

CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

NÚMERO 326 | VOLUME 55 | JUNHO 2015 | R\$ 10,95



Amazônia pré-histórica

Como os povos da região domesticaram plantas para se adaptar a um ambiente inóspito

PORTO DO AÇU
Complexo industrial gera impactos graves em seu entorno

OCEANOS DE PLÁSTICO
Jenna Jambeck defende mudanças no modo de lidar com o lixo

TELEPARALELISMO
Uma nova forma de pensar a gravitação



ESSA CHUVA PODERIA
REABASTECER
O SUDESTE,
RECUPERAR
O SERTÃO E MATAR A
SEDE
DE MUITA GENTE.
PENA QUE
CAIU NO MAR.

O planeta ainda tem muita água, mas menos de 1% dela está disponível para o nosso consumo. Por isso, não adianta só esperar pela chuva. Faça sua parte. Evite o desperdício.

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

DIRETORIA

Diretor Presidente | Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF)
Diretores Adjuntos | Caio Levenkopf (Instituto de Física/UFF) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ);
Superintendente Executiva | Bianca Encarnação
Superintendente de Projetos Educacionais | Ricardo Madeira

CIÊNCIA HOJE | SBPC

Editores Científicos | Ciências Humanas e Sociais – Maria Alice Rezende de Carvalho (Departamento de Sociologia e Política/PUC-Rio) e Ricardo Benzaquen de Araújo (Departamento de História/PUC-Rio) | Ciências Ambientais – Jean Remy Guimarães (Instituto de Biofísica/UFRJ) | Ciências Exatas – Ivan S. Oliveira (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) | Ciências Biológicas – Andrea T. Da Poian (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ).

REDAÇÃO

Editora Executiva | Alicia Ivanissevich
Editor de Forma e Linguagem | Cássio Leite Vieira
Editor de Texto | Ricardo Menandro
Setor Internacional | Cássio Leite Vieira
Estagiários | Everton Lopes Batista e Valentina Leite

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. Constituinte, 16, Conjunto Morada do Sol, Aleixo. CEP 69060-081 Manaus, AM. Tel.: (92) 3236-5326

PUBLICIDADE | Sandra Soares (gerente) | Rua Dr. Fabrício Vampre, 59, Vila Mariana, CEP 04014-020, São Paulo, SP. Telefax: (11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br).

Circulação e assinatura | Gerente | Fernanda L. Fabres. Telefax: (21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br)

REPRESENTANTES COMERCIAIS

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

EXPEDIÇÃO | Fernanda Fabres

IMPRESSÃO | EDIGRAFICA

CIÊNCIA HOJE | Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ. Tel.: (21) 2109-8999 – Fax.: (21) 2541-5342 |
Redação (cienciahoje@cienciahoje.org.br)



A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, fundada em 1948, é uma entidade civil sem fins lucrativos, voltada para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país.
Sede nacional: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP. Tel.: (11) 3355-2130.

APOIO:



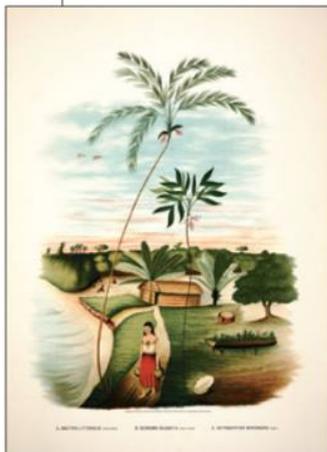
COMO SOBREVIVEMOS NA AMAZÔNIA

Milhares de anos antes de Cristo, grupos humanos que viviam da caça e da coleta passaram a manipular plantas e animais de modo a torná-los cada vez mais eficientes para uso na alimentação e na produção de instrumentos. No chamado Crescente Fértil, região do Oriente Médio que vai do Egito à Mesopotâmia, foram encontradas, por exemplo, as primeiras evidências de domesticação da cevada, do trigo e do linho, em cerca de 8.500 a.C. No Novo Mundo, diferentes povos – da América Central aos altiplanos andinos – domesticaram a abóbora, o milho, a batata, a quinoa, o feijão e o algodão. Mas o que dizer da Amazônia?

A questão vem ganhando espaço nas pesquisas arqueológicas recentes. E é sobre os registros de domesticações feitas por populações pré-históricas que viveram no imenso território amazônico que trata o artigo de capa desta edição. Nessa região aparentemente desabitada, povos floresceram e deixaram seus frutos – muitos dos quais hoje tanto apreciamos, ainda que desconheçamos suas origens.

A mandioca, a pupunha e o guaraná são apenas alguns exemplos. Vale a pena conhecer esta história de domesticação na Amazônia que nos ajuda a compreender a dimensão do que é se adaptar a um dos mais desafiadores biomas do planeta.

Em tempo: se você é aluno ou professor do ensino médio, não deixe de conferir a seção 'Fora do quadro'.



CAPA: BACTRIS RIPARIA MART. ILUSTRAÇÃO DE JOÃO BARBOSA RODRIGUES. SERTUM PALMARUM BRASILIENSISUM. (1903) / EXTRAIDA DE WWW.PLANTEILLUSTRATIONS.ORG

A redação

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



**PARECE COISA
DO FUTURO.
MAS É REALIDADE.**

PETROBRAS. VENCEDORA DO OTC AWARD 2015.

O prêmio de tecnologia mais importante da indústria mundial de óleo e gás é nosso.

A conquista do pré-sal pode até parecer o roteiro de um filme futurista, mas já é realidade: uma imensa reserva de energia a 7 mil metros abaixo do nível do mar, que já produz mais de 700 mil barris de petróleo por dia. Tecnologias comprovadamente colocadas em prática com sucesso, eficiência e segurança que garantiram o nosso reconhecimento mundial.



CONHEÇA MAIS SOBRE AS TECNOLOGIAS PREMIADAS:
WWW.PETROBRAS.COM.BR/TECNOLOGIASDOPRESAL



Ministério de
Minas e Energia



o desafio é a nossa energia

CH ON-LINE	5	
O LEITOR PERGUNTA	6	Por que o cafuné produz um efeito tão relaxante? Como funciona o dispositivo através do qual Stephen Hawking fala? As propriedades afrodisíacas da planta catuaba foram comprovadas cientificamente?
ENTREVISTA	8	JENNA JAMBECK OCEANOS PLASTIFICADOS Engenheira ambiental defende mudanças na forma de lidar com o lixo
EXATAMENTE	10	O FOGO DE CONSTELAÇÕES EXTINTAS Coisas simples estão imbuídas do mistério do pertencimento ao universo
MUNDO DE CIÊNCIA	11	
A PROPÓSITO	17	O OLHAR DO DONO Ocitocina seria a responsável pelo forte laço estabelecido entre cães e seus donos

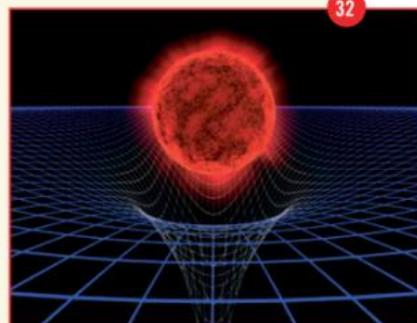
PRESENTES DO PASSADO **18** Domesticação de plantas na Amazônia promovida por milênios pode ajudar a entender como o ser humano se adapta a biomas desafiadores
 Por Helbert Medeiros Prado e Rui Sérgio Sereni Murrieta

EFEITOS DA LUZ NOS RITMOS HUMANOS **24** Relógio interno que dita momentos de atividade e repouso também define certos comportamentos e processos metabólicos
 Por Ana Maria de Lauro Catrucci

ACEITAR O FATO E QUESTIONAR AS TEORIAS **28** O fenômeno da evolução e suas explicações teóricas devem ser diferenciados na educação básica
 Por Leonardo de Bem Lignani e Maicon Jeferson da Costa Azevedo

TELEPARALELISMO – UMA NOVA FORMA DE PENSAR A GRAVITAÇÃO **32** Teoria alternativa busca responder questões simples, como ‘Por que os corpos caem?’ ou ‘Por que a Terra gira em torno do Sol?’
 Por Ruben Aldrovandi e José Geraldo Pereira

DAS MOSCAS AOS HUMANOS **36** Iniciadas com moscas, pesquisas em genética de populações no Brasil levaram a um debate intenso sobre a questão da ‘mistura racial’ no país
 Por Vanderlei S. de Souza e Ricardo Ventura Santos



LINHA DO TEMPO	41	RACISMOS Discriminações brotam em contextos históricos específicos e atendem a desígnios políticos claros
PELO BRASIL	42	
FORA DO QUADRO	46	BRASIL ‘MESTIÇO’ A questão da mistura de raças foi idealizada e encobriu dados sobre a rica diversidade do país
	48	GRAVIDADE: TEORIAS VARIADAS Conheça diferentes abordagens para explicar o fenômeno que ainda desafia físicos
CRÍTICA	50	LAPSOS DE VIDA Filme <i>Para sempre Alice</i> reforça urgência na busca de um tratamento eficaz contra a doença de Alzheimer
OPINIÃO	52	PLANTAS EXÓTICAS INVASORAS: PROBLEMA IGNORADO Disseminação de espécies no país requer a adoção urgente de medidas
	54	PORTO DO AÇU: IMPACTOS DE UM MEGAEMPENDIMENTO Complexo industrial traz sérias consequências para São João da Barra
	56	AS LIÇÕES DA EROSIÃO NO PORTO DO AÇU Problemas na construção do complexo devem gerar ações que servirão de exemplo
RESENHA	58	CIÊNCIA, ESPIONAGEM E ÓTIMA LEITURA Resenha do livro <i>Half-Life</i> , de Frank Close
MEMÓRIA	60	O MAPA DE SMITH Há 200 anos, foi publicada carta geológica inovadora da Grã-Bretanha
CARTAS	62	
QUAL O PROBLEMA	63	O SUSPIRO DE CÉSAR Como calcular quantos átomos foram exalados no último suspiro do imperador romano
SOBRE HUMANOS	64	A ESQUERDA E A ISLAMOFOBIA Não se deve abrir mão de valores mais fundos hoje negados pelo radicalismo religioso

NOTÍCIAS

GALERIA

ENTREVISTA

VÍDEO



FOTO SHARIF PASTEUR

EPIDEMIOLOGIA > O INIMIGO MORA AO LADO

Mosquitos transmissores da dengue são utilizados mais uma vez no combate à doença. Técnica desenvolvida no Brasil usa fêmeas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* para levar doses de inseticida a criadouros de difícil acesso ao homem.

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

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

MEIO AMBIENTE > James Lovelock, pessimista ou realista?

Jean Remy Guimarães fala sobre as previsões desse famoso cientista inglês, que acredita ser inevitável um aquecimento global bem maior do que o estimado hoje, com consequências drásticas para a humanidade.



FOTO JONATHAN COBERT/UTDR - CC BY-NC-ND 2.0



FOTO FLICKR - D REICHAHIT - CC BY-NC-ND 2.0

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

MEDICINA > Diabetes e TV

Estudo norte-americano conclui que cada hora diária passada em frente à televisão aumenta em 3,4% o risco de diabetes. O tempo que se passa sentado no trabalho também contribui para o desenvolvimento da doença.

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

ARTE E CIÊNCIA > Dinossauros invadem o museu

Desenhos e esculturas – algumas em tamanho real – dão vida a esses gigantes da pré-história em exposição no Rio de Janeiro.



FOTO MARCELO MACIEL/ALAMY



ALEXSEY LISOVSKY - FREEMAGES

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

FÍSICA > Uma força sempre presente

Motivado pelos 100 anos da Teoria da Relatividade Geral, grande passo de Albert Einstein na compreensão da gravidade, Adilson de Oliveira aborda em sua coluna a evolução do conhecimento sobre essa força invisível que age sobre todos os corpos no universo.

e muito mais >>>

Acompanhe a CH On-line também no

facebook

twitter

YouTube

tumblr

del.icio.us

JOÃO VIEIRA, RIO DE JANEIRO/RJ

Por que o cafuné produz um efeito tão relaxante?

NOSSO CÉREBRO desenvolveu várias formas de descobrir se existe perigo próximo de nós ou se estamos em segurança. Para isso, ele é ajudado por pequenas estruturas chamadas 'receptores sensoriais', que existem nos olhos, ouvidos, nariz, boca e pele.

Na pele, há muitos receptores diferentes, que detectam diversas pistas do ambiente: frio, calor, dor, movimento, além de variados tipos de toque. Esses receptores estão ligados a prolongamentos de células nervosas, chamadas 'fibras sensoriais', que funcionam como 'cabos de comunicação' que formam os nervos e informam nosso cérebro da existência dessas pistas. O cérebro, então, se ativa, criando a sensação do que sentimos a cada instante.

As fibras sensoriais mais finas são as maiores responsáveis por indicar se o que está tocando nossa pele é perigoso ou nos dá segurança. Um objeto pontiagudo, por exemplo, ativa os receptores de dor. Junto com a dor, nosso cérebro produz várias modificações em todo o organismo: ficamos mais atentos, nosso coração passa a bater mais rápido, começamos a suar e nossos músculos ficam mais contraídos. Tudo isso ocorre para preparar o corpo para tomar providências contra aquilo que está nos machucando: ou tirar o objeto do caminho ('lutar' contra ele), ou mudar nossa caminhada para outra direção ('fugir' do objeto pontiagudo).

Quando nos sentimos seguros, nada disso ocorre. Ficamos mais relaxados e felizes. E uma maneira de o cérebro entender que está tudo bem é quando recebemos toques leves e repetitivos, como o cafuné, ou quando somos acariciados. As carícias ativam outro tipo de receptor sensorial da pele que tem o efeito oposto dos receptores dolorosos: ficamos calmos, nossos músculos se relaxam e nos sentimos felizes. É por meio desse tipo de sensação que surgem os laços que ligam os pais a seus filhos, ou os casais que se amam.

João Guedes da Franca
INSTITUTO DE BIOFÍSICA,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO



FOTO DE DOUG WHEELER / FLORENCE CC BY 2.0

WILMAR LEITE, RIO DE JANEIRO/RJ

As propriedades afrodisíacas da planta catuaba foram comprovadas cientificamente?



Anemopaegma glaucum

NÃO. Originária do Brasil, a catuaba é uma bebida alcoólica preparada a partir de diversas plantas conhecidas popularmente com esse nome, entre elas as espécies *Erythroxylum catuaba*, *Eriothea candolleana*, *Anemopaegma glaucum* e *Avenca paeagma mirandum*.

Existem muitos relatos do uso popular da catuaba, mas faltam estudos científicos que possam avaliar o efeito afrodisíaco e a segurança de uso de produtos obtidos com essas espécies vegetais.

Como em muitos casos a disfunção sexual pode ser consequência de fatores psicossomáticos, provavelmente nesses relatos sobre a catuaba está envolvido o efeito placebo (efeito terapêutico resultante da crença no poder de cura de uma substância, alimento, medicamento ou procedimento sem eficácia comprovada).

João Ernesto de Carvalho

FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS,
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

MOHAMAD FARAD, RIO DE JANEIRO/RJ

Como funciona o dispositivo através do qual Stephen Hawking fala?

PARA PESSOAS com restrições musculares severas, como o físico Stephen Hawking, as tecnologias utilizadas transformam pequenos movimentos musculares da face em caracteres em uma tela de computador. Funciona como um *mouse* supersofisticado onde, em vez dos movimentos das mãos, a pessoa movimenta algum músculo da face.

No caso de Hawking, são usados os músculos do maxilar e das pálpebras. Assim, ele movimenta o maxilar – o mesmo movimento que fazemos quando mastigamos chiclete – ou pisca, sendo esses sinais interpretados por um programa e enviados para um computador portátil ou *tablet*.

Recentemente, o sistema foi aprimorado com alguns recursos de inteligência artificial, como ocorre nos *smartphones* mais avançados, em que o computador entende a frase que estamos escrevendo e a completa sem a necessidade de digitarmos todos os caracteres.

No Centro Interdisciplinar de Tecnologias Interativas da Universidade de São Paulo (CITI/USP), estamos desenvolvendo tecnologias similares para pessoas com necessidades especiais, principalmente aquelas que usam cadeiras de rodas.

Marcelo Knorich Zuffo

CENTRO INTERDISCIPLINAR DE TECNOLOGIAS INTERATIVAS,
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

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

JENNA JAMBECK

OCEANOS PLASTIFICADOS

Estudo liderado por Jenna Jambeck, da Faculdade de Engenharia da Universidade da Geórgia (EUA), traz números assustadores. Por exemplo, este ano, a população costeira de 192 países fará chegar aos oceanos cerca de 9 milhões de toneladas de plástico. E o futuro não desemboca em cenário mais alentador: em 2025, essa quantidade deve dobrar. Até lá, o *H. sapiens* terá feito a proeza de acumular uns 150 milhões de toneladas de plástico na superfície e no fundo de mares e oceanos.

Dá para piorar? Sim. Não sabemos o que ocorre com 99% desse plástico. Jambeck e colegas estimam que até 4,5% da produção anual de plástico no mundo acabem nos oceanos. Entre os 20 países que mais contribuíram para essa poluição, a China está em 1º (1,32 milhão de toneladas anuais – mta), e o Brasil, em 16º (de 0,07 a 0,19 mta). O único ‘desenvolvido’ são os EUA (20º, com 0,04 a 0,11 mta). Em entrevista à *CH*, Jambeck acha que há solução para o problema. “Sou otimista”. Mas, para isso, é preciso mudar o modo como pensamos sobre o lixo.

CÁSSIO LEITE VIEIRA | CIÊNCIA HOJE | RJ



FOTO ACERVO PESSOAL

A primeira estimativa sobre a quantidade de plástico que acaba nos oceanos foi na década de 1970. Desde então, seria possível estimar quantos milhões de toneladas de plástico chegaram aos oceanos? A primeira estimativa, feita pela Academia Nacional de Ciências [dos EUA], foi antes de o despejo de detritos nos oceanos ser regulamentado. Aquela estimativa envolvia todos os tipos de detritos e não só plásticos. Então, respondendo à sua pergunta: não, não é possível fazer uma estimativa retroativa de nossos resultados, pois não temos os dados de todos os países para fazer essa avaliação.

Temos ideia de onde vai parar todo esse plástico que chega aos oceanos? Quanto dele flutua e quanto afunda? Não sabemos exatamente onde vai parar todo esse plástico. Sabemos apenas que ele tem sido achado flutuando nos oceanos, além de estar em sedimentos, no fundo do mar, na biota [conjunto de seres vivos] marinha e no gelo oceânico. As resinas que flutuam são polietileno e polipropileno, mas a caracterização dos detritos não está especificada pelo tipo de resina. Portanto, não sabemos quanto há de cada um deles no plástico que acaba nos oceanos.

Qual o impacto desse plástico para o ambiente marinho? E quanto tempo, em média, esse lixo leva para se degradar? Plásticos não se degradam biologicamente. Quando a maioria das pessoas se refere a ‘degradação’, elas estão falando de como esse plástico sofre a ação de intempéries, como luz solar e ondas dos oceanos, e, depois disso, fragmen-

ta-se, formando partículas cada vez menores. Mas, mesmo assim, esse material continua sendo plástico. Sabe-se que plástico tem sido ingerido por diferentes animais, incluindo tartarugas marinhas e baleias. Ele pode preencher o estômago dessas espécies e, assim, levá-las à morte. O plástico também pode se enroscar nos animais. Além disso, pequenos fragmentos de plástico absorvem contaminantes – como DDT [inseticida], PCBs [óleo tóxico usado pela indústria] e retardadores de chamas – e podem ser transportados pelos oceanos, com consequências ainda desconhecidas.

O que sabemos sobre a circulação do plástico que chega aos oceanos? É possível que o lixo plástico de um país acabe no litoral de outro? Ao boiarem, pequenas partículas plásticas tendem a se agregar nos cinco giros [grandes sistemas de correntes marinhas rotativas] oceânicos. No entanto, esse plástico pode ser levado para qualquer lugar do mundo, incluindo de um país para outro. E isso depende não só de correntes locais e globais, mas também do regime de ventos.

O plástico biodegradável seria uma solução? Gostaríamos que o plástico fosse manejado de modo apropriado ao longo da cadeia do lixo. Mas, se ele não for, então, o plástico biodegradável poderia ajudar, se ele se biodegradasse em um subproduto que realmente não causasse impacto em ecossistemas, nem prejudicasse a saúde de animais e humanos.

