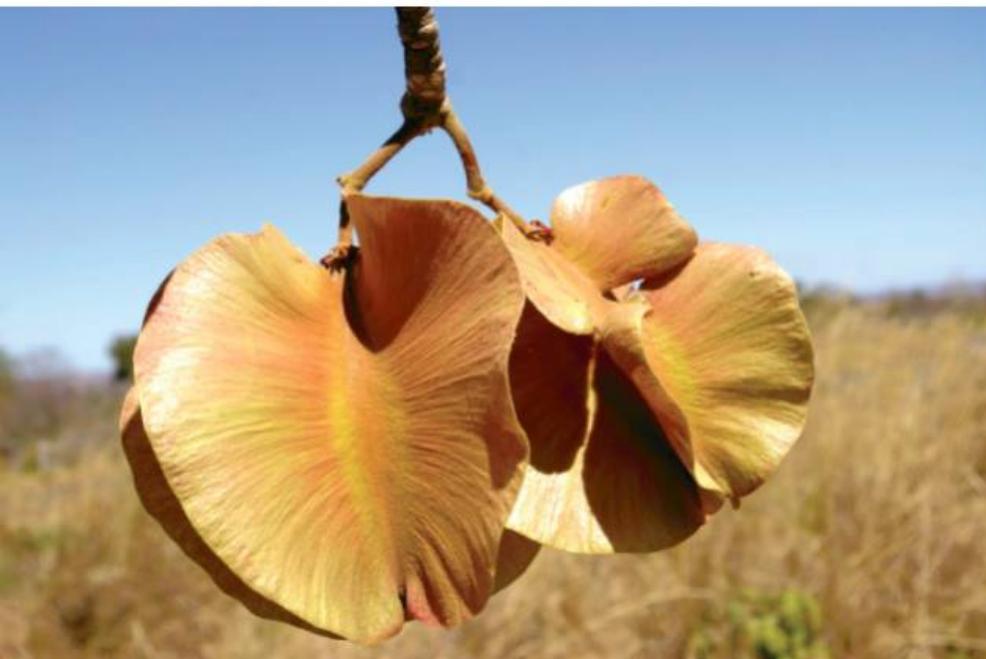


ao tato. A casca interna, viva, é formada por feixes de tecidos avermelhados intercalados com feixes esbranquiçados e contém em torno de 80% de água, como os caules dos cactos.

O tronco – parte de onde se extrai a madeira –, os galhos e as raízes da barriguda-lisa têm teores de água similares ao da casca. Por acumular extraordinárias quantidades de água nos seus órgãos e viver em habitats áridos, a barriguda-lisa, durante a estação seca, é comparável a uma ‘caixa d’água no deserto’. Em contraste, a maioria das espécies de árvores que com ela coabitam – como a aroeira, a braúna e o pau-ferro – apresenta pouca água nos tecidos, fato que até hoje intriga os cientistas.

A copa da barriguda-lisa é constituída por galhos grossos e ramos finos, que se direcionam para todos os lados. Os galhos se concentram no topo do tronco, raramente surgem em posição lateral. As folhas são simples, medem em torno de 16 cm de comprimento por 12 cm de largura, surgem em outubro e caem em junho, deixando a copa desnuda durante o resto da estação seca. As flores surgem entre julho e setembro em inflorescências grandes e vistosas. São rosadas, pilosas, hermafroditas e perfumadas. Medem de 2,5 a 3 cm de comprimento e abrem-se à noite, quando atraem mariposas e morcegos; durante o dia são frequentadas por beija-flores e insetos.

Os frutos são secos, medem de 12 a 15 cm de lar-



ORIGEM DO NOME CIENTÍFICO

A descrição botânica da barriguda-lisa foi feita pelos naturalistas espanhóis Hipólito Ruiz López e José Antonio Pavón, em 1794, a partir de amostras coletadas no Peru. O nome genérico *Cavanillesia* é uma homenagem ao botânico espanhol Antonio José Cavanilles (1745-1804) e o epíteto *umbellata* é uma alusão ao formato das inflorescências da espécie, que lembra um guarda-chuva.

gura por 13 a 17 cm de comprimento, tem cinco alas membranáceas largas, amadurecem de setembro a outubro e são dispersos pelo vento. A semente é alongada, esbranquiçada, mole e mede de 6 a 8 cm de comprimento.

O lenho da barriguda-lisa é muito leve – pesa de 0,1 a 0,2 g/cm³ –, macio e fácil de moldar, razão pela qual é usado para confeccionar comedouros temporários para gado, recipientes para armazenar garapa e melação, gamelas, canoas, brinquedos, afiadores de navalha e esculturas. As carrancas que os barqueiros do rio São Francisco costumam colocar na proa de suas embarcações, e que são encontradas também em lojas de artesanato, antigamente eram feitas somente com esse lenho.

As flores e as sementes da barriguda-lisa têm grande importância ecológica, servindo, respectivamente, como fonte de néctar e pólen para os seus visitantes e como alimento para psitacídeos (periquitos, papagaios, araras etc.) e roedores. As plântulas, que são os embriões vegetais logo após a germinação, entram na dieta de herbívoros terrestres.

Fora do comum Quando uma barriguda-lisa, viva ou morta, apresenta ocos no alto do tronco, o que não é raro, os psitacídeos os utilizam para morar e procriar. As fendas dos troncos de casca áspera servem de berço e albergue para uma variedade de pequenos inver-

tebrados, muitos dos quais considerados endêmicos desses micro-habitats e desconhecidos da ciência.

A barriguda-lisa ocupa uma posição importante na cultura e no imaginário dos povos indígenas de suas áreas de ocorrência no Peru e na Bolívia. Para esses povos, a árvore tem um espírito que protege as florestas contra pessoas que as adentram com más intenções. Consideram, também, que ela concentra a energia e a sabedoria que os chefes tribais precisam para manter a estabilidade espiritual e social de suas comunidades. Certas tribos usam a sua casca como aditivo em algumas versões da *ayahuasca*, uma bebida alucinógena consumida em rituais e na medicina indígena.

É bastante provável que a barriguda-lisa tenha tido significados especiais também para os índios que habitaram as áreas onde ela ocorre na parte central do Brasil. Essa suposição, porém, nunca poderá ser comprovada, porque esses povos foram exterminados antes que qualquer registro sobre suas crenças, tradições e lendas fosse feito. Hoje somente é possível relatar que os moradores das comunidades rurais mais antigas dessa região costumam afirmar que muitas pessoas evitam andar à noite por caminhos margeados por barrigudas lisas, por terem medo de um ser misterioso que se esconde atrás delas e se põe a assoviar insistentemente, como que tentando forçar o transeunte a parar na escuridão.

>>>



Plântula da barriguda-lisa
cerca de 20 dias após a germinação

Ameaças e alternativas Por muito tempo, as intervenções do homem nas matas secas das áreas de ocorrência da barriguda-lisa no Brasil Central foram pontuais, mas a partir da década de 1960, com a expansão das atividades econômicas, elas se alastraram e se intensificaram. Em consequência, uma considerável quantidade de espécies de animais e vegetais logo entrou em risco de extinção, e entre elas estava a barriguda-lisa, que em 1994 foi incluída na *Lista das Espécies da Fauna e Flora Ameaçadas de Extinção em Minas Gerais*. Algumas unidades de conservação foram criadas para preservar os remanescentes de matas secas nesse estado, mas mesmo assim a situação da barriguda-lisa continua dramática, embora não tanto quanto nos outros três estados, onde seu destino continua nas mãos de fazendeiros e mineradoras de calcário.

Algumas medidas complementares foram propostas para aumentar as chances de perpetuação da barriguda-lisa. Uma delas preconiza seu emprego no paisagismo de cidades, fazendas e locais de visitação e recreação, devido aos atrativos que as árvores adultas oferecem ao homem e à fauna.

Alguns experimentos concluíram que as sementes da barriguda-lisa germinam bem e as plântulas e os indivíduos juvenis crescem rápido. Os indivíduos provenientes do primeiro experimento foram plantados

em Brasília, em solo de cerrado enriquecido com calcário – alguns cresceram depressa e reproduziram quando completaram 10 anos de idade.

Não se sabe quantos anos pode viver uma barriguda-lisa. Tecnicamente é impossível fazer qualquer estimativa a esse respeito, porque não há anéis de crescimento no lenho do seu tronco, com os quais é possível medir o tempo de vida de uma árvore. No entanto, moradores com mais de 80 anos de idade disseram que quando eram pequenos

ouviam seus avós falarem que, desde que começaram a ter noção das coisas, os gigantescos exemplares existentes nos arredores das suas casas já tinham o tamanho que têm hoje.

A barriguda-lisa se comporta de um modo peculiar quando morre. Enquanto as árvores das espécies de madeira dura que com ela compartilham espaço tombam e levam muitos anos para se decompor por completo, ela permanece em pé, vai se desintegrando aos poucos a partir dos galhos e formando um monte de fragmentos, que são rapidamente decompostos por fungos e cupins, até não restar o mais leve vestígio do antigo, imponente e venerável gigante. CH

Sugestões para leitura

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 2ª ed. Nova Odessa-SP: Editora Plantarum, 1998.

OLIVEIRA, J. S.; NUNES, H. B.; SOUSA, A. X. Avaliação da taxa de germinação e do desenvolvimento de Barriguda (*Cavanillesia arborea*) com uso de substratos alternativos. *Revista de biologia e ciências da terra*, Barreiras-BA, v. 11, n. 1, 2011.

BURACOS CINZAS

SEGUNDO A RELATIVIDADE GERAL – a teoria da gravitação enunciada em 1915 pelo físico de origem alemã Albert Einstein (1879–1955) –, matéria e energia distorcem o espaço-tempo (um indissociável das três dimensões espaciais com o tempo). Buracos negros seriam regiões onde essa distorção chegaria ao limite de impedir que qualquer coisa – incluindo a luz – pudesse escapar de seu interior.

Mas, em 1974, o físico britânico Stephen Hawking mostrou que buracos negros não seriam tão negros assim. Segundo a teoria quântica – que descreve os fenômenos atômicos e subatômicos –, mesmo o vácuo mais perfeito nunca está livre de uma profusão de partículas ‘virtuais’ que aparecem e desaparecem aos pares, tão rapidamente que não podem ser detectadas.

Hawking percebeu que, por vezes, as partículas virtuais de um par poderiam se materializar, uma dentro e a outra fora do buraco negro – esta última podendo escapar para longe desse corpo celeste. Nesse caso, a partícula materializada no exterior do buraco negro carregaria energia positiva (+E), enquanto a do interior teria energia negativa (-E), o que drenaria energia do buraco, fazendo-o evaporar.

Assim, um observador distante veria radiação vindo da direção do buraco. E mais: essa radiação seria térmica, como aquela emitida por um corpo aquecido (carvão em brasa, por exemplo). Portanto, buracos negros, em vez de objetos completamente escuros, pareceriam ter a tonalidade cinza, por assim dizer.

Infelizmente, é virtualmente impossível medir a chamada radiação Hawking na prática. Sua temperatura para um buraco com a massa do Sol seria de apenas uns bilionésimos acima do zero absoluto (273,25 graus celsius negativos).

Contudo, um fenômeno análogo à radiação Hawking teria – esse, sim! – chance de ser observado em laboratório. Para tanto, precisaríamos de buracos sônicos no lugar de buracos negros.

Explicando: um buraco sônico é uma região de onde o som não pode escapar. Imagine uma cuba cheia de água escoando pelo ralo. À medida que nos aproximamos do ralo, a velocidade do fluxo aumenta. O que aconteceria se a velocidade do fluxo aumen-

tasse a ponto de se tornar maior que a velocidade do som na água (cerca de 1,5 mil m/s)?

A resposta é que, a partir desse ponto, todo ruído – que, claro, se propaga à velocidade do som – seria inevitavelmente tragado pelo ralo, assim como um nadador é tragado por um redemoinho quando se aproxima demais de seu centro.

O que o físico canadense William Unruh mostrou, em 1981, é que um observador distante veria ‘pacotes’ de som vindos da direção do buraco sônico, em analogia às partículas da radiação Hawking vindas da direção dos buracos negros.

Desde então, muitos tentaram observar esse efeito, sem sucesso. No último mês de agosto, contudo, o israelense Jeff Steinhauer, do Instituto de Tecnologia de Israel, afirmou ter conseguido. No lugar de água, ele usou átomos de rubídio resfriados até quase o zero absoluto, dando origem a um estado da matéria conhecido como condensado de Bose-Einstein, no qual um aglomerado de matéria se comporta como um único ‘mega-átomo’.

Em um condensado de Bose-Einstein – o nome é referência a Einstein e ao físico indiano Satyendra Bose (1894–1974) – obtido com átomos de rubídio, a velocidade do som é de apenas 0,5 mm/s. Então, para criar o buraco sônico, bastou a Steinhauer gerar um fluxo no condensado com velocidade de 1 mm/s.

Fotos do condensado indicam que perturbações na densidade dos átomos de rubídio dentro e fora do buraco sônico estão relacionadas. Essas perturbações seriam os ‘pacotes’ de som já materializados, e os pacotes externos comporiam a radiação térmica que se propaga para longe, assim como predito por Unruh.

O resultado ainda precisa ser reproduzido por outros grupos. Mas é bom que se enfatize: mesmo que o experimento de Steinhauer seja confirmado, ele não prova que buracos negros emitem radiação Hawking. Afinal, buracos sônicos não são negros. 



FOTO: CIÊNCIA INDICIAIS

Mesmo o vácuo mais perfeito nunca está livre de uma profusão de partículas ‘virtuais’

GEORGE MATSAS | Instituto de Física Teórica | Universidade Estadual Paulista

Caçadores de fungos

PESQUISADORES IDENTIFICAM 10 NOVAS ESPÉCIES NO PAÍS SÓ NESTE ANO

Apenas 100 mil espécies de fungos foram descritas até hoje entre os cerca de 5 milhões que se estima existam no planeta. A ‘caça’ dos especialistas em micologia – área que estuda esses seres vivos – não se limita à procura por eles na natureza; inclui a pesquisa em laboratório para confirmar se os exemplares coletados em campo pertencem a uma nova espécie. Seguindo esse protocolo, após anos reunindo e estudando espécimes em diferentes locais do país, pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) descreveram 10 novas espécies de fungos só neste ano. Parte dos resultados foi publicada na revista *Phytotaxa*.

Todas as espécies descobertas são macrofungos, que se caracterizam por suas estruturas reprodutoras – como cogumelos e orelhas-de-pau – visíveis a olho nu. “Uma delas, a *Marasmius magnus*, foi encontrada por Altieyls Magnaco e Jadson S. de Oliveira em lagoas de Florianópolis (SC) e no morro Santana, em Porto Alegre (RS)”, conta a bióloga Maria Alice Neves, do Laboratório de Micologia (Micolab) da UFSC e coordenadora

das pesquisas. “A *Gloeocantharellus aculeatus* foi achada por Fernanda Linhares, Pablo Daniëls e por mim tanto na capital catarinense quanto na Reserva Biológica Augusto Ruschi, no Espírito Santo. Já as espécies *Clavaria diverticulata*, *Clavulinopsis dimorphica* e *Clavulinopsis imperata* foram coletadas por mim e por Ariadne Nôbrega Furtado em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul em áreas de floresta atlântica”, esclarece Neves.

Segundo a bióloga, embora não se saiba hoje se as novas espécies terão aplicações no futuro, é preciso lembrar que os fungos são extremamente benéficos para nós e para o ambiente, ao garantir a coesão da matéria orgânica que dá estabilidade aos solos e interagir com as raízes de plantas para melhorar o crescimento das florestas.

“Além disso, os fungos são essenciais porque estão entre os principais decompositores de matéria orgânica, disponibilizando os nutrientes resultantes desse processo a outros seres vivos”, acrescenta Neves, destacando o papel ecológico desses organismos. “O fato de estarmos indo a campo e descobrindo espécies novas significa que, em muitas paisagens naturais que vêm sendo transformadas em áreas construídas, há uma rica diversidade ainda desconhecida e que pode estar sendo perdida.”



Clavaria diverticulata (A), *Clavulinopsis dimorphica* (B), *Clavulinopsis imperata* (C), *Marasmius magnus* (D), *Gloeocantharellus aculeatus* (E)

Pisando em... copos

PLÁSTICOS E OUTROS MATERIAIS DESCARTADOS SÃO TRANSFORMADOS EM LAJOTAS PARA USO EM RESIDÊNCIAS POPULARES

Mais uma vez, vem do lixo a produção de objetos que ajudam a melhorar a vida de moradores de comunidades carentes. Ao juntar copos de café descartados e cascas de coco de babaçu, pesquisadores da Universidade Federal do Pará (UFPA) transformaram esses rejeitos em lajotas tão resistentes e belas quanto as disponíveis no mercado, de modo a forrar o chão de residências populares. O produto, batizado de 'ecopiso' e com patente já registrada, será fabricado e aplicado agora por pescadores de Colares, município do nordeste paraense.

Buscando uma alternativa barata para cobrir o chão batido de casas de mulheres que trabalham como abridoras de coco de babaçu, no Maranhão, a engenheira mecânica Poliana Borges Bringel examinou o lixo dessa comunidade, durante sua pesquisa de mestrado na UFPA, em 2007. Depois de analisar os rejeitos, ela concluiu que as cascas do coco associadas a copos de café descartáveis formavam uma mistura muito

consistente e ideal para a fabricação de pisos: o plástico (poliestireno) e a fibra do babaçu juntos conferem dureza e resistência às lajotas comparáveis às encontradas no mercado, mas a um custo de produção muito inferior. Além disso, o ecopiso é menos pesado e confere maior conforto térmico.

Assim surgiu o ecopiso, com dimensões, cor e acabamento semelhantes aos das cerâmicas convencionais. As peças do piso 'ecológico' também têm uma face enrugada, para facilitar à aderência ao chão, e outra lisa, que recebe o tratamento estético. A marca já se encontra registrada no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (Inpi).

A engenheira química Carmen G. Barroso Tavares Dias, orientadora de Bringel e coordenadora do Laboratório de Ecocompósitos da UFPA, vem trabalhando para expandir os benefícios do ecopiso para outras comunidades. "Escolhemos famílias de pescadores em Colares, com condições habitacionais e de saneamento similares às da comunidade-piloto do Maranhão", informa Dias, lembrando que ca-

sas de chão batido deixam seus moradores mais suscetíveis a doenças, e a aplicação do ecopiso ajudaria a melhorar essa situação.

O objetivo, segundo a pesquisadora da UFPA, é envolver os pescadores em uma atividade sustentável e capaz de gerar renda extra, participando de todo o processo de produção. O projeto já começou. "Os moradores coletaram muitos copinhos de café; em seguida, os lavaram com água sanitária e, depois, os trituraram manualmente", conta. "Orientados por nossa equipe, eles também coletaram serragem de madeira de lei de uma serraria próxima da comunidade, de modo a usá-la como matéria-prima na produção do ecopiso", acrescenta Tavares Dias.

Agora, o material deve ser beneficiado a determinada pressão e temperatura. Seguindo as instruções dos pesquisadores, os pescadores poderão dar acabamento às placas usando uma prensa hidráulica. Depois de pronto, o ecopiso poderá ser usado nas residências e até comercializado para outros moradores da região.



Resultado de uma mistura compacta de copos de café e fibra de babaçu, ou serragem, o ecopiso está sendo feito por pescadores de Colares (PA). No detalhe, após coletarem os copos de café, os moradores lavam os plásticos com água sanitária e, depois, os trituraram manualmente

FOTOS: A. EDUARDO/REUTERS

Destinos cruzados

Quando a preservação de uma árvore e a continuidade de uma civilização estão interligados

No artigo 'A fascinante barriguda-lisa' desta edição, somos apresentados a essa árvore tão interessante, com os mais diferenciados papéis ecológicos e seus mais diversos usos. Os autores descrevem não apenas a fisiologia da árvore, mas destacam suas utilidades, que vão desde recipientes para depositar melão até matéria-prima para diferentes artesanatos. Empregos tão distintos garantiram a essa árvore um lugar na cultura dos povos da América Latina; entretanto, levaram também a sua utilização desenfreada, que, juntamente com o avanço urbano sobre áreas de floresta, colocaram a espécie na lista das ameaçadas de extinção.

Infelizmente, a ameaça a espécies de grande importância é mais comum do que imaginamos, e o caso da barriguda-lisa lembra muito o de outra árvore, cujo desaparecimento está intimamente ligado ao declínio de toda uma civilização.

A Ilha de Páscoa (Chile) foi descoberta em 1722 pelo explorador holandês Jacob Roggeveen (1659-1729). Em seu diário de viagem, ele destaca a presença dos moais (as gigantescas estátuas de pedra que caracterizam a ilha) e relata que recebeu alguns itens, como bananas e folhas de palmeira, dos nativos, os rapanuis.

De início, a ilha não despertou grande interesse da Europa. O iso-

lamento territorial fez com que ela permanecesse inexplorada por mais 50 anos até que uma missão espanhola, comandada por Felipe Gonzales de Ahedo, em 1770, e a expedição de James Cook, em 1774, alcançaram o território.

Na ocasião, Gonzales de Ahedo escreveu: "Nenhuma árvore é capaz de produzir uma tábua de 15 centímetros". Nos diários da viagem de Cook, ele ressalta a escassez de alimentos em que vive a população, chegando a dizer que nenhuma nação iria reclamar a posse da Ilha de Páscoa, tal a penúria de recursos que ela oferecia. De acordo com Cook, os nativos (que ele calculou entre 600 e 700 pessoas) mal produziam para a própria subsistência. Em relação à vegetação, disse que "não havia uma única árvore na ilha com mais de 3 metros de altura".

Assim, enquanto Roggeveen fala, em 1722, de nativos trazendo folhas de palmeira, os visitantes que chegaram à ilha nos anos 1770 notam a falta de árvores de grande porte. Em apenas 50 anos, elas haviam sumido da ilha!

AS ÁRVORES DA ILHA? O que aconteceu com as árvores da Ilha de Páscoa? A pergunta guarda relação com o destino de seus próprios habitantes. Aparentemente, a civilização Rapanui já estava em declínio quando Roggeveen chegou. Ele estima

em seu diário que havia cerca de 3 mil pessoas habitando o local em 1722, mas registros arqueológicos indicam que a população havia chegado a cerca de 12 mil pessoas algumas décadas antes. O diário do Capitão Cook fala em aproximadamente 700 nativos em 1774, ou seja, é provável que a população da ilha tenha se reduzido drasticamente no período de um século.

Curiosamente, a ilha já foi tomada inteiramente por uma floresta. Análises de pólen fossilizado em escavações arqueológicas mostram que, até o ano 1000 d.C., ela era coberta por uma densa vegetação. A degradação teria começado com a chegada dos primeiros habitantes, vindos da Polinésia, por volta do ano 1200 d.C.

A chegada de humanos em um ambiente completamente selvagem traz consequências para o ecossistema. Casas, barcos de pesca e todo tipo de utensílio têm que ser construídos. Além disso, havia a necessidade de se abrir espaço na floresta original para o cultivo de plantas e a criação de animais que os polinésios levavam consigo e que serviriam de fonte de alimento onde chegassem. O próprio Capitão Cook identifica o plantio de batata, banana e cana-de-açúcar na ilha, além da presença de ratos. Sobre estes, Cook escreve que eram parte da dieta dos nativos.