Qual é o tipo de plástico mais comum que chega aos oceanos? Sacolas de supermercado, garrafas de bebidas... Nosso estudo não discriminou o detrito plástico a ponto de indicar quais são os itens mais comuns. Trabalhamos apenas com a massa de plástico. Nesse sentido, sugiro os dados do [programa] Limpeza Internacional Costeira da [ONG] Ocean Conservancy [<http://bit.ly/1hi2qSU>], para se ter uma ideia do lixo plástico mais comum recolhido nas praias. Esses dados poderiam ajudar a esclarecer a questão. [Em tempo: o relatório do ano passado dessa entidade informa que entre os tipos de plástico mais comuns coletados em praias de vários países estão embalagens de comida, garrafas, tampinhas, canudinhos e sacolas plásticas – no geral, o lixo mais comum é a ponta de cigarro.]

Agora que temos uma estimativa melhor sobre o problema dos plásticos que chegam aos oceanos, qual seria a melhor estratégia para lidar com o problema? Podemos diminuir a geração de lixo plástico e aumentar a quantidade coletada e submetida ao manejo correto. Para isso, precisamos trabalhar juntos, combinando iniciativas locais e globais que sejam cultural e socialmente apropriadas. E precisamos de participação global de vários atores, baseada nos diversos interesses globais desse ti-

po de trabalho. Sou otimista: acho que isso pode ocorrer. Mudando o modo como pensamos sobre o lixo, valorizando o manejo dele, coletando-o, recolhendo-o e armazenando-o, podemos abrir novos empregos, criar oportunidades de inovação econômica e, além disso, melhorar as condições de vida e a saúde de milhões de pessoas no mundo, bem como proteger nossos oceanos.

Uma das figuras de seu artigo [Science, 13/02/15] mostra que os países asiáticos – especialmente, a China – estão entre os responsáveis pela geração de maiores quantidades de plástico nos oceanos. Por quê? O objetivo de nosso estudo foi criar uma estimativa global. E, para isso, tínhamos que usar dados referentes a cada país, para construir nosso cenário geral. O estudo não era sobre acusar este ou aquele país, mas sobre examinar que aspectos influenciavam a posição de um deles em nossa lista. Primeiramente, a densidade de população costeira – quantas pessoas estão gerando detrito numa faixa de 50 km do mar? Depois, quanto detrito plástico cada pessoa está gerando? E, finalmente, o percentual de manejo inadequado – quanto do lixo gerado por todas aquelas pessoas acaba acidentalmente nos oceanos? Então, o que você irá encontrar perto do topo da lista são, em sua maioria, países de renda *per capita* média e com rápido crescimento econômico que ainda não foram capazes de desenvolver sistemas para fazer o manejo apropriado do aumento na geração de lixo que acompanha o crescimento econômico. Há um país de alta renda *per capita* na lista, os Estados Unidos. Apesar de nosso sistema de manejo de lixo ser bem planejado e eficaz – exceção para aquele que as pessoas jogam em lugares públicos, por exemplo –, temos uma extensa população costeira e uma alta taxa de geração de lixo.

Em sua opinião, há algum país que lida de modo exemplar com o problema de evitar que o lixo plástico chegue aos oceanos? Aqueles que coletam, recolhem e armazenam os detritos ao longo de toda a cadeia do lixo fazem isso de modo exemplar. Entre os mais industrializados, têm ajudado bastante aqueles que conseguiram reduzir a quantidade de lixo por pessoa.

Hoje, tem partidos verdes e ONGs ambientais em vários países; há uma consciência mundial de que é preciso proteger o ambiente; num número significativo de países, ensinam-se noções de ecologia às crianças. No entanto, a poluição ambiental, em termos gerais, parece que só aumenta década após década. Como explicar isso? O que nosso estudo mostrou é que a chamada ‘densidade de poluição’ teve grande influência no cenário geral dos resultados, mostrando, portanto, de modo incisivo, que o modo como cada pessoa age pode fazer a diferença. Isso dá a elas o poder de fazer escolhas que podem ajudar, em termos globais, com esse e outros problemas. 



As coisas mais simples – como olhar uma paisagem, como segurar uma pedra – estão imbuídas do mistério do pertencimento ao universo

O FOGO DE CONSTELAÇÕES EXTINTAS

O sociólogo alemão Max Weber (1864-1920) elaborou o conceito de “desencantamento do mundo” em um texto de 1917 como o extenso processo de negação do pensamento mágico, a dessacralização, a racionalização elaborada pelo cristianismo e levada a termo pela ciência. Segundo ele, a existência cotidiana poderia se transformar em uma “jaula de ferro” árida e desumana.

O encantamento estava associado não somente ao significado e propósito transcendentes, mas também ao maravilhamento e à surpresa que a modernidade – com sua ênfase científica em leis naturais imutáveis – havia removido do mundo.

E, de certa forma, Weber está correto: tudo se tornou quantificável no mundo moderno pela revolução tecnológica. Não só a ciência, mas a burocracia e a organização estatal também tornam o mundo mais racional e eficiente. Muitos outros pensadores, conhecidos como os ‘pessimistas culturais’, continuaram essa crítica aos valores racionalistas do Iluminismo. E nas décadas de 1950 e na seguinte, com o surgimento da bomba de hidrogênio, a visão negativa da ciência foi reforçada.

Mas será que tudo o que resta à humanidade é se contentar com um universo frio e desconectado do ser humano?

Tomemos dois exemplos. Primeiro, o grande triunfo da física nuclear não foi a bomba, mas, sim, o entendimento de como a mistura dos elementos – principalmente, o hidrogênio e o hélio nas estrelas, e o carbono e o oxigênio, nos planetas – foi produzida por reações nucleares no universo primordial e, depois, nas fornalhas de cada um dos sóis. Foi a compreensão de que todos os elementos pesados – como o ferro, que corre em nossas veias acoplado à molécula de hemoglobina, bem como o sódio e o potássio, que transmitem os impulsos nervosos – foram forjados nos catastróficos ambientes estelares.

Segundo, todos sabemos que a luz visível é apenas uma vibração caracterizada por uma determinada frequência lá pelo meio do chamado espectro eletromagnético. À esquerda dela, temos as ondas infravermelho, as micro-ondas, as ondas de rádio e outras com frequências baixas. À direita, as ondas ultravioleta, os raios X, os raios gama e outras com frequências altas.

Mas apenas a luz visível – essa pequena janela por onde enxergamos – propaga-se facilmente na água, da ordem de dezenas de metros – as micro-ondas, por exemplo, penetram só décimos de milímetro nesse meio. Claro que os seres que evoluíram a partir da água carregam essa marca em seus aparelhos visuais, determinada, em última análise, pela estrutura atômica das moléculas da água. Ou seja, evolução e mecânica quântica (a teoria do diminuto mundo atômico) se articulando no aparelho visual humano.

Se há um movimento de desumanização da física – por esta usar conceitos desconectados de nosso cotidiano –, há, ao mesmo tempo, a explicitação da conexão profunda entre nossa materialidade mais visceral – a matéria que forma nossas células, nosso sangue, nossos olhos... – com a água, com o planeta e com o universo como um todo.

E isso em apenas dois exemplos (física nuclear e eletromagnetismo) de inúmeros que poderíamos citar.

Provavelmente, o poeta e crítico brasileiro Manuel Bandeira (1886-1968) intuía essa conexão quando escreveu “Belo belo, Tenho tudo quanto quero. Tenho o fogo de constelações extintas há milênios. E o risco brevíssimo – que foi? passou – de tantas estrelas cadentes. [...] Quero a delícia de poder sentir as coisas mais simples.”

Nosso argumento é que as coisas mais simples – como olhar uma paisagem, como segurar uma pedra – estão imbuídas do mistério do pertencimento ao universo. A ciência re-encanta o mundo. **GH**

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

DESTAQUE > BIOLOGIA > TÉCNICA CAUSA CALOROSA DISCUSSÃO SOBRE LIMITES DA CIÊNCIA

Embriões modificados: gen(ética)?

Publicado o primeiro artigo que aproxima da realidade a modificação genética de seres humanos. Delicado do ponto de vista da ética, o trabalho causou uma avalanche de comentários em periódicos científicos e sites na internet. Afinal, haveria um limite ético para o tema? Ou essa linha de pesquisa deveria ser proibida? Caso não, até onde poderiam chegar os experimentos?

Grupos nos Estados Unidos e na China têm como objetivo de suas pesquisas, informa a revista *New Scientist* (23/04/15), editar o material genético de embriões. Um dos resultados dessa área acaba de ser publicado. E tudo indica que as discussões em torno do caso estão só começando.

A técnica que permite essa manipulação é conhecida pela sigla Crispr. Editar genes não é nenhuma novidade. É comum em células e animais de laboratório. Mas, em outros seres, esse procedimento tem muitas complicações: custos, tempo e complexidade. Porém, com a Crispr, esses trabalhos ficaram mais baratos e ágeis.

O 'problema' é que vários grupos no mundo estão tentando aplicar a Crispr a embriões humanos. O primeiro desses resultados é o da equipe de Junjiu Huang, da Universidade Sun Yat-sen (China). O artigo levantou dúvidas éticas para os pareceristas e os periódicos: afinal, deve-se ou não aceitar tais estudos? Mais: esse tipo de pesquisa deve ser permitido? Mais ainda: seria aceitável criar bebês sob encomenda?

Certamente, a questão merece reflexão.

A equipe de Huang driblou uma das questões éticas: usou embriões fertilizados por dois espermatozoides e que, por isso, não sobrevivem mais do que alguns dias. Esse tipo de embrião, denominado polispérmico, segundo Huang, é descartado pelas clínicas de fertilização assistida.

Nesse tipo de embrião, por meio da técnica Crispr, a equipe tentou editar ('corrigir') um gene que, quando defeituoso, causa a chamada talassemia (tipo beta), quadro marcado por problemas com a hemoglobina (proteína do sangue responsável pelo transporte de oxigênio). Dos 86 embriões — todos eles doados voluntariamente —, só quatro tiveram sucesso nessa edição. Além disso, houve efeitos indesejáveis: a alteração de genes que não eram o alvo inicial da pesquisa.

Essas modificações indesejadas — tipo de ruído que, segundo especialistas, não pode ser eliminado da Crispr — podem causar doenças sérias. Daí as dúvidas sobre o uso futuro dessa técnica em crianças, para modificar genes e tratar doenças hereditárias — por sinal, pesquisas indicam que a opinião pública de vários países apoia esse tipo de intervenção genética.

Conclusão de Huang e colegas: a técnica precisa ser melhorada em termos de confiabilidade e especificidade, sendo ainda imatura para aplicação médica. Especialistas dizem que, talvez, esses problemas sejam, em parte, pelo fato de a equipe ter trabalhado com embriões anormais.

A TOQUE DE CAIXA O artigo saiu — para usar uma expressão surrada, mas bem apropriada para a situação — 'a toque de caixa'. Foi submetido ao periódico *Protein & Cell* em 30/03/15, aceito no dia seguinte e publicado em 18/04/15. Portanto, dá para supor que não passou por apreciação detalhada de especialistas.

Os periódicos *Science* e *Nature* já haviam rejeitado o artigo, alegando questões éticas. Justificativa do editor da *Protein & Cell*: o objetivo principal em publicar o artigo foi fazer "soar um alarme" e que isso não deve ser visto nem como apoio, nem encorajamento para esse tipo de pesquisa ou tentativas similares. Mas "uma discussão precisava ser iniciada", escreveu o editor.

Há quem diga que essa linha de pesquisa — obviamente, com o aprimoramento da técnica — tornaria possível a produção de humanos geneticamente modificados. É, certamente, uma questão que extrapola a ciência e deveria ser debatida com a sociedade. Nesse sentido, vale citar aqui o livro *O terceiro chimpanzé*, de Jared Diamond (Rio de Janeiro: Record, 2011); e a série de TV *The event* (O evento). No primeiro, o autor enfatiza os 2% que nos diferenciam dos chimpanzés; na segunda, a Terra é invadida por 'alienígenas' cujo DNA é só 1% diferente do nosso. Moral de um caso real e de uma ficção: pequenas modificações, grandes diferenças.

QUAL DAS SOLUÇÕES? Há cerca de duas décadas, o geneticista brasileiro Oswaldo Frota-Pessoa (1917-2010) disse, em entrevista, que, ao se olhar para a história das ciências biomédicas, a esmagadora maioria das questões consideradas 'grandes problemas éticos' — e recebidas com horror por parte da opinião pública — acabam não se mostrando tão problemáticas assim — por exemplo, alimentos transgênicos, ditos à época 'Frankenstein' e pintados como o estopim do Armagedom —, ou sendo regulamentadas pela própria comunidade científica — tipo 'isso não faremos'.

Qual dos casos será o da modificação genética de embriões? Onde estaria a linha entre terapia ('cura') e melhoramento genético ('nova raça')? Seria ético permitir que uma criança nasça com uma doença genética devastadora, sabendo-se que certa técnica pode lhe oferecer esperança (ou mesmo a cura)? Parte das questões acima já são preocupação de dois grupos de especialistas (com opiniões divergentes): proibição (*Nature*, 26/03/15) e moratória (*Science* 03/04/15). Vale lembrar que cerca de 40 países já proibem a manipulação genética de embriões, óvulos e espermatozoides.

Seja qual for a solução, é sempre bom lembrar o alerta de filósofos e historiadores: achamos que temos o controle das tecnologias que criamos. Mas não temos. Alguns de vários e vários exemplos: aviões na Primeira Guerra; energia nuclear na Segunda Guerra; invasão de privacidade e espionagem na atualidade. Até o fogo e a pólvora. Todas tecnologias criadas para o bem da humanidade; todas usadas contra ela.

FOTO: WIKIMÉDIA COMMONS

CIÊNCIA DOS MATERIAIS

POR QUE O CHOCOLATE FICA BRANCO?

A página do jornal francês *Le Monde* no último dia 11 de maio destacava a cerca de arame farpado que a Bulgária construiu para evitar que imigrantes entrem em seu território pela Turquia. Havia lá também a visita de François Hollande a Cuba, a primeira de um presidente francês em exercício. Mas, entre tantas notícias, algo chamava a atenção: o tema mais popular do dia entre os leitores era um artigo científico que explica por que o chocolate fica esbranquiçado.

Com a ajuda de uma fonte de raios X ultrapotente do centro de pesquisa alemão DESY, Svenja Reinke, da Universidade de Tecnologia de Hamburgo (Alemanha), e colegas foram capazes de 'filmar', em tempo real, passo a passo, com definição na casa dos bilionésimos de metro, o processo que leva às manchas brancas na superfície do chocolate.

Quanto maior a temperatura local e o tempo de estocagem, maior a chance de esbranquiçamento ocorrer. E chocolate assim é sinônimo de produto 'velho'. E a devolução dessa mercadoria, revela Reinke, causa prejuízo para a indústria na casa dos milhões de dólares.

Resultados recentes apontam o mecanismo que leva o chocolate a ficar branco

Para entender o mecanismo por trás do esbranquiçamento, Reinke e colegas partiram dos ingredientes básicos para fazer chocolate: cacau, manteiga de cacau, açúcar e leite em pó. Depois, uma adição crucial: óleo de girassol, que não faz parte da receita regular da guloseima, mas serviu para imitar o que realmente ocorre nas entranhas da estrutura do chocolate.

Os pesquisadores perceberam que o óleo passava a agir em segundos, iniciando o amolecimento da estrutura sólida do chocolate (manteiga de cacau e, às vezes, gordura do leite), onde estão incorporados os chamados particulados (açúcar, pedacinhos de cacau sólido e, às vezes, leite em pó).

O óleo de girassol serviu para corroborar a hipótese inicial dos pesquisadores: com o amolecimento e a dissolução parcial da estrutura sólida, as gorduras líquidas do próprio chocolate — cerca de um quarto da manteiga de cacau está em estado líquido à temperatura ambiente — passam a fluir com mais intensidade pelos poros e pelas igualmente diminutas rachaduras no chocolate. E, ao longo dessa trajetória, esse líquido vai amolecendo a manteiga de cacau que encontra pela frente, facilitando ainda mais o fluxo dessas gorduras rumo à superfície.

Ao chegarem à superfície, essas gorduras líquidas se cristalizam, originando as manchas brancas. Em entrevista à *CH*, Reinke, disse que tudo indica que as chamadas forças de capilaridade induzem a migração das gorduras líquidas através dos poros do chocolate. "No entanto, é possível que a ação capilar não seja o único mecanismo responsável pela migração. Mais pesquisa é necessária para esclarecer a questão". Esses resultados estão em *Applied Materials & Interfaces* (20/04/15 online).

Uma solução para o problema das manchas seria diminuir os poros do chocolate e evitar a formação de rachaduras durante sua manufatura — certamente, mais um desafio para a indústria. Além disso, diminuir as gorduras líquidas (não cristalizadas) na composição do chocolate.

Um dos autores do artigo é o químico brasileiro Josélio Vieira, pesquisador do Departamento de Chocolate do Centro de Tecnologia de Produtos da Nestlé, em York (Reino Unido). Em entrevista à *CH*, Vieira explicou que um dos objetivos da pesquisa é "desenvolver processos mais eficientes para a cristalização da manteiga de cacau que permitirão uma redução significativa da porosidade e migração da gordura líquida causadora do 'bloom' (esbranquiçamento) no chocolate".

Até lá, uma solução mais terrena é armazenar o chocolate em locais frios, para evitar essa migração. Mas não a temperaturas muito baixas. O ideal, ensina Reinke, são 18°C.

E, certamente, muitos, ao ler esta nota aqui — e, talvez, aqueles que o fizeram no sítio do *Le Monde* —, devem estar se perguntando: chocolate esbranquiçado faz mal à saúde? Resposta: não.



PARTO E BACTÉRIAS INTESTINAIS

Bebês que nascem por meio de cesariana têm a flora intestinal menos parecida com a das mães quando comparados àqueles que nasceram por parto normal.

Essa foi a conclusão da equipe de Fredrik Bäckhed, da Universidade de Gotemburgo (Suécia), depois de examinar amostras fecais ao longo do primeiro ano de vida de 98 crianças suecas.

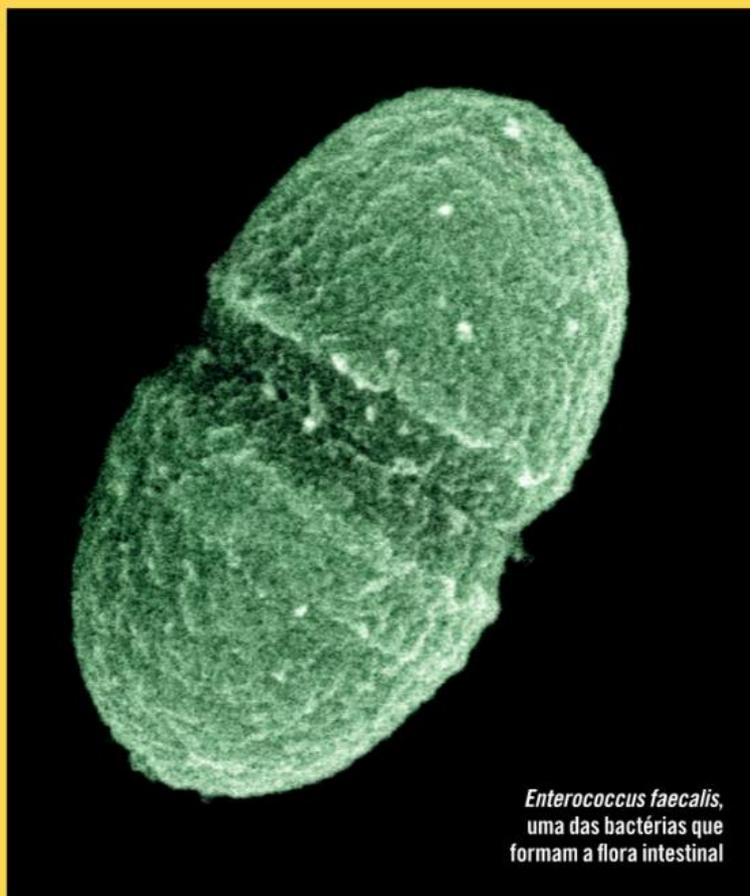
Outra conclusão dos pesquisadores: a dieta das crianças é crucial para estabelecer o tipo de microbioma (flora) intestinal, ou seja, as bactérias que habitam o órgão. E a decisão entre amamentar no peito ou com mamadeira se mostrou crucial nesse aspecto.