A árvore que dominava a paisa-

gem da ilha antes da chegada dos humanos era uma espécie de palmeira, que recebeu o nome de *Paschalococos dispersa*. Uma árvore que, na realidade, nós nunca vimos, uma vez que sua existência só foi observada em registros fossilizados, mas que, provavelmente, era parente próxima da *Jubaea chilensis* (palmeira-do-chile).

Acredita-se que sementes de *Jubaea chilensis* teriam chegado até a Ilha de Páscoa por dispersão transoceânica, boiando através do oceano pacífico. Ali encontraram um ambiente favorável e lentamente dominaram a paisagem. O isolamento da ilha favoreceu a especiação (processo evolutivo de transformação gradual de uma espécie em outra), resultando na *Paschalococos dispersa*.

Para entender o que aconteceu com as árvores da Ilha de Páscoa temos que olhar para sua ancestral mais próxima: a *Jubaea chilensis*. A palmeira-do-chile, ou palma-chilena, é uma árvore muito imponente, podendo chegar a 30 m de altura. Demora muito para se desenvolver e só começa a dar frutos a partir dos 20 anos de idade. Ela produz uma seiva muito açucarada, frequentemente coletada para fazer rapadura ou uma bebida fermentada chamada 'vinho de palmeira'.

Acontece que a retirada da seiva exige que a árvore seja completamente cortada, e talvez essa característica tenha levado a palmeira da Ilha de Páscoa à extinção. Uma população com poucos recursos naturais não poderia desperdiçar essa fonte de açúcar e álcool, e pode ter cortado as árvores de forma descontrolada para a obtenção desses produtos. Além disso, a simples necessidade de madeira para construções

de casas e barcos pode ter favorecido a extinção da árvore. Se contarmos com o número de 12 mil habitantes, conforme indica o registro arqueológico, é possível imaginar que o crescimento demográfico tenha levado à utilização da madeira da palmeira além de seus limites.

NOVA HIPÓTESE PARA A EXTINÇÃO No artigo sobre a barriguda-lisa desta edição, os autores descrevem um importante papel ecológico para a árvore, já que suas sementes servem de alimento a roedores. Essa mesma característica também é observada nas sementes da palmeira-do-chile, sugerindo uma terceira hipótese para explicar a extinção das árvores da ilha:

Para entender o que aconteceu com as árvores da Ilha de Páscoa (no detalhe) temos que olhar para sua ancestral mais próxima: a palmeira-do-chile



ela pode ter sido causada não pela ação humana, mas sim por ratos (*Rattus exulans*), trazidos como fonte de alimento pelos primeiros habitantes.

Esses ratos eram companheiros frequentes nos barcos dos povos da Oceania e chegaram junto com os humanos às ilhas do Pacífico. É possível que eles tenham encontrado na Ilha de Páscoa um ambiente muito propício à sua proliferação, já que havia abundância de alimento na forma de sementes de palmeira. Como a palmeira chilena – e, portanto, também a *Paschalococos dispersa* – apresenta um desenvolvi-

mento lento, somente gerando sementes após 20 anos, os ratos poderiam consumi-las em uma taxa descontrolada, levando as palmeiras à extinção.

O artigo sobre a barriguda-lisa, árvore com utilizações tão diversas, mas mesmo assim tão ameaçada, nos leva a pensar sobre o destino das árvores da Ilha de Páscoa e da própria civilização Rapanui. A extração desenfreada associada à ação de predadores (levados até lá pelos próprios polinésios) teria resultado na extinção da palmeira, com prejuízos dramáticos para os habitantes da ilha. Uma história que deve servir de exemplo para que consigamos preservar árvores tão importantes como a barriguda-lisa.

LUIZ MORS CABRAL

Instituto de Biologia,
Universidade Federal Fluminense

O abastardamento da língua portuguesa?

MARIA HELENA MIRA MATEUS

Faculdade de Letras,
Universidade de Lisboa

O acordo ortográfico celebrado entre Portugal e Brasil em 1986 levantou acesa polêmica na época, e continua a despertar, em Portugal, posições dramáticas contrárias e debates inflamados. Essas posições não seriam de surpreender, se os que pretendem que se anule o acordo não o apresentassem como uma questão maior, que afeta a conduta dos portugueses ou os princípios de seu funcionamento social. No entanto, com surpresa se verifica que comentaristas portugueses como José Pacheco Pereira emitem opiniões sobre o acordo ortográfico que, no mínimo, merecem ser contraditadas por quem trabalha na área.

Pacheco Pereira, também historiador, professor universitário e político, disse, usando sua reconhecida autoridade, que o “novo” acordo ortográfico provoca um “abastardamento da língua portuguesa”. A primeira observação a fazer diz respeito à expressão usada: “abastardamento da língua”. O que ela significa? O dicionário informa-nos que ‘abastardamento’ trata de “degeneração ou perda da genuinidade”. Considera então o comentarista que a variação da língua no decorrer dos séculos, ou melhor, a sua evolução, é uma degeneração? Em relação a quê? Ao latim vulgar, ao português dos séculos 15 ou 18?

Ninguém de boa-fé poderia afirmar que deveríamos voltar à forma de falar de 500 anos atrás, ou mesmo do século 19. Será que algumas das posições contrárias à mudança se conformam com a imagem nostálgica de um passado que Pacheco Pereira julga “abastardado”? Mas, ain-

da que o amor à língua antiga pudesse impulsionar desejos de retrocesso do português, pode-se colocar isso como um dos grandes problemas que atingem Portugal hoje? Se essa pergunta fosse apresentada a Pacheco Pereira, estou convencida de que ele não quereria que a anulação do acordo ortográfico passasse à frente do estudo de soluções para diminuir as diferenças entre classes sociais, ou para alterar o modelo econômico, ou, ainda, para enriquecer e adequar o modelo educacional para as novas gerações.

UNIFICAÇÃO E SIMPLIFICAÇÃO Se admitirmos que a anulação do acordo ortográfico não se inclui nos grandes objetivos do atual desenvolvimento de Portugal, vale a pena rever algumas das finalidades que estiveram na base da sua elaboração. Em artigo publicado no jornal português *Expresso* em junho de 1986, o linguista português Luís Filipe Lindley Cintra, um dos signatários do acordo, destacava seus objetivos prioritários: a unificação da escrita produzida em Portugal e no Brasil e a simplificação de diversas grafias.

No artigo, Lindley Cintra defende a proposta de simplificação aprovada, que tem como aspecto principal a supressão das chamadas ‘consoantes mudas’:

“Com efeito, a vantagem de conservar a ‘letra muda’ para indicar que é aberta a vogal anterior átona é uma vantagem mínima, se considerarmos: a) Que ela não compensa o inconveniente, bem mais grave, da disparidade das grafias em Portugal e no Brasil, e que é insensato pre-

tender levar um brasileiro a escrever *actor* e *acção* já que, mesmo sem o 'c' 'mudo', as grafias 'ator' e 'ação' representam fielmente a sua pronúncia. [a tor], [a são].

b) Que escrevemos em Portugal *padeiro, corar, caveira, credor, geração, quaresmal, sarmento, especar, especular, aguar, aguadeiro, aguaceiro, esfomeado, retaguarda, agachar, relator, dilação, retrovisor* e uma infinidade de outras palavras, sobretudo de carácter culto, mas em grande parte generalizadas com vogais átonas abertas, não assinaladas por 'letra muda', nem qualquer outro sinal gráfico, sem que isso cause qualquer perturbação."

Além disso, a existência de uma ortografia comum não implica que passemos a usar a mesma forma de falar. Em um único país, como Portugal, existe apenas uma ortografia e, no entanto, ocorrem variações na língua que em certos aspectos estão muito afastadas da norma ortográfica.

INTEGRAÇÃO DE PAÍSES Poderíamos agora acrescentar a essas vantagens a feição 'econômica' da unificação da escrita, ao integrar os países que têm o português como língua oficial, reforçando, assim, a perspectiva que esteve na base da criação da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa. Um dos principais objetivos dessa Comunidade é, por natureza, a preocupação com o enriquecimento da língua portuguesa no campo da ciência e da cultura e no uso quotidiano dos países que a integram. Não se pode esquecer que o conhecimento e o uso do português constituem uma mais-valia no campo das interações econômicas e um dos mais importantes investimentos que cabem à iniciativa governamental e coletiva. A unificação e a simplificação da ortografia de países que usam a mesma língua concorrem para uma mais fácil expansão dos textos escritos nessa língua, nesse caso, o português.

Tem-se avançado pouco em Portugal no sentido de aumentar o prestígio da língua portuguesa e de sua

*Ainda que o amor à língua antiga pudesse
impulsionar desejos de retrocesso do português,
pode-se colocar isso como um dos grandes
problemas que atingem Portugal hoje?*

difusão. Por isso, é fundamental que se proteja a produção em português, por meio de uma política de incentivo à tradução e realização de obras de base para a formação escolar e à produção de obras teóricas e de aplicação em todos os campos do saber. Essas formas de incentivar o uso da língua portuguesa são facilitadas pelas mudanças preconizadas pelo novo acordo e justificam, em Portugal e no Brasil, a existência de uma ortografia que converge para a unificação e para a simplicidade. Foi certamente com essa finalidade que se considerou, no Brasil, vantagem na supressão do trema (lingüista – linguista) e na eliminação do acento em palavras como *idéia* – *ideia* etc.

LÍNGUA E ORTOGRAFIA A frase que motivou este texto – o abastardamento da língua pela aplicação do acordo ortográfico – mostra, por fim, uma confusão entre língua e ortografia, que não é exclusiva de Pacheco Pereira. Na verdade, é de se lamentar que quem usa a língua em que aprendeu a falar e dela se serve como meio de transmitir conhecimentos, reflexões e paixões da alma possa confundir-la com a sua representação escrita, que é o meio em que aprendeu a escrever. Ao aceitarmos essa confusão, teríamos que aceitar também que uma língua que não tem ortografia não existe como língua. Como se sabe, a língua identifica o ser humano e existe em todas as sociedades, enquanto a escrita está restrita a certos estágios de desenvolvimento da sociedade, razão pela qual existem línguas sem escrita e pessoas que não aprenderam a escrever.

O domínio da língua oral contribui para o desenvolvimento das capacidades lógicas, afetiva e estética dos indivíduos; coopera na sua tomada de consciência de um adequado comportamento em situação de intercomunicação; possibilita o esclarecimento de pontos obscuros da história; serve à ciência e permite o acesso ao conhecimento psicológico e social do indivíduo.

A escrita traz outras vantagens à atividade sociocultural, que esteve na raiz da sua criação como meio de comunicação e impulsionou o lugar de relevo que hoje ocupa: ela participa do enriquecimento do indivíduo e da sociedade que a utiliza pela clarificação do pensamento e das emoções; viabiliza, por sua própria natureza, a comunicação a distância no espaço e no tempo; permite a manutenção da expressão de ideias e sentimentos e colabora na explicitação das formas obscuras do pensamento; fornece instrumentos que permitem várias formas de análise do uso da língua.

Ainda que todos esses aspectos sejam relevantes, devemos interpretar as reações às mudanças na ortografia de uma língua como o olhar saudoso em busca do passado, da tradição, da raiz. Essa nostalgia é provocada em todos os campos pela quebra da tradição ou pelo afastamento do que julgamos ser a fonte que temos o dever de preservar. Não podemos, no entanto, nos furtar à necessidade de viver no tempo atual, ainda que saibamos que aquilo por que lutamos hoje virá a se modificar no futuro. **EH**



UMA JORNADA DE 50 ANOS

Novo filme de *Star Trek* tem o mérito de recuperar a verdadeira jornada pelas estrelas, com suas conquistas tecnológicas e até pessoais

NO DIA 8 DE SETEMBRO DE 1966, estreava na TV norte-americana um seriado de ficção científica que se transformaria em um dos ícones da cultura *pop*. *Star Trek (Jornada nas estrelas)* representava uma visão da humanidade no século 23, na qual as diferenças sociais, guerras, doenças e fome já haviam sido superadas. Os seres humanos partiam então para uma jornada pela galáxia em busca de novas formas de vida e civilizações, “audaciosamente indo onde nenhum homem jamais esteve”, como era dito no início de cada episódio.