Uma vez que as colônias de bactérias se instalam no intestino, a dieta se mostra fundamental para alterá-la. Para Bäckhed e colegas, a interrupção da amamentação no peito é um desses momentos cruciais, pois certas bactérias dependem de nutrientes presentes no leite materno. Quando estes deixam de ser fornecidos, outras bactérias emergem, e são estas as mais comuns em adultos. Ou seja, amamentação no peito é fundamental para definir o microbioma intestinal nos primeiros meses de vida.

“Nossos resultados demonstram de modo surpreendente que é a interrupção da amamentação no peito – e não a introdução de comida sólida – a principal responsável pelo desenvolvimento de um microbioma intestinal semelhante ao dos adultos”, disse Bäckhed.

No caso das cesáreas, o recém-nascido recebe menos bactérias da mãe do que a criança que passa pelo canal vaginal. E aí vem uma pergunta pertinente: que efeitos essa diferença de flora intestinal dos primeiros meses de vida pode ter na saúde dessas crianças anos ou décadas mais tarde? Segundo Bäckhed, ainda não há resposta para essa questão. Mas é sabido que as bactérias intestinais estão relacionadas a nutrientes (aminoácidos) e vitaminas (do chamado complexo B) essenciais para o organismo.

Vale se alongar sobre o tema. Os que acompanham esta seção devem ter notado como o microbioma intestinal vem ganhando destaque como tema de pesquisa. Por exemplo, artigo no periódico *Immunity* (21/04/15) mostra como a interação entre células de defesa do organismo (ILC3) e bac-



Enterococcus faecalis, uma das bactérias que formam a flora intestinal

U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

térias intestinais é importante para que estas – por meio da produção de substâncias antimicrobianas (AMPs) – protejam o organismo contra infecções causadas por patógenos.

Em ‘Transplante escatológico’ (CH 301), noticiou-se que fezes de pacientes saudáveis transplantadas para o intestino de indivíduos com diarreia severa foram muito mais eficazes no tratamento do quadro do que o uso de antibióticos. Na CH 308 (‘Magreza contagiosa’), relatou-se que a transferência de bactérias intestinais de camundongos magros para obesos fez com que estes emagrecessem, mas o efeito só se manteve quando a dieta era saudável (pouca gordura e muita fibra), pois as bactérias ‘da magreza’ (bacteriodetes) parecem não conseguir sobreviver em indivíduos que não se alimentam saudavelmente.

Os resultados da equipe de Bäckhed estão em um número especial de *Cell Host & Microbes* (11/05/15), que traz, entre outros temas, artigos relacionados ao intestino infantil e antibióticos, e microbioma intestinal e asma.

SINTONIA FINA

Químicos: duas boas reações

Há 100 anos, uma nuvem amarelada chegava às trincheiras em Ypres (Bélgica). Ao respirá-la, cerca de 5 mil soldados lutando na França morreram. O gás havia sido lançado pelos alemães, que, assim, somaram a seu currículo bélico o título de fundadores da (terrível e covarde) guerra química em grande escala.

O físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955), no auge de sua fama científica na Alemanha, por volta de 1915, acusava de hipócrita a atitude de alguns de seus compatriotas: ao mesmo tempo em que acusavam de emboscada covarde um ataque sofrido pelas tropas alemãs na Primeira Guerra Mundial, aceitavam que seus cientistas desenvolvessem gases venenosos para usar contra o inimigo, sem dar a oportunidade de reação aos combatentes. Fritz Haber (1868-1934) foi um caso emblemático: o colega de Einstein... supervisionou o ataque em Ypres, onde foram despejadas 150 toneladas do sufocante gás cloro. E, em 1918, pela importante reação de síntese da amônia, ganharia o... Nobel de Química.

No último mês de abril, a CWC (sigla, em inglês, para Convenção de Armas Químicas) renovou seus votos de continuar combatendo esse tipo de barbárie. Ironicamente, como aponta reportagem de Mark Peplow (*Nature* (22/04/10)), isso ocorre justamente em um momento no qual – tudo indica – o governo sírio usou o mesmo gás cloro contra civis no último mês de março. Vale lembrar que, há dois anos, na Síria, o gás sarin (neurotóxico) matou 1,4 mil civis em Damasco, e, em 1988, milhares de curdos (incluindo crianças) foram mortos por ataque químico lançado por tropas iraquianas.

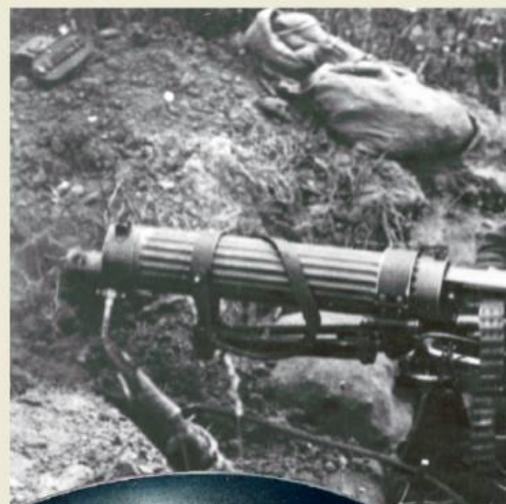
Implementada em 1997, a CWC é supervisionada pela Organização para a Proibição de Armas Químicas, que ganhou, em 2013, o Nobel da Paz e sobre a qual o leitor de *CH* viu um belo comentário na edição 310 da revista.

Um total de 190 estados-membros da ONU concordaram em se livrar de seus arsenais de armas químicas, e a reportagem da *Nature* informa que, até agora, já foram destruídos cerca de 80% desse material mortífero – em oito anos, pretende-se chegar a 100%. Seis países não assinaram a CWC: Israel, Egito, Angola, Myanmar (ex-Birmânia), Coreia do Norte e Sudão do Sul.

Peplow informa que a maior ameaça no controle de armas químicas são as chamadas substâncias de ‘uso duplo’ – por exemplo, cloro é importante para o tratamento de água e tem uso industrial. Segundo a reportagem, há hoje cerca de 5 mil fábricas no planeta que poderiam ser transformadas em produtoras de armas químicas.

A segunda boa reação dos químicos foi a de propor uma limitação para a produção e o uso de substâncias presentes em produtos antiaderentes, antimanchas e à prova d’água. A declaração é assinada por 208 pesquisadores, de 38 países, que defendem, entre outras ações, que essas substâncias se restrinjam ao mínimo necessário, só aos usos essenciais.

O caso clássico é o das frigideiras, por exemplo, com aquele material antiaderente que permite fritar ali-



mentos sem óleo. Mas há também embalagens (inclusive, de alimentos), cosméticos, espumas antifogo... A lista é longa, como aponta reportagem de Liza Gross na *Science* (01/05/15).

Essas substâncias são chamadas polifluorados e perfluorados, conhecidas como PFASs. E todos eles têm flúor. A ligação entre o átomo desse elemento e o de carbono dá a essas substâncias resistência a altas temperaturas e as torna quase indestrutíveis. E aí está um dos motivos do alerta: elas ficam muito tempo no meio ambiente e, pior, tendem a se acumular no organismo. Experimentos com animais de laboratório mostram que elas podem causar problemas no fígado e aparelho reprodutivo. Desconfia-se que o mesmo ocorra com humanos.

A FERRAMENTA MAIS ANTIGA: PRÉ-HOMO?

Além do 'Destaque' deste mês, outro assunto movimentou a área científica: a suposta descoberta de ferramentas com cerca de 3,3 milhões de anos. Esses resultados foram apresentados no último encontro anual da Sociedade de Paleoantropologia, na Califórnia (EUA) e acabam de ser publicados em *Nature* (21/05/15).

Sonia Harmand, da Universidade Stony Brook (EUA), e colegas apresentaram ferramentas de pedra lascada que são cerca de 700 mil anos mais velhas do que as mais antigas conhecidas até o momento: aquelas descobertas em Gona (Etiópia), datadas com 2,6 milhões de anos.

A questão mais pertinente sobre o achado: ancestrais centenas de milhares de anos anteriores ao gênero *Homo* – aceita-se que o gênero tenha cerca de 2,8 milhões de anos – já estariam usando, portanto, esses artefatos. Ou seja, é possível que isso tenha se iniciado com, por exemplo, o gênero *Australopithecus*, cujo espécime mais famoso é Lucy (3,2 milhões de anos).

Em 2010, pesquisadores trabalhando na Etiópia – onde Lucy foi achada – relataram ossos com 3,4 milhões de anos com marcas que poderiam ter sido feitas por ferramentas. Mas a discussão não foi adiante, pois os tais artefatos não foram achados.

Harmand e colegas encontraram as cerca de 150 peças a oeste do lago Turkana (Quênia), onde, em 1999, foi achado um ancestral (contrário) humano, o *Kenyanthropus platyops* (entre 3,2 e 3,5 milhões de anos). Outra pergunta (também sem resposta): teriam sido os *K. platyops* os fabricantes?

Ferramenta com cerca de 3,3 milhões de anos, que pode ter sido usada por gêneros anteriores ao *Homo*



FOTO: NIKHIL ANAND



FOTOS: WIKIMEDIA COMMONS

Soldados com máscara antigás na Primeira Guerra Mundial. Proposta a redução da produção de certas substâncias que contêm flúor, como o antiaderente usado em frigideiras

A reportagem da *Science* destaca que a indústria tem trocado PFASs de cadeia longa pelos de cadeia curta – ou seja, moléculas ‘menores’ –, alegando que estes últimos seriam seguros. Mas especialistas rebatem: o acúmulo se daria em plantas, e, se você comer uma planta contaminada, a substância acaba se acumulando na pessoa ou no animal. Em entrevista à *Science*, Ian Cousins, da Universidade de Estocolmo, um dos líderes do movimento, disse que os PFASs de cadeia curta podem ficar na água potável por décadas ou séculos.

A reportagem informa ainda que a Dinamarca banuiu o contato com alimentos de PFASs de cadeia curta. A Califórnia (EUA) está monitorando essas substâncias, por tê-las detectado em sangue humano.

A ‘Declaração de Madri’ – como o documento ficou conhecido – pode ser lida (em inglês) e assinada aqui: <http://greensciencepolicy.org/madrid-statement/>.

O segredo do ‘canhão’ do besouro

Um filme de 2 mil quadros por segundo, feito com a ajuda de um feixe ultrarrápido de raios X, revelou o segredo do até então misterioso mecanismo que permite aos besouros-bombardeiros disparar contra seus predadores microjatos tóxicos, velozes e quentes.

A equipe de Wendy Moore, da Universidade do Arizona (EUA), detalhou o ‘canhão’ (destaque) no abdômen do inseto. Nele, o *Brachinus elongatulus* – com cerca de 1 cm de comprimento – sintetiza, aquece e propulsiona as substâncias que desfere, com precisão, contra

seus predadores. Novidade apontada pelo estudo: os disparos são passivos, ou seja, a energia envolvida vem das reações químicas e não da contração da musculatura, como se chegou a pensar. Na imagem, o besouro está sendo ‘provocado’ com uma pinça, que prende uma de suas pernas.

A câmara (‘canhão’) tem membrana flexível, válvula e duas saídas. É formada por proteínas, ceras e quitina – esta última forma o exoesqueleto dos insetos. Essa estrutura ‘reforçada’ protege o besouro contra as altas temperaturas e pressões dos microjatos, formados por oxigênio, vapor de água e substâncias tóxicas (benzoquinonas). Besouros-bombardeiros existem em praticamente todos os continentes.

Os autores acham que esses resultados – publicados em *Science* (01/05/15) – podem ajudar a desenhar sistemas de propulsão a jato ou proteção contra explosões.

O besouro-bombardeiro é tão peculiar que, por vezes, é usado como argumento de criacionistas contra a teoria da evolução pela seleção natural. Esse inseto já foi tema de um belo artigo nesta revista (*CH 54*), em 1989.

[Em tempo: a radiação não causou mal aos cerca de 500 espécimes usados no experimento].

FOTOS CHARLES HEDGECOCK/2015 WENDY MOORE/ANIMATED/WWW.HEAT.LEE/BRINKMANN & ARNONE/NATIONAL LABORATORY

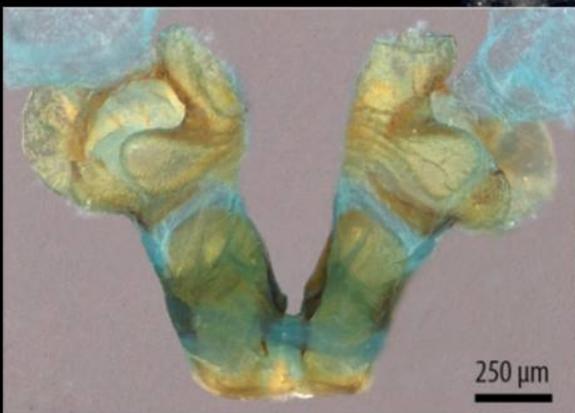




FOTO: CECERO RODRIGUES

Além dos efeitos no útero e nas glândulas mamárias, a ocitocina é o hormônio que consolida o amor

Cada vez mais, observa-se que os donos dos cachorros tendem a atribuir a esses animais características humanas. Do ponto de vista comportamental, é verdade que os cães estabelecem com seus donos uma interface que envolve não só a linguagem falada (os cães conseguem compreender um vocabulário de cerca de 150-200 palavras) como também a linguagem corporal. Uma dessas manifestações é quando os cães encaram seus donos fixando o olhar diretamente nos olhos como um modo de transmitir emoções.

Entre espécies do mundo animal, fitar nos olhos representa em geral uma ameaça, um sinal que costuma significar confronto iminente. Em abril, Miho Nagasawa e colaboradores, da Universidade Azabu, em Sagami-hara (Japão), publicaram um interessante trabalho na revista *Science* (v. 348, pp. 333-336), mostrando as bases fisiológicas do olhar entre cães e humanos.

A equipe de Nagasawa mediu os níveis do hormônio ocitocina em cães e seus donos quando eram colocados num mesmo ambiente e estabeleciam contato visual. A ocitocina é um hormônio secretado pela neuro-hipófise e seu papel clássico é a ação na musculatura lisa do útero e das glândulas mamárias, produzindo, no primeiro, as contrações que auxiliam o trabalho de parto e, nas segundas, a liberação do leite durante a lactação. Além dessas funções, a ocitocina é hoje considerada um neurotransmissor que medeia o comportamento social, particularmente a formação dos fortes laços que se estabelecem entre a mãe e o(a) filho(a), assim como entre parceiros sexuais.

Nagasawa e colaboradores mostraram que o olhar compartilhado entre os cães e seus donos promovia a liberação de ocitocina em ambos. Segundo os pesquisadores, esse comportamento, que teria co-evoluído nas duas espécies, mimetiza a manifestação mais importante de ligação social entre mãe e filhos. Em outras palavras, além dos efeitos no útero e nas glândulas mamárias, a ocitocina é o hormônio que consolida o amor.

Nagasawa e seu grupo mostraram que a ação da ocitocina ia além daquela já conhecida entre membros da mesma espécie. Este trabalho evidenciou também que os lobos, mesmo aqueles criados desde filhotes por tratadores, não exibiam o mesmo comportamento, isto é, raramente olhavam para os tratadores e não secretavam ocitocina quando colocados no mesmo recinto. A ausência de produção de ocitocina também foi verificada nos tratadores, o que confirma a natureza distinta da relação cão-humano.

Os pesquisadores ainda mostraram que a administração de ocitocina aos cães aumentava a duração do olhar, mas curiosamente, nesse caso, o efeito do hormônio só era observável nas fêmeas. Em resumo, além de esclarecer a natureza química do amor/afinidade, a equipe de Nagasawa revelou que, pelo menos no que tange às emoções dependentes da ocitocina, o sistema nervoso central das fêmeas parece ser diferente do dos machos.

Há outras evidências que indiquem isso? Sim. A possível diferença constitutiva entre machos e fêmeas foi o tema de outro trabalho publicado em maio na revista *Nature Neuroscience* (v. 18, pp. 690-697), em que Bridget Nugent, da Universidade da Pennsylvania, e colaboradores mostraram que o cérebro de camundongos é naturalmente feminizado.

O cérebro só se torna masculinizado quando, num indivíduo macho, genes do cromossoma Y induzem a produção de testosterona. Nessa situação, ocorre o bloqueio dos mecanismos que tornariam aquele cérebro feminino. Nugent descobriu que o mecanismo de bloqueio é a metilação em certas regiões do DNA. A metilação do DNA, um dispositivo frequentemente usado pela célula para reprimir genes, seria então a chave molecular que determina a fisiologia associada ao sexo.

Resta saber se essa chave pode ser generalizada para outras espécies e se, como no caso das cadelas, determina o comportamento afetivo diferenciado. **CR**

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

PRESENTES DO PASSADO

Domesticação de plantas e paisagens culturais na Amazônia pré-histórica

Por milênios, os ecossistemas amazônicos têm exigido dos povos da região o domínio de uma série de estratégias utilizadas na obtenção de recursos. Entre elas destaca-se a domesticação de plantas, das quais a mandioca, a pupunha e o guaraná são apenas as mais conhecidas. Este texto procura descrever parte dessa história e revelar como ela nos ajuda a compreender a dimensão do que é se adaptar a um dos mais desafiadores biomas do planeta.

Helbert Medeiros Prado
Rui Sérgio Sereni Murrieta

*Departamento de Genética e Biologia Evolutiva,
Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo*

Parafraseando o arqueólogo britânico Steven Mithen, em seu célebre *A pré-história da mente*, foram muitos os atos e as cenas que pontuaram o 'drama' da evolução humana ao longo de suas diversas trajetórias. Por aproximadamente 7 milhões de anos, a linhagem de primatas que culminaria nos humanos separou-se dos outros primatas, acumulando nesse vasto período importantes modificações anatômicas e comportamentais.

Nossa espécie (*Homo sapiens*) surge na África, há cerca de 200 mil anos, mas as mudanças comportamentais e cognitivas consideradas 'modernas' parecem ter emergido apenas nos últi-

mos 50 mil anos de nossa história. A partir desse período, ocorre uma série de manifestações simbólicas em forma de ornamentos corporais, pinturas rupestres e sepultamentos ritualizados, como revelam sítios arqueológicos pelo mundo afora. Estavam lançadas as bases para a complexidade material e cultural que definiriam o papel de nossa espécie no planeta nos dias de hoje.

Dezenas de milênios mais adiante, uma forma inédita de relação com a natureza marcaria em definitivo o modo de vida das sociedades humanas: a domesticação. Podemos definir domesticação como um processo histórico/evolutivo

>>>





EXTRATO DE WWW.PANTILLISTRATIONS.ORG/PAPUNIA/PAICTOS.GASPERES.MUNIZ/AS.GUILLEMA.SPECIOSA.MARTI/HISTORIA.MIZURALS.PULMARUM.MARTIS.C.F.VON.1839

Monstera ad. vent.

Cyrtos in top. elata.

pelo qual populações de organismos são alteradas em nível genético por meio da manipulação humana ao longo de um extenso intervalo de tempo. Como consequência, os organismos domesticados tornam-se em geral altamente dependentes da ação humana para sua sobrevivência e reprodução. Outro aspecto que define esse processo em sua essência é a natureza irreversível das mudanças induzidas nos organismos ditos domesticados.

O fato é que entre 10 mil e 2 mil anos antes da era cristã (a.C.), nos diferentes continentes, grupos humanos que antes viviam da caça e da coleta passaram a manipular plantas e animais de modo a torná-los fontes cada vez mais eficientes de alimentos e de artefatos para seu uso. Em algumas regiões, tal processo culminaria no desenvolvimento da agricultura e até na emergência dos primeiros Estados e impérios de que temos conhecimento.

Muitos foram os polos independentes de domesticação de plantas e animais no globo, entre os quais o mais precoce foi o chamado Crescente Fértil, região do Oriente Médio que vai do Egito à Mesopotâmia. Lá foram encontradas, por exemplo, as primeiras evidências de domesticação da cevada, do trigo e do linho, em cerca de 8.500 a.C. Outro centro relevante foi o território atual da China, onde teve início a domesticação de pelo menos três importantes cereais: dois milhetes (*Setaria italica* e *Panicum miliaceum*), por volta de 7.000 a.C., e o arroz, em cerca de 8.000 a.C.

No Novo Mundo, povos que viviam na América Central – especificamente no território do México atual – domesticaram a abóbora por volta de 8.000 anos a.C., o milho em torno de 7.000 anos a.C. e o feijão em aproximadamente 1.000 anos a.C. Já a batata e a quinoa, ambas originárias dos altiplanos andinos, aparecem nos vestígios arqueológicos por volta de 6.000 a.C. Nas regiões costeiras do Peru, é o algodão que se destaca como o principal cultivar da região a partir de 4.000 a.C.