Em meados dos anos 1960, as principais potências mundiais – Estados Unidos e União Soviética – mergulhavam na Guerra Fria e na Corrida Espacial, disputando a hegemonia militar e política, após a

Segunda Guerra Mundial. Na época do lançamento da série, os primeiros voos orbitais tinham sido feitos por norte-americanos e soviéticos, e a chegada do homem à Lua ocorreria três anos depois.

Nesse contexto histórico, Gene Roddenberry criou *Star Trek*. Na época, não foi um sucesso de audiência: foi cancelada em seu terceiro ano com 79 episódios produzidos (1966-1969). Nos anos 1970, após inúmeras reprises, a série ganhou popularidade, sendo produzida na forma de desenho animado (22 episódios) e um filme, em 1979 (*Star Trek – The motion picture*). A partir de então, foram mais quatro séries de TV: *Star Trek – The next generation* (1987-1994); *Star Trek – Deep space nine* (1993-1999); *Star Trek – Voyager* (1995-2001) e *Star Trek – Enterprise* (2001-2005), totalizando mais de 700 episódios para televisão e 13 filmes para o cinema.

Desde a sua criação, há 50 anos, *Star Trek* tem estimulado a imaginação de muitas pessoas. Muitos pesquisadores – incluindo eu – seguiram a carreira científica inspirados nas histórias que tanto apresentavam dramas e questões filo-

sóficas quanto conceitos científicos e tecnologias fascinantes. Não foi preciso chegar ao século 23 para alcançar algumas conquistas tecnológicas que hoje estão presentes no nosso dia a dia. Por outro lado, como toda série de ficção científica, existem muitas licenças poéticas que ajudam a tecer o enredo da história.

ALGUMAS LICENÇAS POÉTICAS Para fazer uma jornada pelas estrelas, é necessário percorrer distâncias extraordinárias. A estrela mais próxima de nós está a 4,2 anos-luz de distância. Como a luz viaja sempre na mesma velocidade no vácuo, a distância percorrida por um raio de luz durante um ano acaba sendo uma boa ‘régua’ para medirmos as distâncias estelares. Como a velocidade da luz é muito grande (300 mil km/s), um ano-luz equivale aproximadamente a 10 trilhões de km.

Viajar então distâncias na ordem de centenas ou até milhares de anos-luz em velocidades menores do que a da luz faria com que a série ficasse bem monótona. Além disso, segundo a teoria da relatividade de Albert Einstein, nenhum objeto pode viajar mais rápido que a luz, porque à medida que a velocidade se aproxima desse limite a massa do corpo aumenta – como mostra a célebre fórmula $E=mc^2$, em que E é energia, m , massa e c , velocidade da

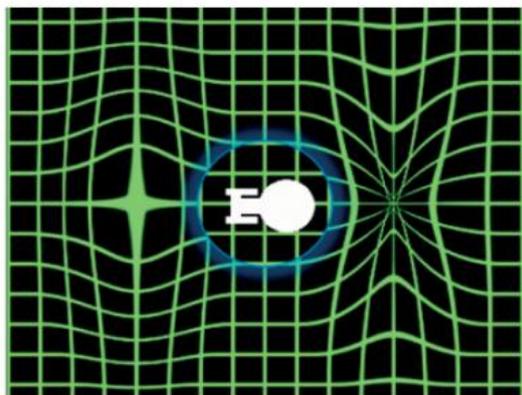


Figura 1. A nave Enterprise utiliza o efeito da ‘dobra espacial’ para conseguir percorrer distâncias estelares. O ‘campo de dobra’ faz com que o espaço na frente da nave encolha, enquanto aquele que está atrás dela se expanda

luz. E, para se chegar à velocidade da luz, seria necessária uma energia infinita. Esse fato é verificado quando construímos os aceleradores de partículas, como o LHC: ao acelerar partículas elementares nessas altíssimas velocidades, observa-se o efeito previsto por Einstein.

Mas, os roteiristas de *Star Trek* arrumaram uma solução fisicamente viável, usando as próprias ideias de Einstein. Em 1915, a teoria da relatividade geral mostrou que a gravidade é decorrente da curvatura do espaço-tempo, devido à presença de massa-energia. A solução tecnológica da nave Enterprise do seriado (e dos filmes no cinema) é utilizar o motor de ‘dobra espacial’, que gera enormes quantidades de energia ao seu redor – o suficiente para curvar o espaço de forma que a distância que ela percorreria seria menor do que se viajasse pelo espaço normal.

Essa tecnologia faria com que a curvatura do espaço aproximasse pontos longínquos, como se dobrássemos uma folha de papel aproximando dois pontos que anteriormente estavam distantes. Como o espaço que separa os dois pontos foi reduzido, pode-se viajar a uma velocidade bem menor que a da luz e, portanto, os efeitos de dilatação temporal são irrelevantes. Em *Star Trek*, viajar em ‘dobra 1’ equivale a viajar à velocidade da luz. Em ‘dobra 9’ equivale a 1.516 vezes a velocidade da luz; mas a dobra igual a 10 seria uma velocidade infinita e, por isso, impossível de ser atingida. Na ficção científica, porém, tudo é possível e a Enterprise e outras naves já ultrapassaram também esse limite (figura 1).



Outra tecnologia famosa em *Star Trek* é o teletransporte. Devido a restrições orçamentárias em produzir efeitos especiais na década de 1960, pousar uma espaçonave todas as semanas em um planeta diferente era inviável. Dessa maneira, a ideia de que objetos e pessoas pudessem ser ‘desmaterializados’, ou seja, convertidas em energia e depois ‘rematerializados’ foi a solução encontrada.

Embora essa tecnologia também seja, em princípio, impossível fisicamente, dada a enorme quantidade de informações que teriam que ser copiadas e recriadas (além dos próprios limites quânticos disso), recentemente, foram realizados vários experimentos para o teletransporte não de matéria, mas sim de informações. No último dia 19 de setembro, foi publicado artigo na revista *Nature Photonics* (doi: 10.1038/nphoton.2016.179) no qual descrevem-se experimentos em que foi possível transmitir informações instantaneamente por distâncias de mais de 30 km.

NOVAS HISTÓRIAS O último filme *Star Trek - Beyond* (*Star Trek - Sem fronteiras*) que acabou de estrear no Brasil faz parte de um universo alternativo: uma espaçonave veio do século 24 para o século 23 (história contada no filme de 2009), alterando eventos do passado e criando uma nova linha temporal. Isso permitiu aos

roteiristas contar novas histórias dos personagens clássicos da série.

Viagens no tempo sempre aconteceram em *Star Trek*. Em todas as séries e em vários filmes ocorreram viagens tanto para o futuro como para o passado. Eventos modificados no passado alteram os fatos futuros criando uma nova realidade. O físico britânico Stephen Hawking – fã incondicional de *Star Trek*, tendo inclusive participado de um episódio da série *Star Trek - Next generations* – afirma que, se viagens no tempo fossem possíveis, já teríamos encontrado com viajantes do futuro. Ele acredita que exista alguma restrição física, ainda desconhecida, que impediria essas viagens.

O novo filme da franquia tem os grandes méritos de trazer de volta muito daquilo que os fãs de *Star Trek* identificam com a verdadeira jornada pelas estrelas. Não somente a tecnologia fantástica para desvendar os mistérios do universo, mas também as jornadas pessoais dos protagonistas. Afinal, mesmo no século 23 ou 24, os seres humanos poderão ter evoluído tecnológica e até moralmente, mas ainda serão indivíduos querendo não apenas conhecer o universo como também a si mesmos.

Adilson de Oliveira

Departamento de Física,
Universidade Federal de São Carlos

O SUICÍDIO POLÍTICO

QUANDO GETÚLIO VARGAS DEU UM TIRO NO PEITO, na madrugada de 24 de agosto de 1954, o escritor Rubem Braga (1913-1990) – gato escaldado pelo Estado Novo (1937-1945), como muitos outros de sua geração – escreveu em sua crônica no *Correio da Manhã*: “Não vou chorar sobre o corpo inanimado do Sr. Getúlio Vargas as lágrimas que não tenho, nem balbuciar as orações que minha descrença não aprendeu”. No entanto, acrescentou: “É impossível deixar de reconhecer que transformou sua hora pior em uma espantosa vitória”.

Suicídio político. O termo é usado com frequência para designar a autodestruição de uma carreira. Excepcionalmente, ele se refere à autoeliminação de um indivíduo, uma opção cívica digamos assim. Mas, quando acontece, as analogias ressurgem. Não foi por acaso que o ex-presidente Lula, durante a presente crise, tenha afastado de pronto esse espectro glorioso ao afirmar que “primeiro, não vamos nos matar”.

Naquele agosto de 1954, o jornalista gaúcho Flávio Tavares estava em Pequim e se encontrou com o então senador chileno Salvador Allende (*O dia em que Getúlio matou Allende*, Record, 2014). Este, incontinentemente, indagou-lhe sobre Vargas. Ao escutá-lo descrever a intensidade impiedosa da campanha oposicionista que antecederia o seu suicídio, exclamou: “Muy bien, como Balmaceda!” Anos depois, o jornalista pensa ter revisto o mesmo brilho no olhar que acompanhara esse comentário, na última foto de Allende, em 11 de setembro de 1973, de capacete militar, metralhadora em punho e de cabeça erguida, seguindo o movimento dos aviões golpistas que sobrevoavam o palácio do governo em Santiago.

Jose Manuel Balmaceda (1840-1891) foi presidente do Chile entre 1886 e 1891. O político, historiador e diplomata Joaquim

Nabuco (1849-1910) escreveu sobre e contra ele, associando-o ao ex-presidente da República Floriano Peixoto (1839-1895), imputando-lhe uma vocação de ditador. Nabuco admirava o “parlamentarismo oligárquico” chileno, no qual ele via as mesmas virtudes do regime brasileiro no Segundo Reinado.

Balmaceda foi derrubado por um golpe militar, convocado pelo Parlamento (sim, um golpe parlamentar-militar), que lhe atribuía essa mesma inclinação autoritária. Refugiou-se então na embaixada da Argentina, onde se suicidou em 19 de novembro de 1891, o último dia de seu mandato, um gesto política e dramaticamente tramado e representado.

Nada mais se aproxima de um político do que um ator. E não por serem os políticos mestres do fingimento, que também o são eventualmente, mas pela pulsão da vontade de ser amado pelas massas. Nesse desejo, empenham-se de ‘corpo e alma’. Pela astúcia da sedução retórica e pela volúpia da presença, do parecer e do aparecer.

O suicídio é o gesto dramático extremo de apego a esse amor. Avaliza a convicção do engajamento, representa o desprendimento maior. Embora, no fundo, ainda murmure para a plateia, como no verso de um poeta brasileiro de segunda linha: “Não me queixo, não me esqueça”. **BR**



FOTO ACENHO PESSOAL DO AUTOR

Nada mais se aproxima de um político do que um ator. E não por serem os políticos mestres do fingimento, que também o são eventualmente, mas pela pulsão da vontade de ser amado pelas massas

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

RETOMANDO O RITMO

ESTÁ NA PAUTA POLÍTICA o financiamento para concessionárias de serviços de saneamento. É uma boa atitude em face da situação calamitosa em que se encontram as cidades brasileiras. Contudo, é preciso ponderar.

Uma grande cidade é um fenômeno urbano, social, econômico, político e cultural de extrema complexidade. Seus problemas são imbricados entre si e o enfrentamento deles exige políticas associadas. O emprego de programas setoriais autônomos não alcança a eficácia que muitas vezes se imagina.

Estudar os problemas do espaço habitado e articular as respostas possíveis é próprio do planejamento urbano e territorial, por meio de quadros técnicos qualificados. Infelizmente, o Brasil dispensou o planejamento em todos os níveis de governo já há bastante tempo. Hoje, formulam-se políticas e programas setoriais com grande desenvoltura e absolutamente isolados.

Veja-se o saneamento. Comumente, é tratado apenas pelos componentes de água e de esgoto. Mas não podem estar dissociados das ações relativas à coleta e ao destino dos resíduos sólidos, nem das águas pluviais, que, por sua vez, são absolutamente relacionadas com a urbanização, com a ocupação do território, com as políticas habitacionais e de mobilidade.

A questão se agrava quando se sabe que o país construirá, nesta geração, um número de domicílios equivalente à metade do que tem hoje. Ou seja, até 2040, teremos mais 30 milhões de novos domicílios. (Isso sabendo-se que não haverá crescimento populacional e sem considerar a construção para reposição: apenas para suprir o fenômeno da diminuição do tamanho médio das famílias.)

Onde serão construídas essas novas moradias? Como o tratamento dos esgotos sanitários será efetivo, no horizonte de 25 anos, se estiver alheio à localização e ao modo em que

se construirá mais uma metade da cidade hoje existente?

Se seguirmos o modelo atual, a cidade continuará se espalhando, sem infraestrutura, degradando o ambiente e cada vez mais em mais baixa densidade. E, como a população não cresce, isso se fará com o deslocamento de moradores de bairros hoje consolidados, que perderão vitalidade e tornarão ociosas as infraestruturas instaladas.

Não se trata de uma questão acadêmica: cidade compacta *versus* cidade expandida. Ela tem implicações cruciais para o futuro, para a qualidade do espaço e para alcançar mínimas condições de universalização dos serviços públicos, inclusive o de segurança.

É um novo ciclo urbanístico sem precedentes. O enfrentamento dessa questão é crucial para o futuro das cidades brasileiras e para sua democratização.

A oportunidade de se abrirem linhas de financiamento para programas setoriais sugere que também se contemple o estímulo à organização de sistemas de planejamento urbano e territorial, de modo a dar consistência a futuros investimentos.

A ineficiência de empresas de saneamento, como é o caso do Rio de Janeiro, certamente está associada ao modo autônomo como elas atuam. Há três décadas a pequena estrutura fluminense de planejamento metropolitano foi desconstruída. Ainda que abatida muito jovem, com apenas 10 anos de vida, a extinta Fundrem – Fundação para o Desenvolvimento da Região Metropolitana – é até hoje a mais efetiva referência técnica para o estudo e a regulação dos serviços metropolitanos.

Precisamos retomar o ritmo. Mas a harmonia se dá com os instrumentos seguindo a mesma pauta. **CM**



FOTO: OCEANO RODRIGUES

Não se trata de uma questão acadêmica: cidade compacta *versus* cidade expandida. Ela tem implicações cruciais para o futuro, para a qualidade do espaço e para alcançar mínimas condições de universalização dos serviços públicos, inclusive o de segurança

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

Ética e genética: de mãos dadas

Preocupação com biossegurança na engenharia genética cresceu junto com o desenvolvimento das técnicas de modificação do DNA

JOSÉ ROBERTO GOLDIM

Programa de Pós-graduação em Medicina:
Ciências Médicas,
Hospital de Clínicas de Porto Alegre,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Faculdade de Medicina,
Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

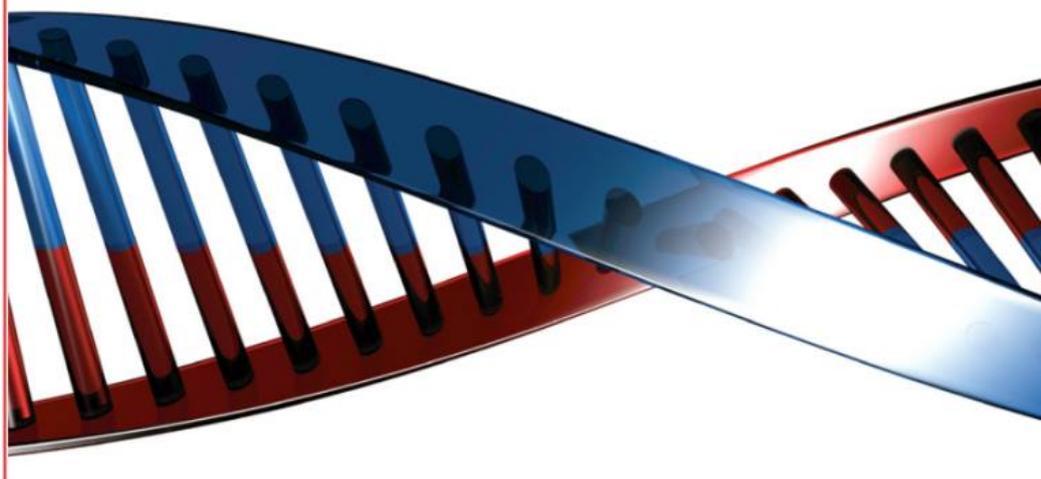
Ao longo das últimas décadas, foram desenvolvidas várias técnicas que permitiram aos pesquisadores modificar o DNA de seres vivos para alterar suas características. O avanço no uso desses métodos em laboratório suscitou a ampliação do debate sobre os potenciais riscos biológicos e os aspectos éticos desse tipo de pesquisa.

A união da biologia molecular com a genética revelou um novo mundo para os pesquisadores da área, ao permitir a realização de modificações no genoma de um ser vivo. A possibilidade de ‘editar’ (ou modificar) o DNA surgiu em 1974, com um método conhecido como TALEN (Transcription Activator-Like Effector Nucleases). Nele, as chamadas enzimas de restrição funcionavam como ‘tesouras genéticas’, permitindo separar o

DNA em locais específicos. Era o início da engenharia genética.

As repercussões sobre a possibilidade de alterar a sequência do DNA, em vez de apenas descrevê-la, inquietaram os próprios cientistas. Alguns deles, como o químico Paul Berg, o microbiologista David Baltimore e o geneticista James Watson, todos norte-americanos e ganhadores do Prêmio Nobel, encaminharam, ainda em 1974, uma carta às três mais representativas re-

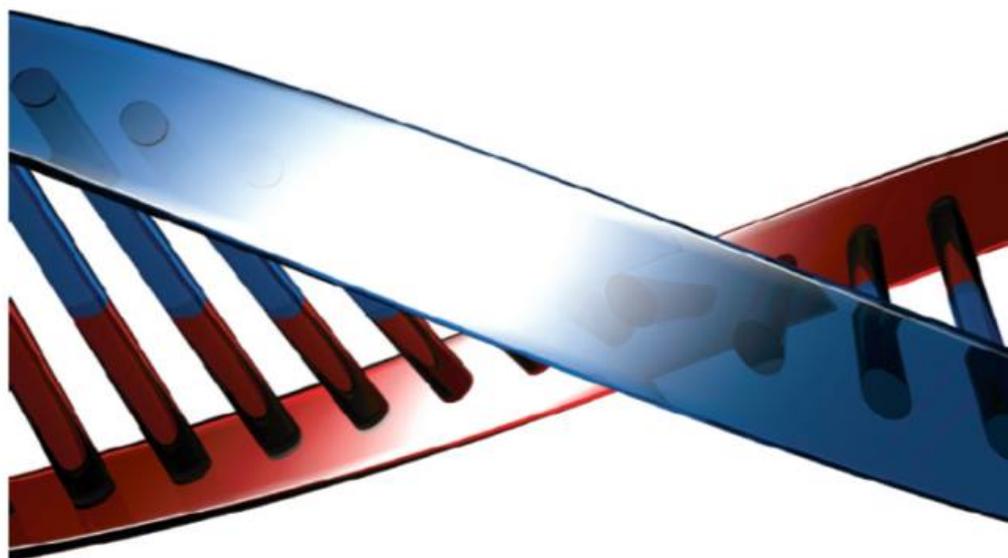
IMAGEM: F. AMO / GETTY IMAGES



vistas científicas da época – *Science*, *Nature* e *Proceedings of National Academy of Sciences* – alertando sobre os potenciais riscos biológicos associados a essa nova técnica. Os autores propuseram uma moratória voluntária das pesquisas – acatada amplamente nas universidades e indústrias –, alegando que os riscos desconhecidos mereciam grande discussão entre cientistas e sociedade.

Em 1975, esse mesmo grupo de pesquisadores, com o apoio de órgãos do governo norte-americano e de fundações privadas, realizou o Congresso Internacional sobre Moléculas de DNA Recombinante, em Asilomar, na Califórnia (EUA). No documento final do encontro, foram propostas normas de biossegurança para a realização de pesquisas que envolvessem modificações no DNA, especificando cuidados com instalações, vestimentas e procedimentos. Além disso, os projetos foram divididos de acordo com os materiais biológicos envolvidos: bactérias, vírus ou células provenientes de plantas e animais.

A grande questão presente naquela época era a pouca precisão que a técnica TALEN tinha. Os fragmentos de DNA eram separados e, posteriormente, reorganizados, sem uma garantia de qual segmento específico estava sendo retirado ou recolocado na sequência. Daí surgiu a necessidade de se usar o ‘princípio da precaução’, que estabelece que, quando uma situação pode ter algum resultado prejudicial, devem ser previstas as medidas para impedir ou minimizar a sua ocorrência. No ano seguinte, em 1976, com base no documento de Asilomar, o governo norte-americano estabeleceu normas para a pes-



quisa com DNA recombinante, ou seja, que resulta na combinação de diferentes sequências de DNA.

NOVAS TÉCNICAS, NOVOS DILEMAS A busca por aperfeiçoar a edição de DNA levou ao desenvolvimento de uma nova técnica, denominada ZFN (sigla em inglês para Nucleases de Dedos de Zinco), que melhorou a precisão com que as sequências de DNA eram manipuladas em laboratório. Essa técnica não teve maiores repercussões éticas e, portanto, não alterou as regras de biossegurança estabelecidas em documentos oficiais.

O passo seguinte foi a técnica CRISPR (sigla em inglês para Repetições Palindrômicas Curtas Regularmente Interespaçadas), mais simples e precisa para editar sequências de DNA (ver ‘Edição de genomas: arma para o controle de insetos transmissores de doenças’, nesta edição). Por essa maior precisão, as antigas ‘tesouras genéticas’ passaram a ser chamadas de ‘bisturis genéticos’.

Assim como a ZNF, a CRISPR não gerou qualquer intranquilidade. Antes de uma ampla discussão

sobre seus usos e efeitos, muitas aplicações já estavam incorporadas à indústria. Mas, no início de 2014, mais de 10 anos após o surgimento dessa técnica, a divulgação de que pesquisadores chineses haviam alterado, com sucesso, sequências específicas de DNA em macacos utilizando CRISPR afligiu a comunidade científica. Isso possibilitaria a geração de macacos com doenças humanas, como os males de Parkinson e Alzheimer, para servir de modelo para pesquisa – algo que já é feito com outras espécies animais, como ratos e camundongos. A reação inicial favorável a essas pesquisas foi acompanhada por questionamentos sobre sua adequação a espécies com tão alto grau de desenvolvimento. A principal questão colocada é se os cientistas têm o direito de gerar intencionalmente linhagens de animais portadores de doenças tão graves. Outro ponto de debate é a possibilidade de patenteamento dessas linhagens e a consequente apropriação desse patrimônio genético por algumas companhias ou pessoas.