Outro importante centro de domesticação vem ganhando espaço nos estudos arqueológicos, ampliando esse rico e intrigante cenário: a Amazônia. Os registros mais bem estudados de domesticações promovidas por populações pré-históricas que viveram no imenso território amazônico são o tema deste artigo. Ali esses povos floresceram e deixaram seus frutos – muitos dos quais hoje tanto apreciamos, ainda que por vezes desconhecendo suas origens.



Domesticação na Amazônia Por milênios, a grande diversidade dos ecossistemas amazônicos tem exigido de suas populações humanas, além de um conhecimento minucioso do ambiente, o domínio de ampla gama de técnicas e de tecnologias empregadas na obtenção de recursos da natureza. No extremo dessas estratégias, podemos destacar a manipulação e a domesticação de plantas, muitas das quais consumimos em grande quantidade nos dias de hoje.

Em artigo publicado em 2010, Charles R. Clement, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, estimou em 138 o número de plantas amazônicas sob algum grau de domesticação à época da chegada dos europeus nas Américas. Naquele período, uma das plantas mais importantes na dieta das populações indígenas era a mandioca. Entre as palmeiras, o fruto da pupunha, extremamente rico em óleos e amido, é o que mais se destacava. A seleção praticada sobre a mandioca resultou no desenvolvimento de raízes cada vez maiores (com mais amido) e mais tóxicas (o



que parece conferir mais proteção contra a predação por herbívoros, nas roças). Já os frutos da pupunha experimentaram um aumento de tamanho na ordem de 2 mil% em relação às suas populações selvagens.

Estudos arqueológicos também indicam a região do alto rio Madeira, onde hoje está situado o estado de Rondônia, como o provável centro de origem da domesticação tanto da mandioca quanto da pupunha, bem como da pimenta (da espécie *Capsicum chinense*) e do amendoim. As variedades de *C. chinense* mais conhecidas no Brasil são a pimenta-murupi, a pimenta-de-cheiro e a pimenta-de-bode. Curiosamente, essa região é também considerada o centro de origem do tronco linguístico tupi, além de ser uma das poucas áreas na Amazônia com fortes evidências de ocupação humana contínua ao longo dos últimos 10 milênios.

Há cerca de 6.500 a.C., tanto a mandioca quanto o amendoim e a pimenta *C. chinense* já haviam sido domesticados. Com relação à pupunha, estudos gené-

uticos e morfológicos sugerem que suas populações já estavam sendo alteradas pelos humanos há pelo menos 10 mil anos. Já o abacaxi, também originário da Amazônia, tem sua domesticação estimada em pelo menos 4.000 a.C. Outro produto com origem nesse bioma é o guaraná, domesticado pelos índios sateré-maués entre o baixo rio Tapajós e o baixo rio Madeira. Estimativas sobre sua antiguidade ainda são bastante imprecisas, mas evidências genéticas e históricas têm sugerido que talvez esta tenha sido uma das domesticações mais recentes na Amazônia.

Um caso que parece ter sido especial é o do cacau. Embora seja uma espécie nativa da região, ela provavelmente foi domesticada na América Central, pelos povos maia ou zapoteca, por volta de 4.000 a.C. Por fim, temos o que parece ter sido o único animal domesticado na Amazônia, o pato-do-mato ou pato-almiscarado. Nesse caso, pesquisas ainda estão em fase muito incipiente no que se refere à antiguidade e à localização desse evento.

>>>

A queda do paraíso intocado Além da manipulação e da domesticação de plantas, na Amazônia populações humanas têm alterado de forma significativa as condições ambientais em que vivem. Tais processos em geral resultam em uma maior produtividade dos ecossistemas para essas populações, bem como em novas feições geográficas na paisagem, por vezes bastante distintas daquelas tidas como naturais ou prístinas.

De fato, na Amazônia, evidências de transformações causadas pelos humanos na paisagem remetem aos primórdios da ocupação ameríndia na região (estimada em cerca de 13 mil anos). Além disso, está cada vez mais evidente que esse bioma, há muito retratado como um 'mar' de florestas intocadas, é também resultado de milênios de manipulação humana do ambiente. Para muitos, a chamada 'terra preta de índio' seria um exemplo típico desse processo de incremento do ambiente.

Esses solos de coloração escura e de alta fertilidade podem ter sustentado práticas agrícolas de caráter permanente, em um contexto de grandes assentamentos

humanos na região. Trata-se de um solo formado a partir do acúmulo de restos orgânicos de ocupações humanas pretéritas, como ossos de vertebrados, conchas de moluscos, fragmentos cerâmicos, carvões vegetais, entre outros materiais.

Outros exemplos mais visíveis de modificação ou criação de paisagens na pré-história amazônica são os aterros monumentais (ou tesos). São colinas ou plataformas artificiais geralmente construídas a partir do acúmulo de sedimentos transportados de áreas adjacentes. Os aterros amazônicos mais conhecidos são os da ilha de Marajó (no Pará), das planícies costeiras das Guianas e do Suriname, da região pantanosa de llanos de Mojos (na Bolívia) e do vale Upano (no Equador).

Evidências arqueológicas mostram que, em geral, tais aterros foram utilizados como sítios de habitação e de produção agrícola, funcionando como proteção contra alagamentos sazonais naquelas paisagens. Os aterros também parecem ter sido utilizados como cemitérios e centros cerimoniais no contexto de diferentes culturas. Outra forma de reconfiguração da paisagem que merece menção são os canais artificiais de drenagem e represamento de rios, já bem documentados nas regiões do alto Xingu, no Brasil, e de llanos de Mojos, na Bolívia, entre outras.

Além disso, formas mais sutis de alteração humana do ambiente também estão presentes, como é o caso da formação das matas secundárias, as chamadas 'florestas culturais'. Essas matas resultam principalmente de formas tradicionais de agricultura praticadas nos trópicos, como o sistema de corte-e-queima (ou coivara), amplamente praticado na América Latina (ver 'Cultivo itinerante na floresta tropical', em CH 297).

O processo de ocupação humana na Amazônia também alterou a distribuição natural de muitas espécies vegetais que passaram ou não por algum grau de domesticação, as quais formam verdadeiras 'ilhas de recursos' em paisagens associadas à ocupação humana histórica e pré-histórica na região. A castanha-do-pará e algumas palmeiras como o babaçu, a pupunha, o tucumã e o açaí, ilustram bem esse adensamento artificial de espécies conduzido pela mão humana.

Centelhas de complexidade social

Outro dado intrigante no contexto arqueológico da Amazônia é que seus maiores aglomerados humanos pré-históricos surgiram bem depois e em regiões bastante distantes dos principais centros de domesticação nesse bioma. Somente por volta de 1.000 a.C. é que surgem as primeiras sociedades a desenvolver sistemas de plantio intensivos na região. Estas também passam a vivenciar um importante adensamento populacio-



EXTRAÍDO DE WWW.PLANETILLUSTRATIONS.ORG/MILHO / ZEINANSI / ATLAS DES PLANTES DE FRANCE / MASSIEU A.

nal, tornando-se sociedades cada vez mais complexas estruturalmente.

Segundo o arqueólogo Eduardo G. Neves, da Universidade de São Paulo, uma das hipóteses para esse fenômeno é que, em contraste com um clima muito mais árido no médio Holoceno (entre 7 mil e 5 mil anos antes do presente), o aumento significativo do volume de chuvas no período mais recente teria favorecido o investimento na agricultura intensiva por parte das populações humanas.

Nesse processo, o milho, importado de culturas humanas da América Central (ou dos Andes), pode ter sido adotado como um complemento dietético importante pelas populações amazônicas. Duas características do milho devem ter favorecido seu cultivo intensivo em algumas grandes áreas de várzea, na Amazônia, a partir desse período: 1. a exigência por solos ricos em nutrientes e 2. o ciclo rápido, de cerca de três meses do plantio até a colheita. Ao que tudo indica, até o primeiro milênio antes da era cristã os grandes ecossistemas amazônicos de várzea parecem ter sido um tanto subutilizados para a agricultura, possivelmente em razão da alta vulnerabilidade da mandioca aos alagamentos frequentes nesse ambiente.

No início da era cristã, porém, aparecem as primeiras aldeias notadamente duradouras e densamente povoadas: são os famosos cacicados amazônicos. Essas sociedades construíram grandes estruturas defensivas em antigas aldeias na Amazônia Central, no alto rio Negro e no alto rio Xingu. Um dado interessante é o relato, pelos primeiros exploradores a descerem os principais rios da região, entre os séculos 16 e 17, da presença de aldeias enormes, da ordem de milhares de pessoas. Foi o que descreveu com espanto o frade e cronista espanhol Gaspar de Carvajal (1504-1584), ao descer pela calha principal do rio Amazonas, em 1542, como integrante da expedição chefiada por seu conterrâneo Francisco de Orellana (1490-1550).

Enfim, ao descortinar parte da história dos povos pré-colombianos na Amazônia, a arqueologia revela também suas adaptações, como as plantas que domesticaram e as paisagens que criaram e manejaram. Verdadeiros legados do passado, tais feições ambientais por vezes passam despercebidas àqueles menos atentos à antiguidade da ocupação humana na região.

Os nativos que lá vivem, porém, sejam indígenas ou caboclos, não deixam de recopiar e tirar seu sustento



daquelas que consideram as porções mais ricas de suas paisagens – justamente as ‘terras pretas de índio’, as ‘florestas culturais’ e as ‘ilhas de recursos’ aqui mencionadas. Assim, conectam-se a um passado que se faz presente, e nos ajudam a melhor compreender a difícil tarefa de adaptar-se a um dos mais complexos biomas da Terra.

Sugestões para leitura

- CLEMENT, C. 'Origin and domestication of native Amazonian crops', em *Diversity*, v. 2, p. 72, 2010.
- MANN, C. C. *Novas revelações sobre as Américas antes de Colombo*. Rio de Janeiro, Objetiva, 2007.
- NEVES, E. G. *Arqueologia da Amazônia*. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 2006.
- SILVERMAN, H. E ISBELL, W. H. (eds.). *Handbook of South American archaeology*. Nova York, Springer Media, 2008.
- MURRIETA, R. S. S.; PRADO, H. M.; BATARQUINI, B. T. e BATARQUINI, R. T. 'Neolítico: domesticação e origem da complexidade social'. In NEVES, W. A.; RANGEL Jr., M. J.; MURRIETA, R. S. S. (eds.) *Assim caminhou a humanidade*. São Paulo, Palas Athena, 2015.

EFEITOS DA LUZ NOS RITMOS HUMANOS

Todos os seres vivos reagem de alguma forma ao transcorrer do tempo. Nós, humanos, somos capazes de estimar pequenos intervalos de tempo e, além disso, nosso organismo funciona com uma clara regularidade temporal: comemos e dormimos em horários muito precisos, por exemplo. É como se um relógio interno definisse esses comportamentos – e também muitos processos metabólicos. Tal relógio existe? E o que a luz tem a ver com essa regularidade biológica? A intenção deste artigo é oferecer algumas respostas, apresentando de modo sucinto o conhecimento atual sobre a relação da luz com os ritmos biológicos.

Ana Maria de Lauro Castrucci

*Departamento de Fisiologia,
Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo*

O termo 'tempo' pode ter vários significados, dependendo do contexto em que aparece. Gramáticos, meteorologistas, músicos ou físicos, por exemplo, usam diferentes conceitos de tempo. Para o senso comum, no entanto, tempo é apenas a contínua sucessão dos momentos, dos dias, dos anos de vida. Nos organismos vivos, em especial nos seres humanos, a noção de tempo decorre da percepção de certos padrões repetitivos naturais, como alternância de períodos claros (os dias) e escuros (as noites), variações de temperatura e luminosidade (ao longo do dia ou do ano) e outros. Ao longo da evolução, surgiram organismos que tinham ritmos internos, o que os tornou mais adaptados a esse ambiente variável e fez com que fossem selecionados.

Muito antes do surgimento da vida na Terra, que ocorreu há cerca de 3 bilhões de anos, já existia o ciclo de claro e escuro – o dia e a noite. Esse ciclo existe porque nosso planeta gira em torno de seu eixo, e com isso sua superfície fica exposta à luz do Sol por certo período e, em seguida, passa por um período de

escuridão. Por causa da inclinação do eixo da Terra, nos polos, cada período pode durar metade do ano. Quando se convencionaram formas de medir o tempo, ficou definido que o ciclo composto por um dia e uma noite tem uma duração de 24 horas – tempo que o planeta leva para girar sobre si mesmo.

O fator determinante desse ciclo é a luz, ou seja, a presença ou a ausência de luz solar, e essa diferença, como seria de se esperar, afeta os seres vivos de muitas formas. A luz é um 'tipo' de radiação eletromagnética, e estudos sobre sua propagação revelaram que cada cor presente na luz visível – do violeta ao vermelho – pode ser associada a um comprimento de onda específico. Existem radiações fora da faixa visível, com outros comprimentos de onda e invisíveis para nós, como ultravioleta, raios X, infravermelho, micro-ondas e outras.

O dia, marcado por alta incidência de radiação luminosa e temperaturas mais elevadas, é seguido pela fase de pouca ou nenhuma luz, a noite, que em geral apresenta temperaturas mais brandas. Ao longo da evolução, as condições de temperatura e luminosida-



2015 - ANO
INTERNACIONAL
DA LUZ

de exerceram pressões seletivas sobre os organismos (já que altas temperaturas são prejudiciais para muitos processos metabólicos), o que originou teorias como a da 'fuga da luz'. Segundo essa teoria, a coincidência das maiores temperaturas com as fases mais claras do dia teria levado organismos que percebiam luz a 'fugir' desta, para evitar prejuízos ao equilíbrio orgânico, resultando em preferência pela vida noturna.

FOTO DE CARLOS INSABRANCA / FREEMAGES

A percepção da luz A luz é percebida pelos diferentes organismos por processos variados. Nos humanos, a luz do ambiente atinge células especiais existentes nos olhos e estas, sensíveis a diferentes comprimentos de onda, reagem enviando ao cérebro sinais também variados, que ganharam o nome de 'cores'.

>>>

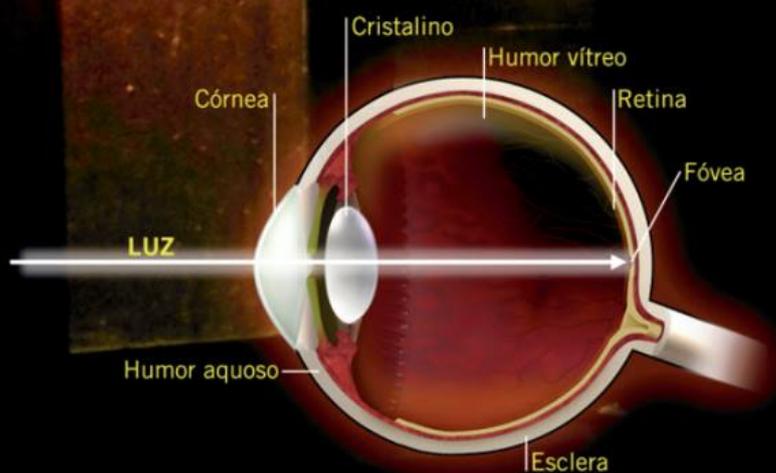
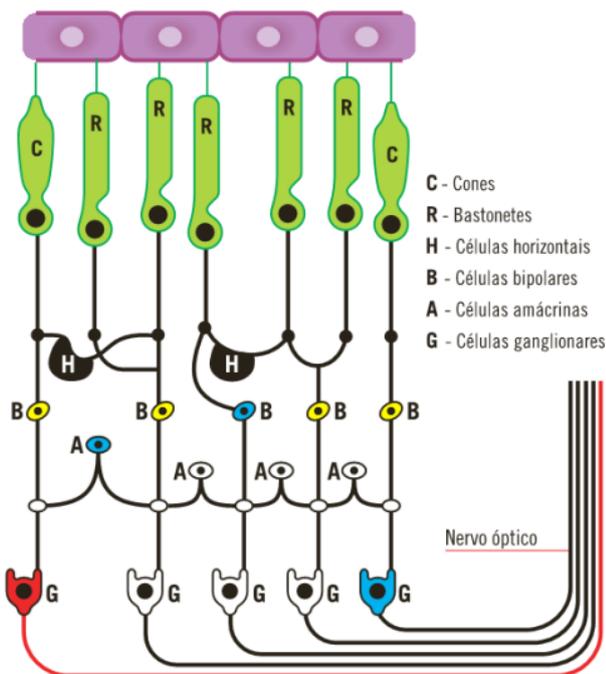


Figura 1. Anatomia do olho humano. A luz atravessa a córnea, o humor aquoso, o cristalino e o humor vítreo antes de atingir a retina, onde se localizam as células fotorreceptoras

Ao longo da evolução, surgiram proteínas – chamadas fotopigmentos – capazes de se ligar a compostos derivados da vitamina A e responsáveis pela absorção de luz, os cromóforos. Nos animais, a mais importante família de fotopigmentos é a das opsinas. Os cromóforos ligados a estas, ao serem atingidos pela luz, sofrem mudanças de conformação e, com isso, acionam uma cadeia de eventos que traduz a informação luminosa em sinais neurais. Nos animais com olhos e cérebros, a interpretação desses sinais leva à formação de imagens.

Nos mamíferos, inclusive em humanos, as opsinas são encontradas nas membranas dos fotorreceptores, células presentes na retina. O globo ocular, semelhante a uma câmara fotográfica (figura 1), é separado do meio externo pela esclera (uma membrana branca) e pela córnea (estrutura transparente que permite a entrada da luz). Atrás da córnea estão situadas uma câmara estreita (preenchida pelo humor aquoso) e a íris (membrana que dá cor ao olho e que abre ou fecha em reação à intensidade da luz), seguidas pelo cristalino (uma lente que focaliza a luz na retina) e por uma câmara de refração da luz (preenchida pelo humor vítreo).

No fundo do olho, fica a retina. Esta tem várias camadas (figura 2): fotorreceptores (cones e bastonetes), células bipolares, células horizontais, células amácrinas e células ganglionares. As opsinas, cada uma sensível a determinado comprimento de onda da luz, ficam nos cones e bastonetes, mas recentemente descobriu-se que 2% a 3% das células ganglionares também contêm uma opsina – a melanopsina – diferente das demais e mais sensível à luz azul do que à branca. Portanto, essas células são o terceiro tipo de célula fotorreceptora da retina de mamíferos.



A rota da informação A luz entra pela córnea e atravessa o olho até chegar à retina, onde é iniciado o processo de transformação da informação luminosa em sinal neural. Cada tipo de receptor responde a uma característica da luz. Os bastonetes são ativados principalmente se a iluminação está reduzida (como acontece à noite) e os cones são mais adequados para altas intensidades luminosas (durante o dia) e para as cores e os detalhes das imagens.

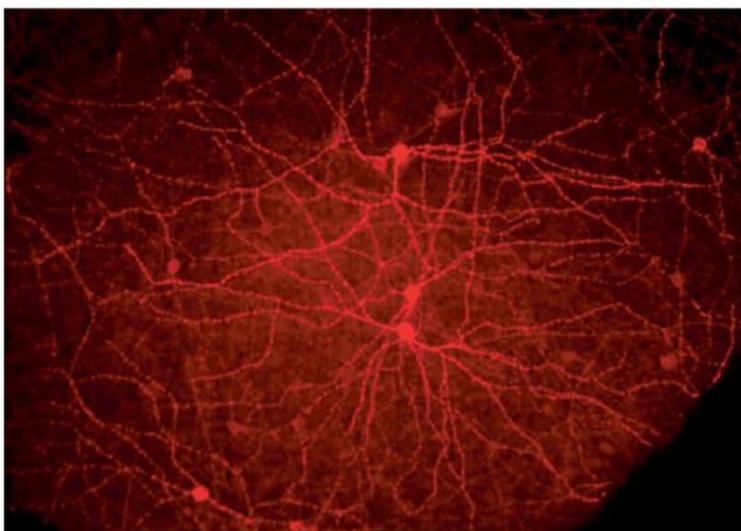
Para formar uma imagem no cérebro, a luz estimula a camada mais profunda da retina, onde estão cones e bastonetes, que enviam essa informação para outras camadas (inclusive a de células ganglionares) que então a repassam, por meio do nervo óptico, para as regiões cerebrais responsáveis pela visão. Um dado curioso é que mesmo algumas pessoas cegas (ou seja, com cones e bastonetes inoperantes) são capazes de sincronizar sua fisiologia aos ciclos de claro e escuro (ficam em vigília durante o dia e dormem à noite) e suas pupilas dilatam-se ou contraem-se em resposta à variação de intensidade de luz. Esse fato foi explicado com a descoberta do pequeno percentual de células ganglionares que contêm melanopsina. Também sensíveis à luz, essas células iniciam o processo que leva a essas reações.