Em seguida, houve a publicação de artigos relatando o uso da técnica

>>>

ca CRISPR em células germinativas humanas, que dão origem a espermatozoides e óvulos, capazes de transmitir as novas características derivadas do genoma modificado às futuras gerações. Então, um grupo de cientistas, liderado por David Baltimore e Paul Berg, publicou, em 2015, uma nova carta na revista *Science*, apresentando quatro propostas para reflexão sobre o uso de CRISPR. A primeira delas era justamente a de desencorajar a realização de pesquisas com linhagens germinativas.

SEM BARREIRAS REGULATÓRIAS Caso algum pesquisador brasileiro desejasse fazer pesquisa usando essa técnica em embriões humanos, não

de Ética em Pesquisa (Conep). Essa avaliação deveria ser baseada em aspectos éticos, e não de cunho legal ou regulatório.

Por outro lado, a recente Resolução CFM 2.121/2015 permite que, nos procedimentos de reprodução assistida, “embriões submetidos a diagnóstico de alterações genéticas causadoras de doenças” podem ser doados para pesquisa. A mesma resolução estabelece que o tempo máximo de desenvolvimento de embriões *in vitro* é de 14 dias. Antes disso, a Lei de Biossegurança já havia aberto a possibilidade de que embriões congelados em 2005, ou que já estivessem congelados há

de encontros visando discutir o tema, entre elas, a de uma reunião entre as principais sociedades científicas dos Estados Unidos, do Reino Unido e da China. A lição de Asilomar ainda é útil e adequada. A própria carta publicada na *Science* em 2015 sugere a criação de fóruns de discussão específicos sobre o tema, mas com ampla representatividade.

As pesquisas não devem ser banidas, o método não deve ter seu uso impedido, mas é fundamental e necessária uma reflexão para verificar a sua adequação às diferentes situações de pesquisa que estão sendo propostas. Estabelecer uma moratória para as pesquisas envolvendo edição de DNA em linhagens celulares germinativas é uma alternativa prudente para que sejam estabelecidos critérios mínimos e comuns de adequação. Esses critérios deverão ser utilizados internacionalmente, para evitar que a realização das pesquisas seja direcionada para países com menor rigor na avaliação ética.

Finalmente, outra questão importante que deve ser levantada é a da submissão de pesquisas consideradas inadequadas eticamente para publicação em periódicos. Nesses casos, os editores deveriam não apenas rejeitar a publicação, mas também relatar a situação a um órgão internacional capaz de avaliar o caso em profundidade e tomar as medidas cabíveis, quando a inadequação for comprovada. Com essa avaliação prévia, as consequências da publicação de um artigo inadequado do ponto de vista ético podem ser evitadas. Essa transparência beneficiaria não apenas os periódicos, mas também a comunidade científica e a própria sociedade. ■

encontraria barreiras regulatórias. Na ausência de uma legislação específica sobre pesquisa em seres humanos e sobre reprodução assistida, os documentos que orientam essas práticas são as resoluções do Conselho Nacional de Saúde (CNS), para a pesquisa em seres humanos, e do Conselho Federal de Medicina (CFM), para a reprodução assistida.

Quanto à pesquisa com embriões, a Resolução CNS 466/2012 não menciona qualquer referência específica, salvo a necessidade de avaliação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e pela Comissão Nacional

de Ética em Pesquisa (Conep). Essa avaliação deveria ser baseada em aspectos éticos, e não de cunho legal ou regulatório.

Por outro lado, a recente Resolução CFM 2.121/2015 permite que, nos procedimentos de reprodução assistida, “embriões submetidos a diagnóstico de alterações genéticas causadoras de doenças” podem ser doados para pesquisa. A mesma resolução estabelece que o tempo máximo de desenvolvimento de embriões *in vitro* é de 14 dias. Antes disso, a Lei de Biossegurança já havia aberto a possibilidade de que embriões congelados em 2005, ou que já estivessem congelados há

três anos quando da aprovação da lei, em março de 2005, pudessem ser doados à pesquisa.

A questão de fundo é aceitar ou não a possibilidade de manipular embriões humanos para fins exclusivos de pesquisa, tenham eles ou não a possibilidade de se desenvolverem em estágios mais avançados.

O debate está aberto e as respostas são múltiplas. Já existem inúmeras propostas para a realização





O LADO SOMBRIO DA LUZ I

[A iluminação excessiva ameaça a vida silvestre, CH 340]. Sem contar a perda da milenar cultura da astronomia. As últimas gerações que nasceram e cresceram em grandes metrópoles não enxergam mais a Via Láctea ou estrelas mais fracas, já praticamente invisíveis nestes locais.

Rogério Leite

Comentário no Facebook/Ciência Hoje

O LADO SOMBRIO DA LUZ II

O tema da poluição visual é algo que deve ter interesse primordial nestes tempos. Os habitantes das metrópoles já não conseguem ver as estrelas. Que medidas podem ser tomadas pelas cidades?

Francisco Luis Camino

Comentário no Facebook/Ciência Hoje

O LADO SOMBRIO DA LUZ III

“Esclarecedor” o artigo sobre problemas da poluição luminosa (CH 340). Mas sua conclusão lança uma contradição à Ciência Hoje, pois a migração para o formato digital e a não publicação impressa é um movimento contrário à proposta do artigo, de redução da utilização de iluminação artificial.

Rômulo Serique

Santarém/PA

CH Agradecemos o comentário do assinante. Vários fatores levaram à decisão de não imprimir mais a *CH*. Lembramos, entretanto, que a produção industrial de

papel e a impressão gráfica também são processos poluidores, com custo ambiental alto.

OS PILARES DA PONTE PARA O FUTURO I

Um país que se propõe a exportar porco e galinha não precisa de ciência. O Brasil precisa sair da adolescência e entender que não é possível sustentar 200 milhões de habitantes só vendendo commodity. [Carta ao leitor, de Luiz Davidovich, CH 340].

Manuel Aleixo Sallovitz

Comentário no Facebook/Ciência Hoje

OS PILARES DA PONTE PARA O FUTURO II

Menos investimento em ciência e tecnologia é a receita para o atraso e para a dependência eterna. Esse é o projeto de gestão do governo oportunista, que reduziu ainda mais os investimentos na área (assim como na saúde e na educação). Sinceramente, não sei como alguém pode defender essa tal “ponte para o futuro”, que vai nos levar décadas para o passado.

Marcelo Garcia

Comentário no Facebook/Ciência Hoje

CLAREZA E RIGOR

Gostaria de parabenizá-los pela qualidade, clareza e rigor científico do conteúdo da revista.

Eli Silveira Alves Júnior, por correio eletrônico
Mestrando em Química na Universidade
Federal de Goiás

OS SEGREDOS DA LOURA

Está aí uma referência boa de artigo para ler (coluna A propósito, CH 340).

Nelson Alves

Comentário no Facebook/Ciência Hoje

SEMEADOR DE FUTUROS

Sou graduado em matemática e acompanho a as atividades do IMPA (Entrevista com Marcelo Viana, CH 340). Admiro muito o trabalho ali desenvolvido. São profissionais comprometidos com a qualidade do trabalho científico em uma ciência belíssima. As pessoas pensam que matemática é para pessoas privilegiadas e isso gera um mito. A forma como a matemática é ensinada, por meio de receitas, fórmulas e ‘maces’, não deixa o aluno perceber a essência do assunto. Os matemáticos levam anos para desenvolver e demonstrar uma teoria. E o nosso sistema educacional obriga os professores a apresentarem a matemática como algo definitivamente pronto. Não é explorada a intuição que todos nós temos. Foi assim que me ensinaram no antigo ginásio e científico. Hoje sei que a matemática tem um poder e beleza singulares. Parabéns ao Marcelo Viana por todas as iniciativas tratadas nessa entrevista. Esse trabalho dará bons frutos. Mas é preciso discutir a matemática na sala de aula para motivar as crianças e os jovens.

Edson Lamim

Comentário no Facebook/Ciência Hoje

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

EM BUSCA DA REDENÇÃO HUMANA

A morte de Deus na cultura

Terry Eagleton

Rio de Janeiro, Record, 224 p., R\$ 39,90



O Ocidente moderno é um 'desvio' na história da humanidade. Uma inflexão contingente e empobrecedora, apesar de todas as suas realizações. Essa é a premissa comum de três poderosos intelectuais católicos contemporâneos – Alasdair MacIntyre, Charles Taylor e Terry Eagleton –, todos envolvidos em uma polêmica hermenêutica (interpretação de textos filosóficos) da modernidade.

O último livro de Eagleton, *A morte de Deus na cultura*, publicado em 2014 e agora traduzido para o português pela editora Record, é um potente desenvolvimento dessa hermenêutica católica interessada em 'reencantar' o mundo. Mas Eagleton não é só católico: é também marxista, o que o diferencia dos outros e o leva à busca de uma teologia política baseada na restauração e síntese dos elementos libertários e originais do catolicismo e do marxismo.

A teologia de Eagleton, curiosamente semelhante à do escritor russo Fiódor Dostoiévski (1821-1881), não está vinculada primariamente à postulação de um 'ser supremo', mas à fé em Cristo e no seu corpo crucificado, que representaria o compromisso de um ser humano

no final de seus limites com a promessa de um amor transformador. Esse compromisso também habitaria o coração original do marxismo, cuja integridade pode ser restaurada pela abertura ao tema do ágape (amor) cristão.

Submersa durante algum tempo, recentemente a veia profética e católica de Eagleton voltou a pulsar com força, seja na polêmica contra os 'novos ateus' em *O debate sobre Deus* (São Paulo: Nova Fronteira, 2010) ou em seus estudos sobre ética em *O problema dos desconhecidos* (Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2010).

A morte de Deus na cultura é uma espécie de coroação de uma teologia política com tons proféticos, tecida com a verve de sempre e uma espantosa erudição. Na forma de um grande panorama, Eagleton nos serve a tese de que a ideia de Deus e a presença da religião eram tão poderosas para a sustentação da ordem social que o processo de secularização sempre caminhou, nas sociedades modernas, *pari passu* à busca angustiante de formas substitutivas da transcendência, na tentativa de preencher o vazio deixado por Deus e a religião. Para ele, a religião era, e ainda é, a forma mais te-

naz e universal de uma cultura popular que unia e une teoria e prática, elite e populacho, sentidos e espírito, capacidade de unidade simbólica que a multiplicação de narrativas seculares não conseguiu reeditar.

Todos os candidatos modernos a vice-rei de Deus – o Iluminismo e a razão, o Idealismo alemão, o Romantismo, a estética, a arte, a cultura, *Geist* (espírito), a imaginação, a nação, o Estado, o povo, a humanidade – fracassaram, levando a dois resultados inesperados: a aceitação impotente do regime de dupla verdade – uma alta cultura para as elites e a religião para a contenção ordenada da barbárie popular – e a celebração triunfante da morte de Deus, como em Friedrich Nietzsche (1844-1900), ou o ateísmo mais contido de Karl Marx (1818-1883), que nada coloca no lugar de Deus.

Na verdade, continua Eagleton, nem Nietzsche, nem Marx (1818-1883) eram verdadeiramente ateus, mas dependentes da herança do cristianismo e de seus pressupostos metafísicos. A verdadeira morte de Deus e do Homem na cultura ocorre quando as grandes narrativas do Ocidente e da modernidade – a religião, a alta cultura e a revolução social – cedem lugar ao

agnosticismo, ao pragmatismo, ao culturalismo, ao hedonismo, ao relativismo e ao antifundacionalismo do mundo pós-moderno e do capitalismo tardio, avessos a toda forma efetiva de transcendência e de coerência do *self*.

Se nesse momento o Ocidente capitalista parecia ter criado uma cultura atea e unificada pelo relativismo, pela hemorragia de sentidos e pelo ceticismo, logo foi obrigado a enfrentar um antagonista metafísico da mais pura cepa, que ele mesmo secretou: o fundamentalismo, tanto aquele que vem do Oriente e do Islã, expressão da angústia daqueles que se sentem humilhados e esmagados pelo admirável mundo novo da pós-modernidade, quanto aquele reativo e paranoico das colinas de Montana. Deus ressurge irado para protestar que seu obituário foi publicado prematuramente, diz Eagleton.

Alarmado, o Ocidente reage com as políticas de combate ao terror, enquanto sua *intelligentsia* se esforça para construir respostas mais substanciais do que a ideologia do pós-moderno a esse inesperado furor metafísico. O Iluminismo *prêt-à-porter* do novo ateísmo proclama a necessidade de liquidar definitivamente a ideia de Deus, agora do lado dos bárbaros e contra a civilização. À direita, alguns intelectuais sequestram a fé religiosa como complemento estético de uma ordem social rude. De forma surpreendente, também os intelectuais de esquerda realizam um movimento semelhante, argumenta Eagleton. De Alain Badiou, Giorgio Agamben e Régis Debray a Jacques Derrida, Jürgen Habermas e Slavoj Žižek, voltam-se para questões de teologia,

como ateus relutantes, sempre reservando um papel funcional à religião, o velho regime da dupla verdade.

O que a modernidade secular e os intelectuais pós-seculares, à direita e à esquerda, nunca perceberam é que a fé religiosa deve ser liberada do papel de suporte sobrenatural para quaisquer ordens sociais, finaliza Eagleton. Ela nada tem a ver com isso, mas com a radical dissolução de nossas formas de vida para que todas possam renascer como comunidades justas e compassivas, fazendo surgir uma nova configuração da fé, da cultura e da política.

Em suma: a redenção humana não se dará, para Eagleton, por uma revolução política e econômica, mas religiosa e não fundamentalista, orientada por uma ética do amor transformador e voltada para a solidariedade aos pobres e destituídos.

Antes que o leitor se decepcione com essa conclusão aparentemente utópica, vale lembrar que ela é coerente com a tentativa de Eagleton de associar as duas fontes de sentido mais generosas nascidas no Ocidente – o cristianismo e o marxismo – para a superação da distopia, da ausência de significado e da paranoia pós-moderna. A esquerda anda carente de boas ideias, e a atenção ao que diz a religião sobre questões vitais – morte, sofrimento, amor – pode livrá-la de um silêncio incômodo e uma timidez politicamente incapacitante. Vale a pena ler este livro.

Rubem Barboza Filho

Programa de Pós-graduação
em Ciências Sociais,
Universidade Federal
de Juiz de Fora

O fantástico mundo dos números: A matemática do zero ao infinito

Ian Stewart

Rio de Janeiro, Zahar, 384 p.,
R\$ 49,90, e-book: R\$ 24,90

Com grande quantidade de livros publicados (muitos deles traduzidos no Brasil), o matemático inglês Ian Stewart, professor emérito da Universidade de Warwick (Reino Unido), é conhecido por sua capacidade de apresentar a matemática de forma acessível e prazerosa. Neste livro, ele mantém essa abordagem didática, conduzindo os leitores pelo caminho histórico percorrido pelos números: sejam eles inteiros, positivos ou negativos, racionais ou irracionais, infinitos, complexos, imaginários ou especiais. A cada capítulo, é possível descobrir como os números surgiram e evoluíram, e como eles foram sendo utilizados – em códigos secretos, sudoku, escalas musicais etc. Para construir sua narrativa, Stewart também relembra alguns problemas famosos, como o das quatro cores necessárias para colorir um mapa e o paradoxo do aniversário. Um prato cheio para os amantes da matemática e mesmo para aqueles não tão simpáticos assim.



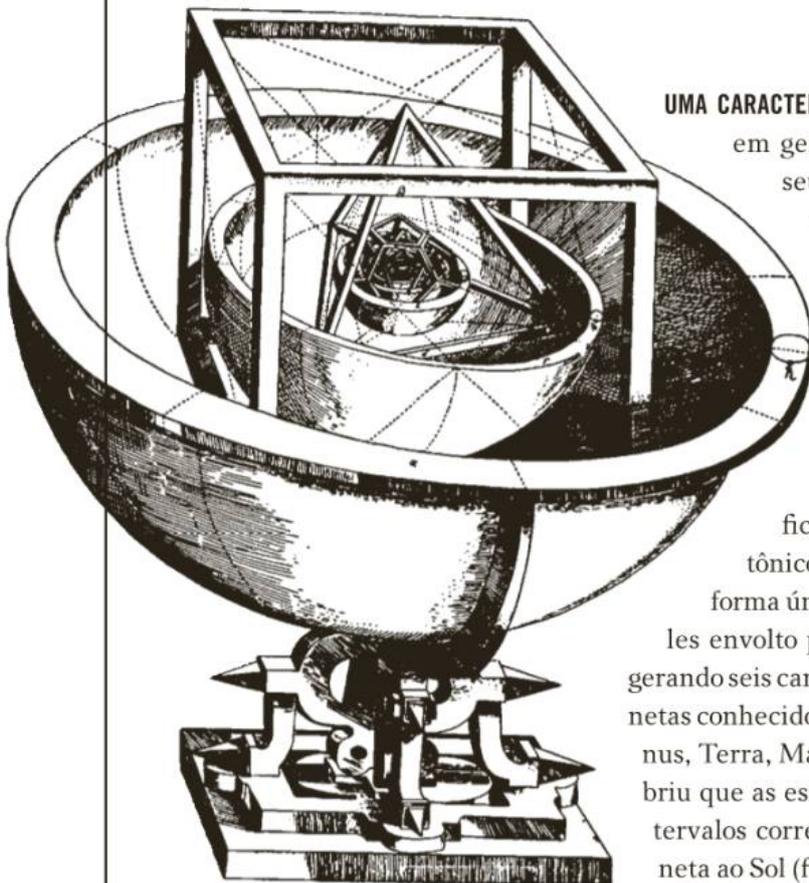
Lei de titius-bode

1766 HÁ 250 ANOS, FORAM INTRODUZIDAS RELAÇÕES MATEMÁTICAS QUE REPRODUZIAM COM BOA PRECISÃO O RAIOS ORBITAL DE CADA UM DOS PLANETAS CONHECIDOS À ÉPOCA. Propostas por um astrônomo alemão, essas relações passaram a ser expressas por meio de uma equação. Desde sua introdução, essa 'lei' sempre suscitou uma questão científica fundamental: existe algum significado físico nela?

**OTHON WINTER
THAMIRIS DE SANTANA**

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

Figura 1. Figuras platônicas de Kepler



UMA CARACTERÍSTICA bastante natural das ciências, em geral, é a da procura por padrões em seus objetos de estudo. Exemplo clássico disso são as três leis do astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630) sobre os movimentos dos planetas. Elas foram obtidas a partir da procura por padrões nos formatos das trajetórias dos corpos celestes e em suas velocidades ao longo delas.

Em outro trabalho, Kepler verificou que cada um dos cinco sólidos platônicos pode ser inscrito e circunscrito de forma única por esferas celestes – cada um delas envolto por uma esfera, um dentro do outro, gerando seis camadas que correspondiam aos seis planetas conhecidos até aquele momento: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturno. Kepler descobriu que as esferas podiam ser posicionadas em intervalos correspondentes à distância de cada planeta ao Sol (figura 1).

Em nenhum desses estudos feitos por Kepler, são considerados aspectos físicos que justifiquem os modelos apresentados. No entanto, no caso das três leis de Kepler, a publicação de *Principia Mathematica*, obra-prima do físico britânico Isaac Newton (1642-1726), veio fornecer o arcabouço físico necessário para revelar que essas leis são um subproduto natural da lei de gravitação universal.

Dessa maneira, no início do século 18, a astronomia era bem fundamentada nos conceitos físicos apresentados por Newton. Apesar disso, ressurgiram propostas de padrões nas órbitas planetárias baseadas apenas em constatações numéricas.

Em 1731, o filósofo alemão Cristian von Wolff (1679-1754) sugeriu a existência de certa regularidade nas órbitas dos planetas. Seu discípulo e compatriota Immanuel Kant (1724-1804) também procurou padrões nas órbitas planetárias, sugerindo o crescimento de suas excentricidades, segundo a distância ao Sol. Kant chegou a propor a existência de planetas além de Saturno.

RELAÇÃO LOUVÁVEL! Em 1766, ao fazer a tradução do livro *Contemplation de la nature* (Contemplação da natureza), do filósofo e biólogo suíço Charles Bonnet (1720-1793), o astrônomo alemão Johannes Titius (1729-1796) adicionou um parágrafo extra, dizendo que as distâncias dos planetas ao Sol obedecem um determinado padrão. Em termos modernos, pode se dizer que seguem aproximadamente uma progressão geométrica. Isto é, considerando o raio médio da órbita da Terra como uma unidade, a fórmula de Titius-Bode pode ser apresentada como $r_n = 0,4 + 0,3 \times 2^n$, em que ' r_n ' é raio orbital e ' n ' é o número sequencial do planeta a partir do Sol (figura 2).

Titius introduziu o parágrafo por conta própria, sem qualquer indicação de autoria, como se fizesse parte do texto original. A pedido de Bonnet, Titius moveu esse parágrafo (e outras inclusões) para uma nota de rodapé, a partir da segunda edição, em 1772, passando a indicar que era de sua autoria. Naquele mesmo ano, o astrônomo alemão Johann Elert Bode (1747-1826), aos 25 anos de idade, reproduziu o parágrafo de Titius na segunda edição de seu compêndio astronômico, *Manual para conhecer o céu estrelado*.

FALTANDO PLANETAS

A ideia da existência de um pequeno planeta desconhecido no vasto espaço entre Marte e Júpiter já havia sido sugerida anteriormente por diversos astrônomos, como Kepler e von Wolff.

A descoberta do planeta Urano, pelo astrônomo teuto-britânico William Herschel (1738-1822), em 1781, reforçou a credibilidade na lei de Titius-Bode e a possibilidade de ela ser usada para prever a existência de mais planetas. Graças a isso, vários astrônomos começaram a procura por um novo objeto entre as órbitas de Marte e Júpiter.

Em 1801, o padre e astrônomo italiano Giuseppe Piazzi (1746-1826) descobriu Ceres, confirmando, assim, a previsão da lei. Porém, além de esse corpo ser muito pequeno em comparação com os planetas, poucos meses depois foi descoberto Pallas, outro pequeno corpo, com órbita próxima à de Ceres. Como isso não estava previsto, foi proposto que esses pequenos corpos seriam fragmentos de um planeta que havia se rompido.

Além dessa questão, em 1846, foi descoberto o planeta Netuno, a uma distância bem inferior à prevista pela lei de Titius-Bode (figura 2).

Figura 2. Os valores obtidos para o raio orbital de cada um dos planetas pela lei de Titius-Bode e a distância média observada

Planeta	n	Distância observada (')	Titius-Bode
Mercúrio	$-\infty$	0,39	0,4
Vênus	0	0,72	0,7
Terra	1	1	1
Marte	2	1,52	1,6
Ceres*	3	2,77	2,8
Júpiter	4	5,2	5,2
Saturno	5	9,55	10
Urano*	6	1,92	19,6
Netuno*	7	30,09	38,8

(*) Planetas que ainda não haviam sido descobertos

(') Distâncias em unidades astronômicas (UA)

Figura 3. Titius (ao lado) e Bode (à direita)



Bode não deu os créditos a Titius, passando a fazê-lo apenas nas edições posteriores. É importante destacar que Bode teve um papel importante na divulgação e defesa da validade da 'lei'. Por causa disso, muitas vezes, ela é chamada 'lei de Bode'.