Relógio biológico Dormimos e acordamos de forma regular. Isso ocorre não por uma ação voluntária, mas porque temos um relógio interno que dita os momentos de atividade e de repouso. Esse relógio pode funcionar independentemente de pistas externas, mas diariamente é ajustado para 24 horas pelo ciclo de claro e escuro. Em indivíduos isolados do ambiente externo (em uma caverna, por exemplo), os ritmos de repouso/atividade, de pressão sanguínea, de temperatura do corpo, de secreção de hormônios e de outros parâmetros fisiológicos continuam a ser expressos com periodicidade muito próxima de 24 horas. Por isso, esses ritmos são chamados de circadianos – do latim *circa* (cerca de) e *diem* (dia).

Existentes em plantas, animais e mesmo em bactérias, os ritmos circadianos, além de constituírem uma adaptação para enfrentar os ciclos repetitivos de dia e noite, dão aos organismos a capacidade de antecipar esses ciclos, o que favorece a sobrevivência do indivíduo e da espécie. No homem, os ritmos circadianos são governados por um 'relógio' central, localizado nos núcleos supraquiasmáticos, dois agrupamentos de neurônios en-

Figura 2. A retina é composta por algumas camadas de células. A informação captada pelos fotorreceptores clássicos (cones e bastonetes) é enviada para outras células (amácrinas, bipolares e horizontais) e em seguida para as células ganglionares, que formarão o nervo óptico, que liga o olho aos centros do cérebro formadores de imagem. Recentemente, descobriu-se que pequena parcela das células ganglionares tem o fotopigmento melanopsina, que recebe a informação luminosa e a envia (linha vermelha na imagem) aos núcleos supraquiasmáticos, no hipotálamo, o que permite o ajuste do relógio biológico pela luz em alguns indivíduos cegos

Figura 3. Imagem de retina humana mostrando célula ganglionar sensível à luz, graças à presença da melanopsina – a utilização de um anticorpo específico para esse fotopigmento permitiu destacar esse tipo celular, com suas ramificações. A sensibilidade da melanopsina à luz azul permite identificar o ciclo de claro e escuro e ajustar o ritmo de 24 horas no relógio biológico, mesmo em alguns indivíduos cegos, com cones e bastonetes não funcionais



contrados em uma região do cérebro denominada hipotálamo. As células nervosas que compõem esses núcleos geram um ritmo de atividade em torno de 24 horas.

Esses neurônios estão conectados à retina pelo chamado trato retino-hipotalâmico e recebem a informação gerada pelas células ganglionares diretamente fotossensíveis (que têm melanopsina). A percepção luminosa dessas células independe de cones e bastonetes e permite o ajuste do ritmo circadiano para exatas 24 horas. Com base na informação recebida, os núcleos supraquiasmáticos enviam ordens ao restante do organismo de modo a manter a ritmicidade circadiana de inúmeros processos fisiológicos.

A luz e os ritmos Com o progresso da sociedade, os humanos viram-se diante de desafios ao seu relógio biológico, o que vem trazendo desconfortos. Quando alguém viaja de avião do Brasil para a Europa, por exemplo, a súbita mudança de fuso horário costuma provocar sintomas (cansaço, insônia, inchaço nos membros, alterações de humor e outros) agrupados sob o nome de *jet lag*. Quanto maior a diferença de horário entre o local de partida e o de destino, mais intensos são esses sintomas, decorrentes do desacoplamento entre o ritmo gerado pelo relógio interno e o ciclo local de claro e escuro.

Os efeitos desse desajuste, porém, podem ser piores. Sabe-se hoje que várias doenças estão relacionadas com a dissociação entre o relógio biológico e ciclos naturais de claro e escuro. Isso acontece, por exemplo, com trabalhadores de turno noturno. Eles são submetidos ao ciclo natural dia-noite na volta para casa ou na ida para o emprego, mas também são expostos a constante iluminação artificial no local de trabalho. Ocorre, portanto, um conflito entre o tempo interno, biológico, e o tempo social, causando alterações como perda de memória, redução de motivação e depressão, e aumentando o risco de doenças cardiovasculares e câncer.

O relógio biológico ‘avisa’ o corpo se é dia ou noite por meio do controle da liberação da melatonina. Por isso, esse hormônio (produzido pela glândula pineal, na base do cérebro) é um dos principais sinalizadores do ritmo imposto pelo nosso relógio mestre. A melatonina é tida como o mensageiro do escuro, por ser produzida apenas à noite, tanto em animais de hábitos diurnos (como os

humanos) quanto nos de hábitos noturnos. Qualquer iluminação que atinge um indivíduo durante a noite inibe de imediato a secreção de melatonina, provocando várias alterações no funcionamento do organismo. O metabolismo energético, por exemplo, é severamente prejudicado, o que vem sendo relacionado à maior ocorrência de diabetes e obesidade nos trabalhadores em turnos.

A duração da secreção de melatonina ainda indica ao organismo a estação do ano: quanto mais longa é essa secreção, mais longa é a noite, sinalizando o inverno. O maior comprimento das noites inverniais é associado à chamada desordem afetiva sazonal, comum em países nórdicos, onde os dias são muito curtos no inverno, o que pode, em casos extremos, levar ao suicídio. Tanto a depressão que embasa essa desordem quanto o *jet lag* podem ser tratados, respectivamente, com maior exposição à luz azul e com a administração de melatonina.

Embora seja uma área da ciência relativamente nova, o estudo de ritmos circadianos e da influência da luz sobre seu ajuste, assim como dos problemas de saúde física e mental associados à iluminação existente nos locais em que as pessoas vivem e trabalham, abre novas perspectivas para o desenvolvimento de estratégias terapêuticas e sociais que busquem melhorar a qualidade de vida do ser humano. 

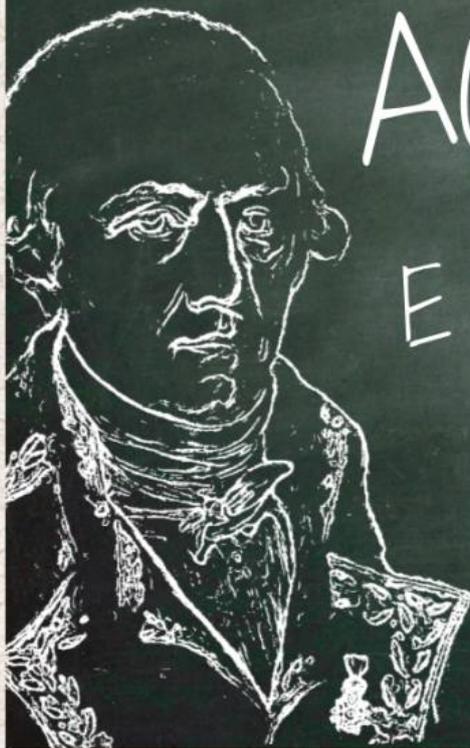
Sugestões para leitura

AIRES, M. M. *Fisiologia*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2012.

LENT, R. *Cem bilhões de neurônios*. Rio de Janeiro, Atheneu/Faperj, 2012.

MARQUES, N. e MENNA-BARRETO, L. *Cronobiologia: princípios e aplicações*. São Paulo, Edusp, 2003.

REPPERT, S. M. e WEAVER, D. R. ‘Coordination of circadian timing in mammals’, em *Nature*, v. 418 (6.901), p. 935, 2002.



ACEITAR O FATO E QUESTIONAR AS TEORIAS

'Por que é tão difícil aceitar a evolução?' foi a pergunta-título de um interessante artigo publicado no ano passado pela *Ciência Hoje* (nº 315). Como a resposta passa pela educação científica, torna-se fundamental repensar como a evolução é ensinada nas escolas. Este artigo busca questionar algumas abordagens adotadas no ensino da evolução, destacando a diferença entre o fenômeno em si e suas explicações teóricas, e ainda mostrar que, em especial na educação básica, o ensino da evolução pode ser usado para discutir questões que vão além do campo científico.

Leonardo de Bem Lignani

Maicon Jeferson da Costa Azevedo

Coordenação de Biologia,

Centro Federal de Educação Tecnológica

Celso Suckow da Fonseca (Unidade Maracanã)/RJ

Nenhum pesquisador, professor ou estudante de biologia discordaria que a evolução é um conceito chave na compreensão das ciências da vida. De fato, esse conceito ocupou um papel central na unificação da biologia como ciência ainda na primeira metade do século 20, no momento em que seus princípios, lançados pelo naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882), se encontravam com a genética, no que ficou conhecido como teoria sintética da evolução ou neodarwinismo.

Entretanto, embora bem estabelecida como conhecimento científico, a ideia de que os seres vivos não são imutáveis ainda hoje encontra resistência. O artigo 'Por que é tão difícil aceitar a evolução?', publicado em junho do ano passado na *CH* 315, retoma esse debate. Na opinião dos autores do artigo, a rejeição à evolução em determinados grupos pode ser compreendida com base em três aspectos: 1) a falta de conhecimento sobre a natureza da ciência, 2) a falta de conhecimento sobre evolução e 3) a religião em si.

Artigos sobre a rejeição à ideia evolucionista aparecem com certa frequência nas páginas (impressas ou virtuais) da *CH*. No texto 'Evoluir ou não evoluir?' (disponível em <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias>), são apresentados dados sobre a rejeição à evolução em diversos países do mundo e no Brasil. Neste artigo e no citado no parágrafo anterior, os autores apontam que a educação científica é uma das formas de diminuir a rejeição ao conceito evolucionista.

Mas, a questão é mais complexa. Estudantes universitários podem mostrar um significativo grau de desconfian-

DESAFIOS PARA O ENSINO DA EVOLUÇÃO



Em livros e na internet, muitas vezes é afirmado que as ideias de Jean-Baptiste Lamarck (à esquerda) e de Charles Darwin (acima) eram totalmente antagônicas, mas isso não é verdade

ça em relação às teorias evolutivas e de difusão de concepções criacionistas, como é relatado no artigo 'Evolução x criacionismo: rejeição e aceitação no século 21', também na *CH* (n° 256). Portanto, se a aceitação depende da correta compreensão, é necessário repensar como a evolução é ensinada. Será que apenas 'aceitar a evolução' deva ser um objetivo das aulas de biologia?

A indagação é pertinente quando percebemos que o estudo da evolução é ponto central nos currículos de biologia. Essa presença não ocorre por acaso. Pesquisadores da área de ensino de ciências apontam que o desenvolvimento da disciplina escolar 'biologia' está relacionado à consolidação dessa área de estudo como ciência. Portanto, o destaque que o tema 'evolução' adquiriu nessa disciplina escolar está associado à sua importância na unificação de sua ciência de referência. Apesar de sua relevância, a forma de abordagem comumente usada pode levar a compreensões equivocadas sobre a evolução.

Ao longo de nossa prática docente, discutimos alguns problemas que, a nosso ver, ocorrem no ensino de evolução feito de modo tradicional. Propomos aqui dois pontos fundamentais a serem repensados, além de lançar questionamentos que podem nortear uma nova estratégia de ensino da evolução na educação básica. Dados a complexidade do tema e o contexto da sala de aula, defendemos também que as discussões em uma aula sobre o pensamento evolucionista devem transpor os limites do ensino de ciências.

Lamarck versus Darwin? O ensino tradicional da evolução está focado nas contradições aparentes entre as ideias de Darwin e as do naturalista francês Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) a respeito dos mecanismos evolutivos. É como se existisse uma disputa: as ideias lamarckianas de 'uso e desuso' e 'herança de características adquiridas' contra a 'seleção natural' darwinista.

Os exemplos de processos evolutivos apresentados em vários livros didáticos usados no país contribuem para manter o foco do ensino nessa suposta oposição. Tais exemplos, muitas vezes, sequer foram usados pelos cientistas, como no caso do 'pescoço da girafa', citado superficialmente por Lamarck e não mencionado por Darwin. O modo como os exemplos são apresentados induz nos estudantes a noção de que o pensamento de Darwin é correto e o de Lamarck equivocado. Simples assim.

As estratégias adotadas no ensino da evolução reforçam o imaginário de que existem 'os cientistas que pensaram certo' e 'aqueles que pensaram errado', o que realimenta uma concepção ingênua de como ocorre a construção do conhecimento científico. Elas não representam sequer o pensamento do próprio Darwin. Em sua teoria de seleção natural, as variações de características existentes dentro da mesma espécie são muito importantes (por exemplo, tamanhos de sementes diferentes em uma espécie vegetal ou formatos de bicos variados em uma espécie de ave). Sobre essa variabilidade atuaria a seleção natural – certos formatos de bico, por exemplo, facilitariam a alimentação de seus portadores e estes, mais bem nutridos, poderiam deixar mais descendentes, o que ampliaria a presença desses tipos de bicos nas gerações futuras da espécie.

No entanto, como em sua época não foi possível explicar como essas variações surgiam dentro de uma espécie (os mecanismos genéticos ainda eram ignorados), Darwin fez uso, para isso, das ideias lamarckianas de 'uso e desuso' e 'herança de características adquiridas'. As mesmas ideias que tanto são criticadas nas aulas de biologia (ver 'Lamarck: fatos e boatos', em *CH* n° 285).

Para contextualizar a revolução da proposta de Darwin, mais interessante seria discutir as diferentes explicações em disputa no século 19 a respeito da origem da diversidade dos seres vivos. Essas explicações são a 'fixista' (os seres vivos atuais sempre existiram e não sofrem modificações), a 'transformista' (as espécies transformam-se em outras, cada vez mais complexas) e a 'darwinista' (os descendentes têm variações, e a seleção destas, decorrente da interação entre os organismos e com o ambiente, gera novas espécies) (ver 'Qual a origem dos seres vivos?').

A ideia da descendência comum (espécies diferentes podem ter se originado a partir de um mesmo ancestral) foi uma das mais inovadoras de Darwin, diferindo da concepção progressista de modificação dos seres vivos. Aí, sim, é grande a diferença em relação às concepções de Lamarck. Em alguns casos, os estudantes podem compre-



ender o mecanismo de seleção natural, mas ainda considerar válidas noções transformistas, como a de que os organismos tendem a ganhar complexidade (tornam-se mais complexos com o tempo). Seria interessante discutir que diferenças existem entre as afirmativas “seres humanos e chimpanzés compartilham um ancestral em comum” e a tão propalada (mas equivocada) “o ser humano veio do chimpanzé”.

O fato e a teoria Outro ponto importante a ser repensado é a distinção entre as diferentes concepções existentes para o termo ‘evolução’, que pode se referir a um fato ou a teorias, como bem mostrou em ensaio o biólogo evolucionista e paleontólogo Stephen Jay Gould (1941-2002). Fatos podem ser compreendidos – em uma perspectiva epistemológica da ciência – como afirmações (até certo ponto assumidas como verdadeiras) sobre o mundo que nos cerca, construídas a partir de dados com certa regularidade em sua ocorrência. A evolução entendida como um ‘fato científico’ pode ser resumida na seguinte frase: “Os seres vivos modificam-se ao longo do tempo”. O questionamento dessa afirmativa nega todo o conhecimento produzido ao longo do tempo e reaviva o debate sobre se há ou não evolução.

Compreender melhor como se coletam os dados sobre evolução contribui para a aceitação desta como um fato. Os numerosos registros fósseis documentados ao longo do tempo, e datados com precisão cada vez maior, nos permitem afirmar com convicção que os seres vivos não são entidades fixas. Perguntas como ‘que fósseis conhecidos evidenciam a transição entre grupos de seres vivos?’, ‘como são realizados os métodos de datação de átomos?’ e ‘como ocorrem os diferentes processos de fossilização?’ são norteadoras importantes no ensino da evolução.

Aceitar a evolução como um fato contraria – obrigatoriamente – a ideia de uma natureza imutável, porque desloca a centralidade do ser humano como

QUAL A ORIGEM DOS SERES VIVOS?

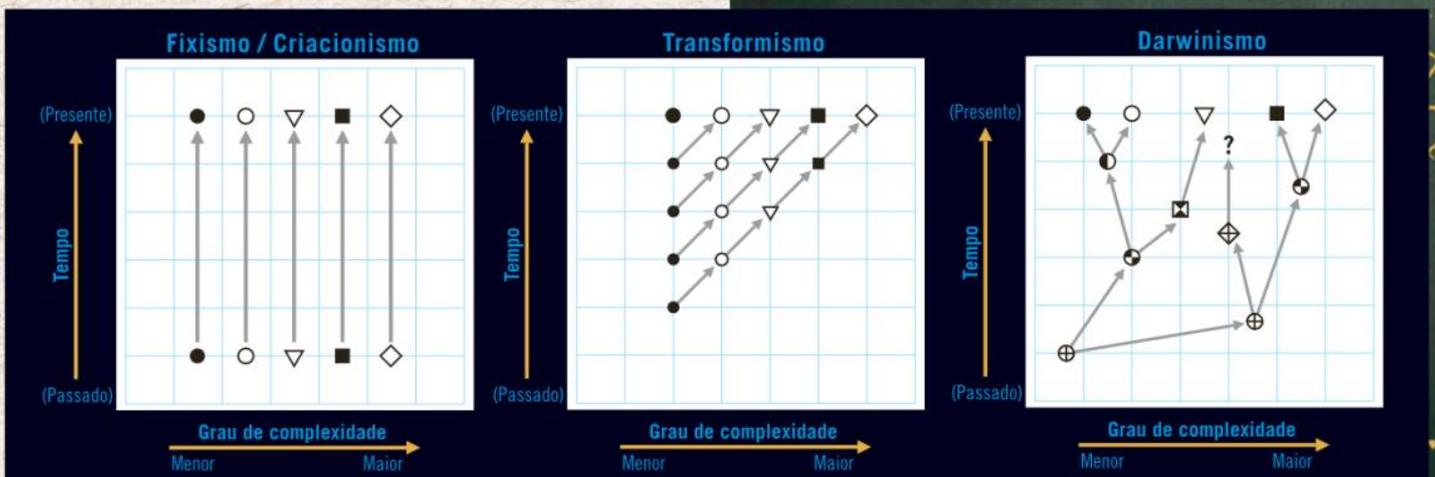
Há três diferentes respostas para a pergunta ‘como surgiu a diversidade dos seres vivos?’. E elas podem ser um bom referencial para o debate nas aulas de evolução. Nas três explicações (embora apenas a última tenha embasamento científico), a diversidade das formas de vida encontradas no presente é a mesma (figura).

Na explicação *fixista/criacionista*, as espécies foram criadas e não se modificam ao longo do tempo. É a explicação sem respaldo científico decorrente do entendimento literal de textos religiosos.

Na explicação *transformista* (usada por Lamarck), as espécies modificam-se umas nas outras e tendem a ganhar complexidade (seres simples originam os mais complexos). A afirmação “o chimpanzé é o ancestral dos humanos” está relacionada a essa concepção equivocada do processo evolutivo adotada por Lamarck. Essa explicação faz uso da geração espontânea dos seres vivos, já que formas mais simples precisam ser constantemente criadas.

Na explicação *darwinista*, as espécies atuais compartilham ancestrais – se originaram a partir da descendência com modificação. É a concepção de ‘árvore da vida’, na qual (como mostra o terceiro diagrama da figura) algumas espécies podem se extinguir e não deixar descendentes. Esse processo permite discutir o equívoco da noção de ‘ganho de complexidade’. Pode-se imaginar que as primeiras formas de vida eram as mais simples, e que, ao longo do processo evolutivo, formas mais complexas surgiriam, mas isso não pode ser tido como regra. Sabe-se que, em alguns ramos, os seres derivados são menos complexos que os ancestrais. A evolução de parasitas (cujo aparelho digestivo tende a regredir) e a manutenção da forma de vida bacteriana (diversificada e abundante) confirmam que a ideia de progresso não se aplica à evolução.

Qual seria a resposta do próprio Darwin à pergunta? Está em seu famoso livro *A origem das espécies*: “Não tenho dúvidas de que a visão que a maioria dos naturalistas tem, e que eu previamente também tinha, de que cada espécie foi criada independentemente, é errônea. Estou totalmente convencido de que as espécies não são imutáveis; mas que aquelas que pertencem ao que chamamos do mesmo gênero são descendentes diretas de alguma outra espécie, geralmente extinta, da mesma forma que as variedades reconhecidas de qualquer espécie descendem daquela espécie. Além disso, estou convencido que a seleção natural é o meio principal, mas não exclusivo, de modificação.”



obra sublime da criação e põe o acaso como força motriz do processo de desenvolvimento da natureza. É provável que esse aspecto produza, nos estudantes, conflitos com o pensamento religioso, uma vez que várias religiões apresentam a natureza como uma criação idealizada e imutável, na qual o ser humano tem papel de destaque.

Esse tipo de conflito e a rejeição à evolução como um fato, embora respaldado em evidências, são comuns em aula. Pesquisadores do ensino de ciências afirmam não serem raros os casos em que estudantes, mesmo no fim do ensino médio, constroem seus conhecimentos mesclando ciência e religião. Nesse caso, a evolução é muitas vezes entendida como um evento orientado para finalidade pré-estabelecida: a de as formas de vida se adaptarem ao ambiente e aumentarem sua complexidade.

Por outro lado, compreender e aceitar a evolução como fato é diferente de entendê-la como teoria. Os fatos nada explicam, mas apresentam um problema a ser resolvido. Além de Darwin e Lamarck, diversos outros pensadores se propuseram a explicar, com diferentes teorias, o mecanismo por trás da modificação dos seres vivos ao longo do tempo. Como não discutir as ideias de Alfred Wallace (1823-1913) e seu mecanismo de seleção? Ernst Haeckel (1834-1919) e de Thomas Hunt Morgan (1866-1945), tradicionalmente associados aos campos da ecologia e da genética, respectivamente, também tinham teorias evolutivas, como mostrou o biólogo Ernst Mayr (1904-2005).

A existência de várias teorias, por si só, já evidencia que elas não devem ser simplesmente aceitas. Ao contrário, devem ser questionadas, já que uma teoria está sempre sujeita a reformulação. Darwin foi um dos proponentes de uma das teorias com maior poder explicativo, além de ter organizado grande número de evidências para defendê-la. Por isso, seu nome é associado até hoje à ideia de evolução. Mas mesmo sua teoria continha limitações e vem sendo modificada desde o início do século 20. O foco em excesso em Darwin pode transmitir a ideia de que nada aconteceu antes ou depois de seus trabalhos em relação aos estudos sobre evolução.

Além do ensino Qual a importância de se repensar o ensino da evolução na educação básica? Se pensarmos apenas na dimensão da formação científica dos estudantes, acharemos a resposta na célebre frase do geneticista e biólogo evolutivo Theodosius Dobzhansky (1900-1975): “Nada em biologia faz sentido a não ser à luz da evolução”. Ou seja, para uma correta compreensão das ciências da vida, é necessário entender o processo evolutivo. Entretanto, o objetivo da educação básica transcende a formação científica, incluindo preparar o estudante para o exercício da cidadania. Compreender a complexidade da cultura humana faz parte desse objetivo. E o ensino da evolução é um terreno muito fértil para essas discussões.

Dos diversos componentes da cultura humana (artes, moral, costumes, crenças etc.), os que se manifestam cla-

ramente nas aulas sobre evolução são as dimensões da religião e da ciência. Apesar da dificuldade de definir o que seria uma e outra, as diferenças entre as duas formas de pensar materializam-se de forma nítida no tema em questão. A possível não aceitação do fato de a evolução ocorrer está relacionada a um equívoco no entendimento das dimensões explicativas de ambas. Se a ciência não tem a pretensão de responder às questões do âmbito da religião (como as relacionadas à espiritualidade), a religião não deve ser usada para dar explicações mecanicistas sobre fenômenos do mundo.

Assim, é importante que o professor destaque, sem receio, que as narrativas religiosas são carregadas de simbolismo e representam, em grande parte, a visão compartilhada por um grupo sobre a inserção do ser humano no mundo. Logo, não devem ser lidas de forma literal. Como há diversas religiões, organizadas em diferentes sistemas de crença, cada uma apresenta uma narrativa sobre a origem dos seres vivos. Se forem entendidas de modo literal, cada religioso teria uma explicação diferente que não poderia dialogar com qualquer outra. Nenhuma delas deve ser classificada como correta ou errada, por representarem narrativas. Devem ser, portanto, interpretadas.

Esta talvez seja a maior contribuição do ensino da evolução no nível básico: gerar elementos para refletir sobre quais perguntas são pertinentes (e podem ser feitas) para o campo religioso e quais perguntas são pertinentes (e devem ser feitas) ao campo científico. Atualmente, numerosos grupos religiosos articulados procuram estender suas crenças e valores para além da sua fé, procurando inclusive assumir e atuar em cargos legislativos.

A tentativa de incluir o ensino do criacionismo em diferentes estados e os embates sobre o uso de células-tronco embrionárias para fins de pesquisa são casos marcados pela profunda atuação de grupos religiosos. Nesse contexto, torna-se mais que urgente discutir qual deve ser o campo de atuação das diferentes formas de religião em um Estado laico. E compreender a independência da ciência e da religião pode ser o início desse processo. **CR**

Sugestões para leitura

GOULD, S. J. 'A evolução como fato e teoria', em *A galinha e seus dentes e outras reflexões sobre história natural*. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1992

MARANDINO, M.; SELLES, S. E. e FERREIRA, M. S. *Ensino de biologia*. São Paulo, Cortez, 2009.

MAYR, E. 'As cinco teorias da evolução de Darwin', em *Biologia, ciência única*. São Paulo, Companhia das Letras, 2005.

TELEPARALELISMO

Uma nova forma de pensar a gravitação

Este ano, em que a relatividade geral, criada pelo físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955), completa um século, outra teoria para a gravitação – recém-completada – oferece uma nova forma de responder a questões aparentemente simples, como ‘Por que os corpos caem?’ ou ‘Por que a Terra gira em torno do Sol?’.

A chamada gravitação teleparalela (ou, simplesmente, teleparalelismo) é equivalente à relatividade geral nos resultados práticos, mas apresenta, com relação a esta última, diferenças conceituais importantes que a tornam não só uma teoria alternativa, mas também um modo inédito de pensar os fenômenos gravitacionais.

Ruben Aldrovandi e José Geraldo Pereira

Instituto de Física Teórica, Universidade Estadual Paulista

Uma das propriedades mais intrigantes da interação gravitacional é a sua universalidade: todas as partículas da natureza sentem a gravitação da mesma forma, independentemente de suas massas e do material de que sejam feitas. Se as condições iniciais de um movimento forem as mesmas, todas elas seguirão uma mesma trajetória.

A origem da universalidade está no conceito de massa. Em princípio, deveriam existir dois tipos diferentes de massa: a massa inercial (m_i) e a massa gravitacional (m_g). A primeira descreveria a resistência que uma partícula oferece quando se tenta mudar seu estado de movimento; a segunda, como uma partícula reage à presença de um campo gravitacional.

Partículas com diferentes relações m_g/m_i , portanto, deveriam sentir a gravitação de forma diferente quando colocadas em um mesmo campo gravitacional. Mas, até hoje, nenhuma experiência conseguiu detectar qualquer diferença entre essas massas.

A igualdade entre m_g e m_i foi, então, admitida como verdadeira e incorporada à física por meio do chamado princípio da equivalência. Esse princípio, por sua vez, leva à chamada lei da gravitação universal, estabelecida por Isaac Newton (1642-1726), em 1687.

Embora elevada à categoria de princípio, no entanto, não se sabe até que ponto essa igualdade entre as mas-

sas inercial e gravitacional é exata. Trata-se de uma questão em aberto, e existem atualmente diversos projetos que visam melhorar a precisão experimental nas medidas. E, talvez, detectar alguma diferença.

Se não existe força... Uma propriedade importante da gravitação de Newton é que ela incorpora a relatividade estabelecida pelo físico, matemático e astrônomo florentino Galileu Galilei (1564-1642) – conhecida como relatividade de Galileu –, segundo a qual as velocidades são aditivas. Por exemplo, se um carro se movimenta com uma velocidade de 50 km/h e cruza com outro, movimentando-se em sentido contrário, a 30 km/h, a velocidade relativa entre os dois será de 80 km/h.

No entanto, a teoria eletromagnética, estabelecida na metade do século 19, mostrou-se incompatível com a relatividade de Galileu. Essa incompatibilidade gerou a busca por uma nova relatividade que fosse compatível com o eletromagnetismo. Essa procura culminou com o advento da teoria da relatividade especial, em 1905, na qual a relação entre as velocidades deixa de ser aditiva, passando a obedecer a uma lei complicada, de forma a permitir que a velocidade da luz seja a mesma em todos os referenciais – isto é, uma constante da natureza.

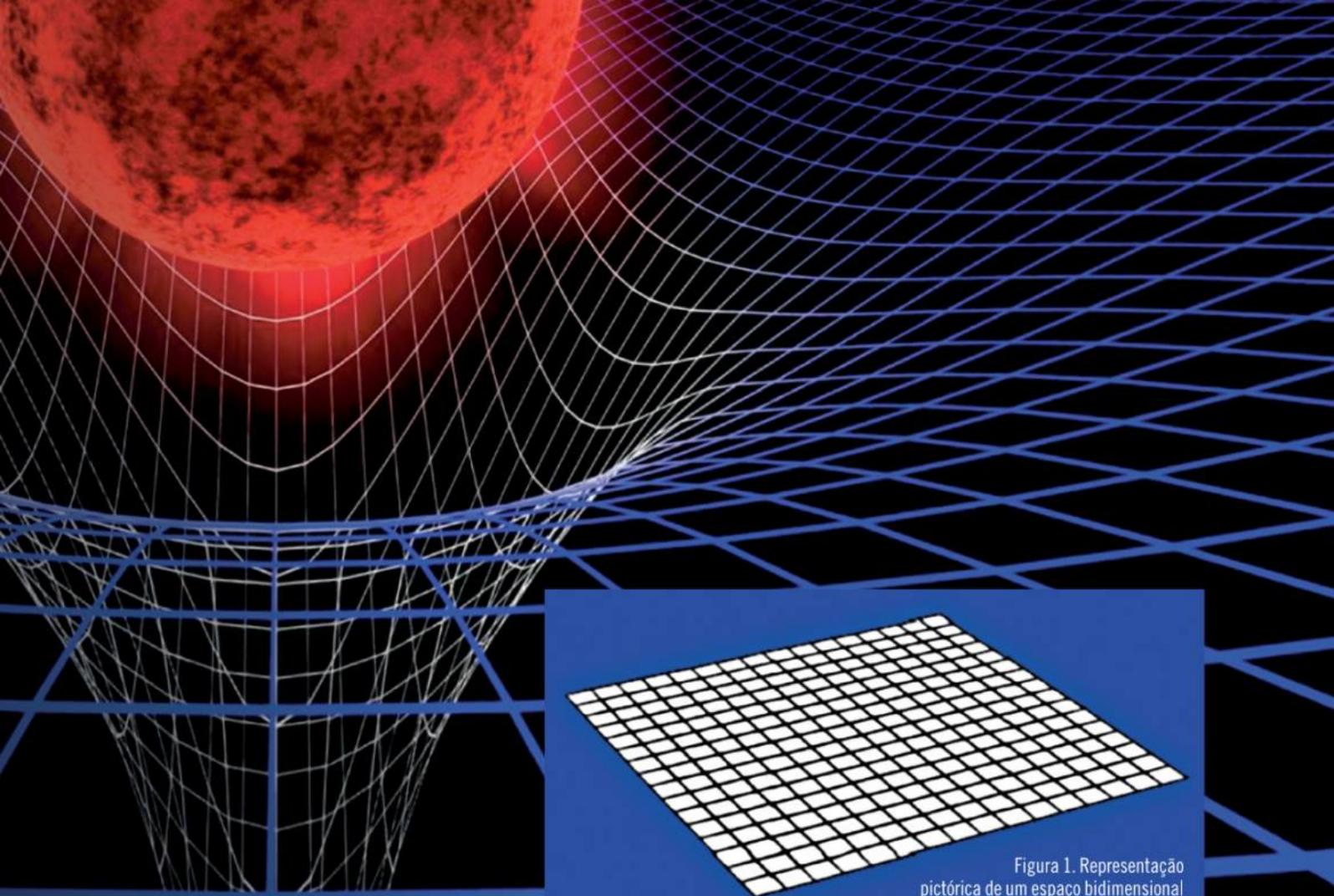


Figura 1. Representação pictórica de um espaço bidimensional plano, isto é, com curvatura nula

Com isso ficou claro que, por não ser compatível com a relatividade especial, a gravitação de Newton era conceitualmente problemática. O grande desafio era, então, obter uma teoria para a gravitação que fosse consistente com a relatividade especial, ou seja, que fosse 'relativística'. Em 1915, portanto, 10 anos depois, o físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955) apresentou uma nova teoria: a relatividade geral.

Para campos gravitacionais fracos e baixas velocidades – caso da maior parte das situações de nosso cotidiano –, a relatividade geral dá os mesmos resultados da teoria newtoniana. Fora daquelas condições, no entanto, ela descrevia a interação gravitacional de uma forma completamente diferente da usual até então: enquanto a gravitação de Newton atua por meio de uma força, na relatividade geral o conceito de força gravitacional simplesmente não existe.

Surge, então, a questão: se não existe força, como a relatividade geral descreve a gravitação?

Espaço encurvado A resposta é, ao mesmo tempo, surpreendente e simples. A presença de um corpo massivo produz um campo gravitacional em sua vizinhança – mas este último se manifesta causando uma curvatura no espaço. O Sol, por exemplo, produz ao seu redor um encurvamento que vai diminuindo à medida que nos

afastamos dele, tornando-se nulo a uma distância infinita – onde seu campo deixa de existir. Na ausência de gravitação, portanto, o espaço deve ter curvatura nula, ou seja, deve ser plano.

A figura 1 mostra um espaço plano, reduzido a apenas duas dimensões para facilitar a visualização. Se um objeto estiver se movimentando livremente nesse espaço plano, ele seguirá uma linha reta. Mas, se um objeto estiver se movimentando nas proximidades do Sol, ele irá sentir a curvatura produzida pela estrela, e seu movimento descreverá uma trajetória que segue a curvatura do espaço.

Essas trajetórias livres – isto é, de objetos sem nenhuma propulsão própria, mas que se submetem ao encurvamento do espaço – são chamadas de geodésicas.

Considerando novamente um espaço bidimensional – porém, mantendo o Sol pictoricamente representado em três dimensões –, a figura 2 ilustra tanto a curvatura produzida pelo Sol quanto a trajetória descrita por um objeto livre, isto é, sem propulsão, viajando em suas imediações.

Vemos, assim, que a responsabilidade de descrever a interação gravitacional é transferida para a geometria do espaço. Não existe uma força gravitacional: a curvatura do espaço é que determina como os objetos livres se movimentam em um campo gravitacional. >>>

Dependendo das condições iniciais do movimento, os objetos ou podem ter suas trajetórias na forma de uma órbita aberta, ou podem ser capturados em uma órbita fechada (figura 3).

É importante notar que, ao transferir para o espaço a tarefa de descrever a interação gravitacional – isto é, ao geometrizá-la –, a universalidade é automaticamente incorporada na teoria: todos os objetos, independentemente de suas massas ou constituições, seguem a curvatura do espaço. Isso vale inclusive para objetos que, em repouso (parados), têm massa nula, como as partículas de luz (fótons).

Com e sem torção Tanto o espaço tridimensional que habitamos – caracterizado por comprimento, largura e altura – quanto o espaço-tempo quadridimensional – em que o tempo entra como a quarta dimensão – podem exibir duas propriedades fundamentais: curvatura e torção.

Mas, ao construir a relatividade geral, Einstein escolheu um caso particular de espaço: dotado de curvatura, mas com torção nula. Nessa teoria, portanto, a gravitação é descrita apenas pela curvatura: a torção não desempenha papel algum.

No entanto, é perfeitamente possível conceber um espaço com curvatura nula, mas com torção diferente de zero. Esse espaço é conhecido como espaço de Weitzenböck – homenagem ao matemático austríaco Roland Weitzenböck (1885-1955), que, assim como seu colega francês Élie Cartan (1869-1951), foi um dos pioneiros no estudo de espaços com torção.

Da mesma forma que um espaço apenas com curvatura leva à relatividade geral, um espaço só com torção leva a outra teoria, a chamada gravitação teleparalela (ou, simplesmente, teleparalelismo). Nesta última, portanto, o campo gravitacional é representado unicamente pela torção.

A estrutura matemática que está por trás de um espaço dotado apenas de torção – conhecida como estrutura teleparalela – já era conhecida desde a década de 1920, chegando a ser usada por Einstein em uma tentativa malsucedida de unificar a gravitação e o eletromagnetismo.

O nascimento da gravitação teleparalela, no entanto, deu-se décadas depois, com os trabalhos do físico e químico dinamarquês Christian Møller (1904-1980). Essas pesquisas não tinham, como as de Einstein, o propósito de unificação: visavam apenas descrever a interação gravitacional.

A partir desses trabalhos iniciais, o teleparalelismo passou a receber contribuições e aperfeiçoamentos de muitos pesquisadores, até que recentemente atingiu um nível de desenvolvimento suficiente para poder ser considerado uma teoria acabada.

Os autores do presente artigo trabalharam por quase duas décadas no seu desenvolvimento e, no final de 2012, publicaram o primeiro livro dedicado integralmente ao teleparalelismo (ver ‘Sugestões para leitura’).

A seguir, apresentaremos as principais propriedades da gravitação teleparalela e discutiremos algumas de suas possíveis consequências.

Interações fundamentais Três das quatro interações (‘forças’) fundamentais da natureza – a eletromagnética, a fraca e a forte, sendo que as duas últimas agem apenas no âmbito do núcleo atômico – são descritas por teorias de um tipo muito especial, fundamentadas nas simetrias dos sistemas físicos envolvidos. São as chamadas teorias de *gauge* (ou de calibre).

Apenas a interação gravitacional, como descrita pela relatividade geral, não se encaixa nesse esquema. Já a gravitação teleparalela se adequa precisamente ao esquema das teorias de calibre. Seu advento, portanto, faz com que todas as interações fundamentais da natureza passem a ser descritas por um mesmo tipo de teoria. E isso, de certo modo, facilita a busca por modelos que unifiquem, em um só corpo teórico, as quatro interações da natureza.

O ponto surpreendente é que, embora sendo uma teoria de calibre – e, conseqüentemente, bem diferente da relatividade geral –, a gravitação teleparalela fornece na prática resultados totalmente equivalentes.

Essa equivalência mostra que a gravitação tem duas descrições possíveis, e que curvatura e torção são formas alternativas para descrever o mesmo campo gravitacional.

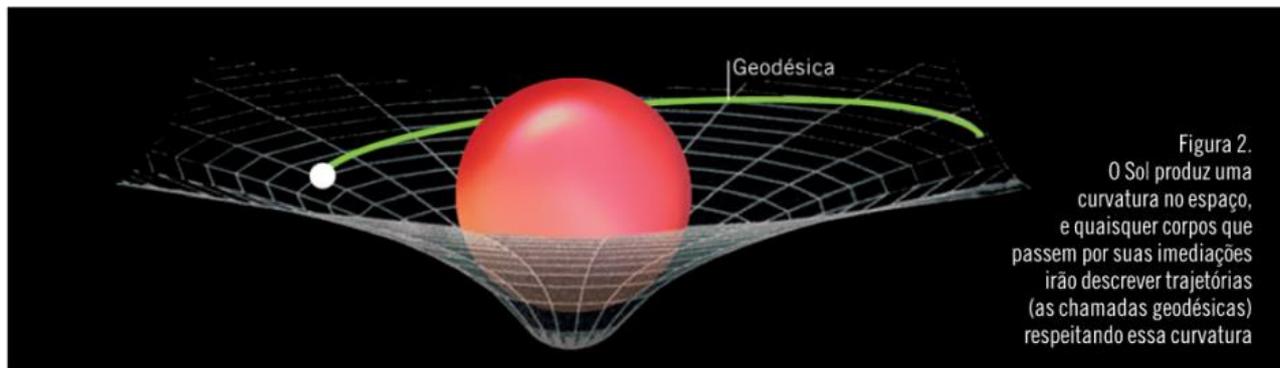


Figura 2. O Sol produz uma curvatura no espaço, e quaisquer corpos que passem por suas imediações irão descrever trajetórias (as chamadas geodésicas) respeitando essa curvatura

Gravitação versus inércia Efeitos inerciais são conhecidos desde os tempos de Galileu. Eles surgem quando o referencial a partir do qual se observa qualquer fenômeno é acelerado.