Após definir a distância do Sol até Mercúrio, Titius apresentou uma relação para se obter a distância até Vênus; outra até a Terra; e outra até Marte. Quando, então, comentou que, seguindo essa progressão, a relação seguinte indicava uma posição entre Marte e Júpiter, onde, até então, não havia objeto algum conhecido. Assim sendo, questionou “Haveria o Senhor Construtor deixado este local vazio?”, pergunta à qual ele mesmo respondeu: “Nunca!”, comentando que “sem dúvida este local pertence a satélites de Marte ainda não descobertos”.

Titius também disse que talvez Júpiter tivesse satélites ainda não observados. Na sequência, apresentou a relação para se obter a distância até Júpiter e outra até Saturno. Finalmente, o parágrafo é encerrado com a exclamação “Que relação louvável!”

*.) Gebet einmal auf die Weiten der Planeten von einander Achtung; und nehmet wahr, daß sie fast alle in der Proportion von einander entfernt sind, wie ihre körperlichen Größen zunehmen. Gebet der Distanz von der Sonne bis zum Saturn 100 Theile, so ist Mercurius 4 solcher Theile von der Sonne entfernt: Venus 4 + 3 = 7 derselben; die Erde 4 + 6 = 10; Mars 4 + 12 = 16. Aber sehet, vom Mars bis zum Jupiter kömmt eine Abweichung von dieser so genauen Progression vor. Vom Mars folgt ein Raum von 4 + 24 = 28 solcher Theile, darinn weder ein Haupt- noch ein Nebenplanete zur Zeit gesehen wird. Und der Bauherr sollte diesen Raum ledig gelassen haben? Dummermehr! laffet uns zuversichtlich setzen, daß dieser Raum sonder Zweifel den bisher noch unentdeckten Trabanten des Mars zugehöre; laßt uns hinzuthun, daß vielleicht auch Jupiter noch etliche um sich habe, die bis jetzt noch mit keinem Glase gesehen werden. Von diesem, uns unbekanntem Raume erhebt sich Jupiters Wirkungs-Kreis in 4 + 48 = 52; und Saturnus seiner, in 4 + 96 = 100 solcher Theile. Welches bewundernswürdige Verhältniß! T.

Parágrafo adicionado por Johannes Titius ao livro *Contemplação da natureza*, do filósofo e biólogo suíço Charles Bonnet, dizendo que as distâncias dos planetas ao Sol obedecem um determinado padrão

SIGNIFICADO FÍSICO Ao longo destes 250 de história, a lei de Titius-Bode esteve recorrentemente presente em trabalhos científicos. Em alguns casos, foi aplicada não somente a sistemas de planetas, mas também de satélites planetários, sendo aperfeiçoada com formulações matemáticas que resultaram em equações mais complexas e resultados mais precisos.

Com relação às interpretações físicas, surgiram diversos estudos. Os mais relevantes argumentam que as características do disco protoplanetário – a partir do qual teriam se formado os planetas – seriam as responsáveis pela distribuição orbital destes últimos. Porém, segundo modelos recentes de evolução do Sistema Solar, os planetas não se formaram nas órbitas onde se encontram atualmente, pois teriam sofrido migração ao longo do tempo.

Um fator que certamente afeta a estabilidade do sistema planetário é o espaçamento mínimo entre os planetas. Para que um sistema seja estável, as órbitas não podem estar muito próximas umas das outras. Porém, essas distâncias mínimas dependem também das massas dos corpos envolvidos, o que não é levado em consideração na lei de Titius-Bode.

Há trabalhos apresentando justificativas matemáticas de que esse tipo de 'lei' sempre pode ser obtido, sem a necessidade de um significado físico. Apesar de todas as argumentações contrárias, ainda hoje, versões da lei de Titius-Bode são usadas para estimar lugares mais prováveis onde procurar planetas em sistemas extrassolares.

ABSTRATO E CONCRETO

UMA DAS GRANDES 'ARMAS' da matemática é a abstração. Ao removermos qualquer referência a elementos reais, construímos ideias que podem ser aplicadas em problemas aparentemente muito diferentes.

Mas, sem dúvida, pensar em exemplos ajuda – e muito. Um teste elaborado pelo psicólogo inglês Peter Cathcart Wason (1924-2003) mostra isso de forma muito clara no que ficou conhecido como a 'tarefa de seleção de Wason'.

Vejamos. Você tem quatro cartas. De um lado de cada uma delas, há um número inteiro (par ou ímpar); do outro, uma letra (vogal ou consoante). A figura a seguir mostra uma possível sequência das quatro cartas:



Considere a seguinte hipótese: se, de um lado, há uma vogal, então, do outro, há um número par. Quais e quantas cartas temos que virar para verificar nossa hipótese?

Esse teste foi reproduzido inúmeras vezes – em geral, menos de 5% dos entrevistados responderam corretamente. Antes de prosseguir a leitura da coluna – sim, você pode fazer uma pausa, você consegue! –, procure resolvê-lo.

Ótimo. Agora, podemos discutir o teste. Analisemos carta a carta. Claramente, temos que virar a carta com a letra A, pois é justamente a hipótese que queremos confirmar (vogal/par). Nesta altura, vale a seguinte pergunta: é preciso virar a carta com a letra G? Não, pois nossa hipótese nada diz sobre cartas com consoantes.



FOTO: CICERO ROBINHES

DESAFIO

Suponha que tenhamos quatro cartas. De um lado, elas têm o tipo de bebida; do outro, a idade de quem bebe.

Nossa hipótese: 'se a pessoa tem menos de 18 anos, então não bebe cerveja'. Duas cartas mostram 'cerveja' e 'suco', e as outras mostram '21' e '15'. Quais e quantas cartas temos que virar?

SOLUÇÃO

DO DESAFIO PASSADO

Usando nossa As frações que calculamos foram 1 (dó inicial), 9/8, 81/64, 3/2, 27/16 e 243/128. A razão entre as notas é aproximadamente 12,5%, exceto entre 3/2 (sol) e 81/64 (mi), que é 18,5%. Ao introduzirmos 4/3 entre as duas, temos uma razão de 5,3% entre 4/3 (fá) e 81/64 (mi), e 12,5% entre 3/2 (sol) e 4/3 (fá).

Passando para a carta com o 2 – muitos sugerem que devemos virá-la. Seria necessário? Haveria algum problema caso ela tivesse uma consoante? Nenhum, pois, mais uma vez, em nossa hipótese, não há restrição para que tipo de número aparece em uma carta com consoante.

Finalmente, a carta com o número 5. Será que temos que virá-la? A resposta pode surpreender: sim, temos, pois, se houver nela uma vogal, teremos, então, provado que nossa hipótese inicial está incorreta.

Portanto, precisamos virar duas cartas: A e 5.

Entender por que uma porcentagem tão grande de entrevistados erra esse problema é interessante. Uma possível razão: para verificarmos se uma proposição do tipo 'se P então Q' é verdadeira, devemos não só provar que quando ocorre P (vogal) também ocorre Q (par), mas também verificar que quando ocorre a negação de Q (ímpar) ocorre a negação de P (consoante).

Uma das lições do teste de Wason: podemos dar uma 'escorregada lógica' com muita facilidade.

E como funciona com exemplos? Aparentemente, o resultado é muito melhor, e a maior parte das pessoas não tem problema em resolver um problema totalmente análogo ao que apresentamos aqui. Mas esse problema deixamos aí abaixo como desafio para você, caro(a) leitor(a). Pode continuar a leitura!

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

INVERSÕES NADA REPUBLICANAS

CRISES POLÍTICAS, como a atravessada pelo país nos últimos tempos, produzem fortes efeitos de ofuscação. Tendem a ser feéricas e dotadas de tal fertilidade de facetas que acabam por confirmar uma bela intuição da lavra do escritor israelense Amós Oz, a de que o excesso de luz por vezes ofusca a verdade. Usemos com pudor o termo ‘verdade’, substituindo-o, se calhar, pelo mais comedido ‘capacidade de observação’.

Os hábitos correntes da análise política — acadêmica ou jornalística — com frequência vinculam o analista ao abismo da conjuntura e do momento imediato, como se ambos fossem cenários suficientes para detectar a ordem de causalidade que os instituiu e a série de efeitos que deles pode ser deflagrada. O impacto do instante, não raro revelado e conduzido por enredos novelescos, gera aturdimento e expectativa com relação à próxima atração. Nossa percepção da passagem do tempo parece afetada tanto pela inoculação diária de espanto quanto pela construção da expectativa do instante seguinte.

A divisão intelectual do trabalho presente nas humanidades — tal como inscrita nos demais campos — inibe a cooperação transdisciplinar. Em particular, a análise política ganharia maior abrangência de perspectiva se incluísse em suas observações a dimensão do tempo histórico. Para além dos jogos imediatos e configuradores da trama momentânea da política, é importante lembrar que todo momento e toda conjuntura, ainda que possuam aspectos presentes que lhes são inerentes, são pontos no tempo sobre os quais desabam efeitos provenientes do passado. Além da dimensão da espacialidade, a experiência humana é fortemente afetada pela presença do tempo e da duração. Nenhum momento, por mais dramático que seja, é desprovido de história: não há evento destituído de passado e futuro.

Este longo exórdio pretende apenas sugerir duas ordens de fatores, a meu juízo, constituintes da crise política vivida pelo país neste último ano. Temo que a ‘leitura’ da crise, sem os marcadores que serão indicados, torna nosso exercício reflexivo refém de espantos e expectativas voláteis. Trata-se de indicar duas tendências macropolíticas exponenciadas pela história recente. Ambas podem ser designadas como formas de inversão que afetam o exercício da representação política no Brasil, a partir da década de 1980.



FOTO: CICERO RODRIGUES

A ‘leitura’ da crise, sem os marcadores indicados, torna nosso exercício reflexivo refém de espantos e expectativas voláteis

A primeira diz respeito à inversão das relações usuais entre campanhas eleitorais e exercício dos mandatos. A observação usual da política baseia-se na suposição de que as campanhas são meios para obtenção de mandatos — tanto executivos como legislativos. A inversão de que falo tem a ver com o fato de que, no processo eleitoral, as campanhas ganham maior relevância em detrimento dos mandatos, e estes apresentam-se como fator relevante para campanhas posteriores.

A partir da década de 1980, alguns fatores tornaram-se salientes: financiamento público da atividade partidária, financiamento privado de campanhas e forte financiamento ilegal das mesmas. O volume de recursos e a quantidade de ‘pessoal’ — entre candidatos e ‘pessoal de apoio’ envolvidos — configura uma atividade econômica regular, mobilizada em bases permanentes, dado o calendário bienal das eleições brasileiras. A sugestão que aqui deixo é a de que o fenômeno eleitoral brasileiro deve ser interpretado como *case* de economia política, e não mais como singela aplicação dos princípios representativos.

Outra ordem de inversão, também agravada a partir daquela década, mas com DNA originário do regime militar, tem a ver com a progressiva construção de uma república fundada na representação dos representantes. Mais do que a distinção entre representantes e representados, estabeleceu-se no Brasil um abismo entre os dois universos. As relações entre ambos são preenchidas por temporadas de captura de sufrágio, nas quais os partidos, sem nexos regulares com o mundo extraparlamentar, buscam obter pela disputa eleitoral volume de votos suficiente para lhes garantir presença parlamentar e executiva. A representação, uma vez constituída, vincula-se a um modelo no qual o Poder Executivo exerce forte capacidade de atração. Um mandato parlamentar ‘bem-sucedido’ é aquele no qual o representante se faz representar na esfera do Poder Executivo. O mecanismo configura, portanto, um modelo de representação dos representantes, em detrimento das expectativas de que os representados constituem, afinal, a base do sistema representativo.

Voltarei ao tema. **CH**

RENATO LESSA | Instituto de Ciências Sociais, Universidade de Lisboa | rlessa@pq.cnpq.br

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>