Considere, por exemplo, o referencial representado por um carro. Quando o mesmo faz uma curva para a esquerda, sentimos uma força que nos empurra para a direita e que é um exemplo de força inercial.

Na descrição geométrica da relatividade geral, gravitação e inércia aparecem misturadas e não é possível separá-las. No teleparalelismo, no entanto, gravitação e inércia são descritas por termos (variáveis) diferentes – e, portanto, podem ser separadas.

Essa é uma das principais características da gravitação teleparalela e tem consequências muito importantes.

Energia inequívoca Os campos fundamentais da natureza (por exemplo, o eletromagnético) têm uma energia bem definida. Seria, então, natural esperar que o mesmo ocorresse com o campo gravitacional. Entretanto, é um fato bem conhecido que, no contexto da relatividade geral, não é possível definir de forma inequívoca uma energia para o campo gravitacional.

A razão é que gravitação e inércia estão inseparavelmente misturadas na relatividade geral, fazendo com que o cálculo da energia sempre inclua a contribuição dos efeitos inerciais, a qual não é bem definida por sua própria natureza – ela depende do referencial usado para fazer o cálculo.

Porém, no teleparalelismo, em que gravitação e inércia podem ser separadas, é possível obter expressões independentes para a energia relativa a ambas. A expressão da energia apenas do campo gravitacional – excluindo desse cenário quaisquer efeitos inerciais – é uma quantidade perfeitamente bem definida.

Assim, embora equivalente à relatividade geral, o teleparalelismo fornece uma solução para um problema tão velho quanto ela mesma: definir, de forma inequívoca, uma energia para o campo gravitacional.

Equivalência dispensada Embora seja capaz de incorporar a universalidade ($m_g = m_i$), a gravitação teleparalela, assim como a gravitação de Newton, não necessita dela para descrever a interação gravitacional, permanecendo uma teoria consistente em sua ausência.

Pode-se, então, afirmar que o teleparalelismo é uma teoria mais sólida do que a relatividade geral, pois sua existência não depende da igualdade entre as massas inercial e gravitacional.

Essa característica se torna ainda mais importante se lembrarmos que existem evidências concretas de que a universalidade deixa de ser válida na escala quântica, ou

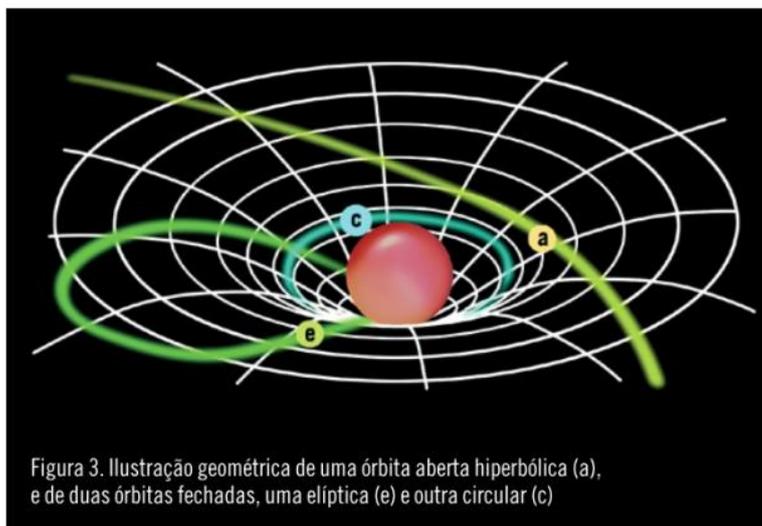


Figura 3. Ilustração geométrica de uma órbita aberta hiperbólica (a), e de duas órbitas fechadas, uma elíptica (e) e outra circular (c)

seja, naquela em que ocorrem os fenômenos atômicos e subatômicos.

Como a gravitação teleparalela permanece uma teoria consistente na ausência da universalidade, ela pode ser considerada um formalismo mais apropriado para tratar o problema da gravitação quântica.

Nova forma de pensar Embora equivalente à relatividade geral, a gravitação teleparalela introduz novos conceitos e quebra velhos paradigmas. A atribuição de curvatura ou torção ao espaço se torna uma questão puramente convencional, pois depende da teoria usada para descrever a gravitação.

Outro ponto relevante: no teleparalelismo, as trajetórias não são geodésicas, mas curvas, respeitando equações de força semelhantes àquelas que descrevem, por exemplo, a interação eletromagnética, com a torção fazendo o papel de força.

Devido à equivalência entre a relatividade geral e o teleparalelismo, podemos afirmar que a torção já foi detectada: é ela a responsável por todos os fenômenos gravitacionais conhecidos, pois é possível reinterpretá-los em termos da torção.

Na verdade, todos os fenômenos gravitacionais adquirem novas perspectivas quando analisados do ponto de vista teleparalelo. Pode-se, então, afirmar que a gravitação teleparalela não é apenas uma teoria alternativa à relatividade geral, mas uma forma totalmente nova de pensar a interação gravitacional. **CR**

Sugestões para leitura

ALDROVANDI, R.; PEREIRA, J. G. *Teleparallel gravity: an introduction*. Dordrecht: Springer, 2012.

HAWKING, S.; PENROSE, R. *A natureza do espaço e do tempo*. Campinas: Papyrus, 2004.

GREENE, B. *O tecido do cosmo*. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

DAS MOSCAS AOS HUMANOS

A genética e a questão
da 'mistura racial' no Brasil



O desenvolvimento da pesquisa em genética de populações no Brasil teve forte impulso a partir da década de 1940, com a formação de uma geração de especialistas e a vinda ao país de importantes geneticistas estrangeiros, em programas apoiados por uma fundação norte-americana. Os estudos nessa área, iniciados com as moscas-das-frutas, em pouco tempo se deslocariam para as populações humanas, envolvendo em especial a variabilidade genética da população brasileira – formada por colonizadores portugueses, povos indígenas, negros trazidos da África e imigrantes de várias partes do mundo – e a questão da ‘mistura racial’ no país.

Vanderlei Sebastião de Souza

*Departamento de História,
Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro, PR)*

Ricardo Ventura Santos

*Departamento de Antropologia,
Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro,
e Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz*

No início do século 20, a ‘redescoberta’ das leis da hereditariedade, propostas quatro décadas antes pelo monge austríaco Gregor Mendel (1822-1884), fez com que a genética emergisse como uma promissora área da biologia moderna, atraindo o interesse de cientistas e instituições de pesquisa de diversos países. Aplicada de início aos estudos da variação e hereditariedade em vegetais, a genética rapidamente passou a ser usada em estudos voltados ao melhoramento de sementes agrícolas e de espécies animais.

No Brasil, a genética começou a ser usada ainda na primeira metade do século 20, em instituições como a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) e o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). No campo da genética de populações, o desenvolvimento de pesquisas ocorreria a partir dos anos 1940, e teria proeminência, nesse aspecto, a Universidade de São Paulo (USP), fundada em 1934. A principal liderança nessa área de estudos foi o médico e biólogo André Dreyfus (1897-1952), pioneiro na disseminação da genética mendeliana no Brasil.

As pesquisas sobre genética na USP tiveram grande impulso em razão do apoio da Fundação Rockefeller. Na década de 1940, devido à situação gerada pela Segunda Guerra Mundial, essa organização norte-americana ampliaria sua influência na América Latina, transferindo parte de seus fundos de cooperação da Europa, Ásia e África para países latino-americanos, em especial em áreas estratégicas da ciência e da agricultura. No Brasil, no campo científico, uma das áreas que mais receberam investimento da Fundação foi a genética, apoiada por mais de três décadas. O apoio incluiu financiamento para formação e treinamento de cientistas, concessão de bolsas de pesquisas, montagem de laboratórios e suporte para pesquisas de campo, segundo relatam vários estudos sobre o período.

Um evento central para essa relação entre a Fundação Rockefeller e a genética brasileira ocorreu em 1943, quando o renomado geneticista Theodosius Dobzhansky (1900-1975), de origem russa e radicado nos Estados Unidos desde os anos 1920, foi indicado por essa organização para desenvolver um projeto de cooperação científica com geneticistas

>>>

Figura 1. Primeiro laboratório de genética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizado no porão da Faculdade de Direito, em 1949

da USP – o chamado Programa Brasileiro de Genética Evolucionária de Populações. Conhecido como um dos principais formuladores da ‘teoria sintética da evolução’ e respeitado por suas pesquisas com moscas-das-frutas (drosófilas) em ambientes naturais, Dobzhansky veio ao Brasil realizar pesquisas e treinar geneticistas brasileiros nas novas técnicas da genética evolutiva.

Estão entre os cientistas treinados por Dobzhansky, direta ou indiretamente, nomes como Crodowaldo Pavan (1919-2009), Antonio Brito da Cunha, Rosina de Barros, Antonio Rodrigues Cordeiro, Antonio Geraldo Lagden Cavalcanti, Newton Freire-Maia (1918-2003), Francisco Salzano, Osvaldo Frota-Pessoa (1917-2010) e Pedro Henrique Saldanha (ver ‘O caçador de drosófilas’, em CH 269 e ‘Mestre de mestres’, em CH 207). Esses e outros cientistas formariam, a partir dos anos 1950, importantes laboratórios e grupos de pesquisa sobre genética em diferentes estados do Brasil.



Genética humana Pelo menos até o final da década de 1950, boa parte dos geneticistas brasileiros trabalharia com estudos de genética de populações de moscas-das-frutas, ou mesmo com genética animal e vegetal. No entanto, a partir de meados dessa década, a genética humana passaria a ocupar um lugar especial na agenda de pesquisas de um grupo de geneticistas de diferentes universidades do país, formando uma duradoura tradição científica. Essas pesquisas abordariam em especial a estrutura genética de populações humanas e envolveria investigações sobre fatores evolutivos, casamentos consanguíneos, genética médica, carga genética, grupos sanguíneos, polimorfismos genéticos e ‘mistura racial’, como mostraram Salzano e Freire-Maia em trabalho de 1967 (ver ‘A genética é meu hobby’, em CH 256). Boa parte desses estudos seriam feitos pelos próprios geneticistas que vinham trabalhando com drosófilas (chamados de ‘drosofilistas’). A partir de então, eles passariam a se dedicar à genética de populações humanas.

Desde o surgimento da teoria sintética da evolução e dos estudos de populações naturais, como os realizados com as moscas das frutas e outros animais, formou-se a compreensão de que era possível analisar o processo de evolução e a estrutura genética do homem da mesma maneira empregada para estudar populações naturais. Nesse contexto, as investigações sobre os efeitos da ‘miscigenação racial’ e os fatores evolutivos (mutação, seleção, fluxo gênico e oscilação genética) entre as popula-

ções brasileiras ganhariam destaque e se transformariam em objetos promissores da genética brasileira.

O interesse pelos estudos de genética de populações humanas no Brasil pode ser explicado a partir de alguns fatores específicos. Em primeiro lugar, estava em questão a própria formação da população brasileira, apontada como amplamente miscigenada e, ao mesmo tempo, com grande diversidade de grupos geneticamente isolados – caso de determinadas populações indígenas. Um segundo aspecto estava associado às características demográficas e sociais do país, no qual altas taxas de natalidade e mortalidade conviviam com graves problemas de saúde pública. Outro fator foi a existência no Brasil de uma longa tradição intelectual e científica que, ao menos desde meados do século 19, colocou a questão da formação racial brasileira como o principal dilema para pensar a construção da nação e da identidade nacional.

Um aspecto importante para a emergência da genética de populações humanas no Brasil foi a realização, entre os anos 1920 e 1940, de pesquisas, em populações brasileiras, sobre grupos sanguíneos (sistema ABO) e sobre variações genéticas (polimorfismos) associadas a esses grupos. Nesse período, vários pesquisadores se dedicaram a esses estudos, envolvendo populações de diferentes regiões do Brasil, com destaque para os trabalhos de médicos e hematologistas como Ernani Martins da Silva (1914-1948), Fritz Ottensooser (1891-1974), Carlos da Silva Lacaz (1915-2002) e Pedro Clóvis Jun-



queira (1916-2011). Entre esses trabalhos estão estudos sobre grupos sanguíneos e fator Rh em brancos, negros, mestiços e indígenas, pesquisas sobre doenças hereditárias como a anemia falciforme, além de investigações sobre mistura racial.

Por último, outro fator decisivo para o interesse em genética de populações humanas no Brasil foi o intercâmbio entre a geração de 'drosofilistas' brasileiros, quase todos formados em torno de Dobzhansky, e geneticistas norte-americanos como James Neel (1915-2000) e Newton Morton, autoridades importantes no campo da genética humana. No início dos anos 1960, tanto Neel quanto Morton vieram ao Brasil para desenvolver projetos de pesquisas relevantes sobre populações brasileiras. Essas pesquisas foram feitas em cooperação com jovens geneticistas do Brasil, muitos deles com treinamento obtido nas universidades de Michigan e do Havaí, onde atuavam Neel e Morton, respectivamente.

Figura 2. Antonio Rodrigues Cordeiro ministrando aula de pós-graduação em genética na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, possivelmente na década de 1960



A 'mistura racial' Na área da genética de populações humanas, a questão da 'mistura racial' foi uma das que mais mobilizaram o interesse dos geneticistas brasileiros. Em sintonia com o debate promovido logo após a Segunda Guerra Mundial sobre o significado das diferenças raciais e do próprio conceito de 'raça', os estudos de populações humanas procuravam compreender os efeitos da miscigenação, o processo evolutivo e a variabilidade genética na espécie humana.

Nesse período, ocorreu um esforço internacional para rediscutir a questão racial, motivada em grande medida por iniciativas da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) e de outras agências governamentais no sentido de dar uma resposta ao racismo e seus efeitos catastróficos, como os casos que levaram ao chamado Holocausto (o extermínio de judeus pelos nazistas). Sob a coordenação da Unesco, as principais autoridades dos campos da antropologia e da genética humana seriam convidadas para participar desse debate, o que resultaria na publicação das quatro Declarações da Unesco sobre a questão racial.

Entre os geneticistas de populações humanas, havia a compreensão de que o Brasil era um dos lugares mais adequados para o estudo de 'mistura racial', em razão da diversidade genética e das condições sociais e demográficas do país, como ressaltaram Salzano (em 1986) e Saldanha (em 1989). Essas características, como já destacado, permitiriam que o Brasil fosse visto como um verdadeiro 'laboratório racial', o que pode ser constatado no título de um dos livros (*Brasil: laboratório racial*, de 1973) do geneticista Newton Freire-Maia (ver 'O acaso na vida do pesquisador', em CH 49). Antes ainda, em 1967, os

>>>



Figura 3. Theodosius Dobzhansky (à esquerda), Antonio Rodrigues Cordeiro (ao fundo) e Francisco Salzano (à direita), na década de 1960

ACERVO DO MUSEU DA GENÉTICA, UFRGS

próprios Freire-Maia e Salzano escreveram que, “devido à extrema variabilidade de seus grupos étnicos originais, à sua elevada taxa de miscigenação e sua distribuição por toda uma gama de condições ambientais”, as populações brasileiras “apresentam ao geneticista e ao antropólogo uma oportunidade ímpar para o estudo de problemas dos mais fascinantes e complexos”.

Para esses geneticistas brasileiros, além da diversidade de grupos indígenas que habitavam o território nacional, os próprios colonizadores portugueses, bem como os escravos trazidos da África a partir do século 17, também tinham origens geográficas bastante distintas. Somam-se a isso as variadas correntes de imigração que o Brasil viveu entre os séculos 19 e 20, compostas em especial por alemães, italianos, suíços, espanhóis, franceses, belgas, austríacos, poloneses, russos, árabes e japoneses. Todas essas diferentes populações, segundo Salzano e Freire-Maia, “intercruzaram-se com intensidade variável e sofreram influência dos mais diversos climas, desde as zonas temperadas do Sul até a úmida floresta tropical e as regiões áridas do Nordeste”. Os geneticistas acrescentam que esses contingentes humanos ainda teriam enfrentado “ponderáveis problemas médicos e sanitários”, criando também “pressões seletivas de magnitudes diversas”.

Interpretações semelhantes, comuns nos trabalhos da geração de geneticistas brasileiros formados no pós-Segunda Guerra, serviam de justificativa para seus projetos de investigação sobre a formação racial brasileira, tema que tanto inquietava intelectuais e cientistas do país desde o final do século 19. Em diálogo com a história – da colonização e da ocupação do território nacional, dos processos migratórios e da própria realidade social brasileira –, a genética de populações procurava compreender a formação do Brasil com base em aspectos genéticos, antropológicos e demográficos. Com a introdução de novos

instrumentos e perspectivas científicas, os geneticistas buscavam, acima de tudo, entender os efeitos do amplo processo de miscigenação ocorrido no Brasil desde a chegada dos primeiros colonizadores.

Pode-se dizer, então, que os estudos genéticos de ‘mistura racial’ não apenas se conectavam às visões e concepções formuladas pelo pensamento social brasileiro, mas também se assemelhavam aos próprios ensaios de interpretação sobre o país publicados no início do século 20. Isso talvez explique a aproximação,

feita pelo antropólogo norte-americano Charles Wagley (1913-1991), entre os estudos de populações de Salzano e Freire-Maia e os trabalhos sociológicos sobre raça e relações raciais produzidos em meados do século 20 por Florestan Fernandes (1920-1995), Octávio Ianni (1926-2004), Oracy Nogueira (1917-1996), Fernando Henrique Cardoso, Thales de Azevedo (1904-1995) e outros cientistas sociais. Wagley chegou a afirmar que as pesquisas em genética de populações, apoiadas em instrumentos, técnicas e teorias recentes, vinham sendo usadas para confrontar dados e teorias sociológicas, colaborando para o conhecimento do Brasil e das populações brasileiras. 

Sugestões para leitura

- PAVAN, C. e CUNHA, A. B. ‘Theodosius Dobzhansky and the development of genetics in Brazil’, em *Genetics and Molecular Biology*, v. 26-3, p. 387-395, 2003.
- SALDANHA, P. H. ‘Mistura de raças, mistura de genes’, em *Ciência Hoje*, nº 59, p. 48-54, 1989.
- SALZANO, F. M. ‘Em busca das raízes’. *Ciência Hoje*, nº 25, p. 48-53, 1986.
- SALZANO, F. M. E FREIRE-MAIA, N. *Populações brasileiras: aspectos demográficos, genéticos e antropológicos*. São Paulo, Cia Editora Nacional, 1967.
- SOUZA, V. S. E SANTOS, R. V. ‘The emergence of human population genetics and narratives about the formation of the Brazilian nation (1950 e 1960)’, em *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, v. 47, p. 97-107, 2014.

NA INTERNET

ROSENBERG, K. R. e TREVATHAN, W. R. ‘The evolution of human birth’, em *Scientific American*, v. 13, p. 80, 2003 (tradução em português disponível em www.icb.ufmg.br/lbem/aulas/grad/evol/humevol/evol-nasc-humano.html).



FOTO CICERO RODRIGUES

[Francisco Bethencourt] mostra que [os racismos] brotam em contextos históricos específicos, que devem, portanto, ser estudados em suas particularidades, e atendem a desígnios políticos muito claros

RACISMOS

Acreditou-se, por bastante tempo, que as teorias racistas do século 19 foram fundamentais para desencadear perseguições e genocídios, dos quais o século 20 mostrou-se pródigo: para citar apenas dois exemplos, os movidos contra os armênios e contra os judeus, respectivamente no primeiro e no segundo quartel do século passado.

O historiador português Francisco Bethencourt, que ensina desde 2005 na Universidade de Londres, lançou no final de 2014 um livro que discorda desse ponto de vista. Publicado em inglês e, conforme divulgado, em vias de ser traduzido no Brasil, *Racisms – from the Crusades to the Twentieth Century* sustenta que, quando as teorias racistas foram formuladas, as práticas racistas já existiam havia muito tempo, antes mesmo que surgissem a palavra e o conceito: nesse sentido, ele invoca o historiador francês Lucien Febvre (1878-1956), para quem os conteúdos antecedem com frequência as palavras que os expressam.

Bethencourt, contudo, não quer com isso postular a atemporalidade dos racismos – sempre os houve, em qualquer época – nem sua perenidade – sempre os haverá. Ao contrário, mostra que brotam em contextos históricos específicos, que devem, portanto, ser estudados em suas particularidades, e atendem a desígnios políticos muito claros. O estudo desses fenômenos beneficia-se, para ele, do escopo comparativo e da adoção de um amplo arco de tempo – da longa duração, conforme o conceito forjado por outro historiador francês, Fernand Braudel (1902-1985): só assim pode-se compreender melhor suas variações, especificidades, pontos comuns. Trata-se de fenômenos multifacetados, mutáveis, daí a adoção do plural no título da obra: racismos.

Os acontecimentos contemporâneos, em diferentes partes do globo, também preocupam Bethencourt, conforme escreve ao final do prefácio, invocando um terceiro historiador francês, talvez o maior deles no século 20: “Como disse Marc Bloch (1886-1944), precisamos estudar o passado para enten-

der o presente e preparar o futuro. Minha esperança é que a análise histórica rigorosa possa contribuir para o fim da história do racismo, sobre a qual trata este livro”.

Particularmente original é a parte que relaciona os racismos e os impérios. A expansão europeia dos séculos 15 e 16 pôs em contato povos que nunca haviam se encontrado antes. Representações visuais das “quatro partes do mundo”, designação adotada para indicar a nova composição do globo terrestre após a descoberta da América, lançava mão de quatro figuras, quase sempre mulheres, a mais clara de todas representando a Europa, completamente vestida, as mais escuras – uma delas negra – representando a África e a América, em grau crescente de animalidade e nudez, enquanto a Ásia mostrava-se em geral associada à sensualidade e ao luxo.

O estranhamento, primeiro, e, logo a seguir, a escravidão dos africanos produziram novos racismos. Se no caso da discriminação contra os judeus não se invocava a cor da pele, acontecia o oposto no que diz respeito aos indígenas americanos e às novas sociedades mestiças surgidas nas zonas colonizadas pelos europeus. No caso da América espanhola, surgiu um tipo de pintura que levou a classificação a requintes extremos: a pintura de castas, retratando variados tipos étnicos e sociais, sob denominações animalizadoras: mulato (de mula), cabrito, e tantas outras.

Lançado no final de 2010 e realizado pelo cineasta franco-argelino Abdellatif Kechiche, o terrível filme *A Venus negra* abordou, a sua maneira, algumas questões presentes em *Racisms*. Nele, contextos históricos e geográficos distintos ilustram a trágica relação entre racismo, imperialismo e ciência. A crueldade da colonização da atual África do Sul encontra paralelo na impiedade de Georges Cuvier (1769-1832), expoente da anatomia e da paleontologia oitocentistas. Buscando o elo entre hotentotes e macacos, Cuvier retalhou o corpo morto dessa Venus, os pedaços ficando expostos por mais de um século no Museu de História Natural em Paris. 

LAURA DE MELLO E SOUZA

Departamento de História,
Universidade de Paris 4
– Sorbonne
Membro da Academia
Brasileira de Ciências

História em imagens

BIBLIOTECA NACIONAL E INSTITUTO MOREIRA SALLES LANÇAM PORTAL COM FOTOS RARAS

O portal Brasileira Fotográfica é o mais novo espaço digital para achar raridades como retratos da família imperial, de índios e moradores da cidade e do campo, e fotos de paisagens urbanas e rurais, ruas, praças e edificações de norte a sul do país. Lançado em abril pela Fundação Biblioteca Nacional (FBN) e pelo Instituto Moreira Salles (IMS), o portal contará com mais de 2 mil fotos históricas do século 19 e das duas primeiras décadas do século 20.

Com curadoria de Joaquim Marçal, da FBN, e Ângela Bittencourt, do IMS, o novo espaço digital permite que o usuário navegue pelo passado e conheça um pouco mais da história do Brasil. Destaque para fotos da Coleção D. Thereza Christina Maria, tiradas por D. Pedro II, e para a série completa de estereogramas (fotografia estereoscópica, 3D) com imagens gerais da cidade do Rio de Janeiro e do palácio imperial de Petrópolis, feitas pelo professor de fotografia da princesa Isabel, Revert Henry Klumb.

As fotos foram digitalizadas em alta resolução e poderão ser vistas com a ferramenta de zoom. A consulta gratuita estará disponível por tema, período ou autoria e poderá ser feita pelo endereço eletrônico <http://brasilianafotografica.bn.br>.



MARC FERREZ. MENINO INDÍO, C. 1880. MATO GROSSO - FBN-IMS

FOTO AUGUSTO STAHL. MINA NEGRO, C. 1865 - FBN-IMS



Conexão com a natureza

EXPOSIÇÃO ITINERANTE BUSCA CONSCIENTIZAR VISITANTES SOBRE A NECESSIDADE DE PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

Pode parecer estranho, mas a exposição 'Conexão Estação Natureza' foi inaugurada em abril em um shopping-center da capital paulista. O 'templo de consumo' foi escolhido justamente para aproximar os moradores de grandes centros urbanos da natureza brasileira sem necessariamente ir muito longe. O objetivo é, por meio de atividades interativas, sensibilizar os visitantes para a conservação do meio ambiente e dos recursos naturais. Elaborada pela Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza, a mostra itinerante e gratuita também passou pelo Rio de Janeiro e Belo Horizonte e segue agora para mais sete capitais – Brasília, Salvador, Fortaleza, Curitiba, Porto Alegre, Campo Grande e Belém –, todas em shopping-centers. A exposição deve percorrer 15 mil quilômetros e atingir mais de 60 milhões de pessoas.

A tecnologia empregada na exposição permite uma fantástica imersão sensorial. A mostra é dividida em estações. Na estação 'Conexão', o cinema com telas dispostas em 360 graus oferece não apenas uma 'viagem' visual como também de outros sentidos: enquanto assiste ao vídeo, o visitante sente frio, calor, vento, chuva, tudo em um ambiente aromatizado. Na estação 'Belezas naturais', é a vez de usar os óculos *rift* para fazer um passeio virtual pela Reserva Natural Salto Morato, no litoral paranaense, que abriga o maior trecho contínuo de mata atlântica do país. Há ainda estações com jogos interativos, enciclopédia digital sobre os biomas brasileiros e atividades divertidas, como pedalar em equipe em bicicletas para iluminar uma árvore.



FOTOS MILA MALUHY

Cuidado com a lombada!

ESTUDO AVALIA EFICIÊNCIA DE ONDULAÇÕES TRANSVERSAIS E REDUTORES ELETRÔNICOS NO PAÍS

Quebra-molas, guarda-deitado, lombada... Os nomes variam pelo Brasil afora, mas todos têm o mesmo objetivo: alertar os motoristas para a necessidade de reduzir a velocidade e, dessa forma, evitar acidentes. Mas será que funcionam? O economista Florian Schumacher decidiu investigar a eficácia das lombadas em diferentes condições de trânsito como parte da pesquisa de seu doutorado na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) da Universidade de São Paulo. E os resultados não foram muito animadores.

Schumacher estudou as lombadas convencionais (ondulações transversais) e as eletrônicas (reduzores de velocidade eletrônicos), baseado em simulações de situações hipotéticas, para avaliar o impacto que elas têm sobre o número de acidentes, o tempo de percurso, a qualidade do ar e o consumo de combustível.

A pesquisa revelou que, na maioria das condições de tráfego, a relação custo-eficiência não é favorável às lombadas eletrônicas, devido ao seu preço elevado. Já os quebra-molas convencionais se mostraram eficientes, embora apresentem uma série de impactos, como atraso de veículos de emergência e penalização de pessoas com necessidades especiais. Segundo Schumacher, muitas lombadas são instaladas de forma irregular, sem sinalização adequada ou fora do padrão regulamentado de medidas – o que pode causar acidentes em vez de reduzi-los.

A pesquisa indica que é importante tanto baixar o custo de colocação de lombadas eletrônicas quanto zelar pela manutenção periódica dos quebra-molas convencionais. “Para tornar o uso das primeiras viável, é preciso que haja incentivos para reduzir seu custo”, observa o economista.



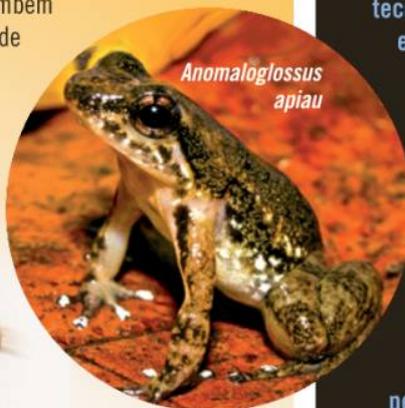
FOTO: NICK COME/FREEMANSES



Já ameaçados

DOIS ANFÍBIOS RECÉM-DESCRITOS EM RORAIMA
PODEM ESTAR EXTINTOS OU EM RISCO DE EXTINÇÃO

Mal foram apresentados à comunidade científica, estes charmosos roraimenses já podem ter desaparecido ou estar em risco de extinção. Embora se saiba hoje que se trata de uma nova espécie, um desses anfíbios, o *Anomaloglossus tepequem*, coletado na serra do Tepequém (RR) em 1986 e 1992, não foi mais encontrado apesar das buscas recentes de pesquisadores de instituições e universidades brasileiras e belgas. O grupo, liderado pelo herpetólogo Miguel Trefaut Rodrigues, da Universidade de São Paulo, também identificou outra espécie de anuro endêmica de Roraima, que vive em outra serra, a alguns quilômetros ao sul: *Anomaloglossus apiáu*, prima do *A. tepequem*. A descrição dos dois anfíbios foi publicada na revista *Zootaxa* de março.



*Anomaloglossus
apiáu*



*Anomaloglossus
tepequem*

FOTOS: ANTOINE FOUQUET

Divórcio do bem

FILTRO PERMITE SEPARAR PETRÓLEO DE ÁGUA
EM ALTO-MAR COM 99% DE EFICÁCIA

Um dispositivo hidrofóbico – que repele água – desenvolvido por pesquisadores do Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) pode se tornar um item indispensável em plataformas de petróleo. Trata-se de um filtro que separa água de óleo com 99% de eficácia, de forma rápida e mais barata que os métodos disponíveis. A tecnologia pode amenizar o impacto de vazamentos e derrames de petróleo.

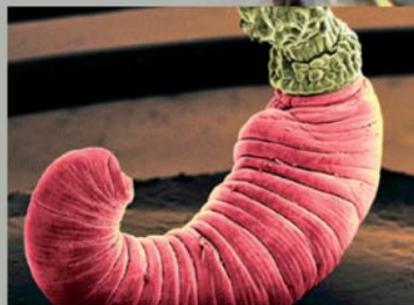
Segundo o químico Jadson Belchior, coordenador da pesquisa na UFMG que deu origem ao filtro, o processo de separação pode ser feito em alto-mar: na plataforma, a mistura heterogênea de água e óleo é bombeada para o filtro, que só deixa passar o óleo; este é alojado em compartimentos do navio, enquanto a água é devolvida limpa ao mar.

O tecido usado no dispositivo recebe um tratamento químico em laboratório, mas os pesquisadores não revelam a substância usada, por segredo de patente. O protótipo passará ainda por testes de vazão de água e durabilidade.

Novo acantocéfalo na área

ESPÉCIE DE PARASITO FOI ENCONTRADA EM CACHORROS-DO-MATO

Pesquisadores do Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz) descreveram uma nova espécie de acantocéfalo – um filo de parasitos sem boca nem sistema digestório comumente encontrados no intestino de peixes, anfíbios, pássaros e mamíferos. A *Prosthenorchis cerdocyonis* foi achada em grande quantidade em cachorros-do-mato (*Cerdocyon thous*) no Pantanal sul-mato-grossense. A descoberta, descrita no *Journal of Parasitology* de fevereiro a partir de 17 espécimes coletados no intestino dos animais, é resultado de trabalho de campo da bióloga Ana Paula Nascimento Gomes feito de 2005 a 2009, quando ela era aluna de mestrado do IOC, sob orientação de Arnaldo Maldonado e Natalie Olifiers.



A nova espécie foi achada no intestino do cachorro-do-mato no Pantanal



FOTO: INK/PEDIA – CC BY-AS 3.0

ARTE DE JEFFERSON MENDES SOBRE FOTO DE ARNALDO MALDONADO JUNIOR

Gramáticas indígenas

LÍNGUAS AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO GANHAM DOCUMENTAÇÃO EM ÁUDIO E VÍDEO

O Programa de Documentação de Línguas e Culturas Indígenas (Progdoc), que começou em 2008 e deve ser concluído este ano, já conseguiu reunir duas mil horas de áudios e vídeos de falantes nativos de 40 povos indígenas, mais de 70 mil fotos digitais e 32 livros, além de 10 gramáticas descritivas e léxicos (repertórios de palavras de um idioma). Treze das línguas indígenas faladas no Brasil estão em risco de extinção. O projeto do Museu do Índio, que conta com o apoio da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), está produzindo ainda cinco gramáticas pedagógicas para uso em escolas indígenas no país.

O Brasil tem entre 150 e 170 idiomas nativos, a maioria na região amazônica. Algumas línguas, como a guarani, a ticuna e a terena, contam com cerca de 20 mil falantes; outras são faladas por menos de cinco pessoas, caso da apiacá; mas, em média, há menos de 200 falantes por língua. Até meados do século 20, as línguas indígenas eram orais; nenhuma delas era registrada com alfabeto, o que passou a ocorrer na década de 1950.

LÍNGUAS INDÍGENAS DOCUMENTADAS PELA PARCERIA MUSEU DO ÍNDIO E UNESCO

LÍNGUAS	ESTADOS	MUNICÍPIOS
● SHAWÁDANA OU JAMINÁWA-ARARA	AC	Marcelino Thomaz e Porto Walter
● YAWANAWA	AC	Tarasá, Feliz, Serra Madureira, Rio Branco
● DESAND	AM	São Gabriel da Cachoeira
● INY (KARÁÁ)	GO, MT, PA, TO	Lagoa da Confusão (TO) e Luciana (MT), Santana de Araguaia (PA), Ananás (GO)
● TIKARITUN MAXAKALI	MG	Santa Helena de Minas e Bertópolis, Ladainha, Itatim (MG)
● RIBBARITSA	MT	Bananópolis, Cotacianga
● INPENG	MT	Feliz Natal, Comana, Simpat
● KISITÊ	MT	Quirinópolis
● HALITI PARISI	MT	Saperaí, Comandante Oreste, Itaguara da Serra, Campo Novo dos Paredeiros, Matilândia
● KAVAYWETÊ (KALABI)	MT, PA	Terça Indígena Xingó e outros
● APARÁ	MT, PA	Itaúva, Tabapuá (MT) e outros
● KANDÊ	RO	Guajará-Mirim, Costa Marques, Alta Floresta (RO), São Francisco do Guaporé, São Miguel do Guaporé, Chiquitanga e Cuiabá
● HARICUÁVA	RR	Alto Alegre, Alauajai, Cantá, Bonfim, Casuarina, Nossa Senhora, Paracrama, Uruamã e Boa Vista
● YÁBOSIM (YAPARI), IYEMEN (OU YEMALI) DORAMALÊ (DOROMALI)	RR	Anajás, Alto Alegre

*Incluídas apenas no projeto de gramáticas pedagógicas.

Museu do Índio
UNESCO

WWW.UNESCO.ORG/BRASILIA
HTTP://WWW.MUSEUDOINDIO.GOV.BR/

UNESCO/MUSEU DO ÍNDIO

À prova de fraudes

NOVO MÉTODO PERMITE IDENTIFICAR ADULTERAÇÃO NO AZEITE DE OLIVA

Uma metodologia para identificar de maneira rápida e eficaz as adulterações em azeites foi desenvolvida por pesquisadores da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). A frequência das fraudes em alimentos foi uma das motivações para criar a metodologia baseada na interação da luz com os componentes da mistura de azeite com óleo.

O grupo formado por pesquisadores das áreas de física, química e alimentos já trabalhava com técnicas para detectar fraudes em leite e derivados. “Nesse processo, os componentes do leite foram estudados individualmente, inclusive as gorduras. Depois de estudar a composição das gorduras, tomamos conhecimento, por meio de artigos científicos, notícias de jornais e outros meios de divulgação, das fraudes do azeite com óleos de diversas origens”, conta a física Maria José Valenzuela Bell, da UFJF e coordenadora do projeto. “Percebemos então que as metodologias que estávamos usando para

o estudo da adulteração do leite deveriam se adequar também ao azeite”.

Segundo Bell, o método funciona como a leitura ótica das impressões digitais dos nossos dedos. “É possível descobrir quem é a pessoa por meio da análise de suas digitais. Como o azeite e os diferentes tipos de óleo têm características específicas, o método que aplicamos nos permite separar cada componente da mistura”, explica a física.

Os métodos disponíveis hoje para verificar se o azeite está adulterado levam, em média, mais de um mês. “Nossa proposta, em fase de desenvolvimento, é criar um protótipo portátil, que possa fornecer o resultado da análise do azeite em tempo real. A intenção é que tanto os órgãos de fiscalização quanto o próprio consumidor possam ter acesso a essa tecnologia”, acrescenta Bell.

O método desenvolvido pelos pesquisadores da UFJF se baseia na interação da luz com os compostos do azeite e de óleos de diversas origens para identificar e diferenciar as características de cada um



ARREVEIO / FLORIANÓPOLIS / CC BY-NC-SA 2.0

Brasil 'mestiço'

Ideia de mistura de raças encobriu dados sobre a diversidade cultural do país

“O Brasil é um país mestiço.” Essa afirmação, tão comum ao se falar da composição da população brasileira, e que tem seu lado de verdade, é generalizante demais – razão por que é muito perigosa. A ideia que vem associada é a de que somos um país de ‘mistura de raças’, e, por sua vez, deriva de um entendimento que não apenas reconhece a existência de raças, como quase sempre vem acompanhado do ‘mito das três raças’, que apresenta como base para a formação da população brasileira componentes indígenas, negros e brancos. Isso pode até dar letra de samba – mas será que faz sentido para nossa história?

Raça como conceito científico não existe. Também é errôneo pensar que o povo brasileiro é resultado da miscigenação de africanos, europeus e populações indígenas. Mesmo quando se incluem outras contribuições ‘raciais’, como japoneses e libaneses, nesse caldo, erramos ao afirmar que essa ‘mistura’ teria ocorrido de forma natural e quase sempre harmoniosa.

No século 19 e nas décadas iniciais do século 20, o cruzamento de ‘raças’ era considerado um perigo de degeneração, e o ‘embranquecimento’ da população, um alvo a alcançar. O pensamento dominante na época via o desaparecimento da herança cultural e biológica de negros e indígenas como fator de progresso.

Mas, ao longo do século 20, o Brasil se transformava: cresciam as lutas sociais, surgiam novas ideias e aumentava a presença popular na vida po-

lítica. E esse povo que saía às ruas e passava a votar não era ‘puro e branco’ como no Velho Mundo, muito pelo contrário. Pouco a pouco, foram aparecendo novas formas de se referir aos brasileiros e, entre elas, fortaleceu-se a ideia de povo mestiço como um valor positivo e característico da nossa população.

O artigo ‘Das moscas aos humanos: a genética e a questão da ‘mistura racial’ no Brasil’ nesta edição mostra como a questão da ‘formação racial brasileira’ era vista, no século 19 – um dilema para a construção da nação e da identidade nacional – e revela o interesse dos cientistas, já em meados do século 20, no estudo da variabilidade genética da população brasileira.

POVO CORDIAL? Junto com a construção da ideia de que a mistura entre povos de diferentes origens sempre foi tranquila e natural por aqui, veio aquela sobre a índole pacífica e cordial do povo brasileiro. Seríamos uma combinação perfeita de gente de pele morena, sorriso nos lábios, muita simpatia, sempre vivendo em paz, mesmo em condições muito difíceis. Trata-se de uma bonita imagem para ser assumida internamente e vendida como mercadoria atraente ao exterior. Mas teria isso um fundo de verdade?

Se pesquisarmos a história do Brasil, a resposta é não. Uma longa trajetória de lutas e resistência de africanos e seus descendentes escravizados, assim como de guerras promovidas



Figura 1. Origens dos africanos escravizados no Rio de Janeiro no século 19

Fronteiras do século 20. Grupos étnicos

1. Bacongo; 2. Nsundi; 3. Tio, Monjolos; 4. Bobange; 5. Bundo;
6. Quissama; 7. Libolo; 8. Ovimbundo; 9. Ganguela; 10. Iaô;
11. Macua; 12. Tumbuca; 13. Achanti; 14. Daomé; 15. Iorubá;
16. Ibo; 17. Fulani; 18. Hauçá; 19. Bornu; 20. Nupe

contra grupos indígenas que lutavam para permanecer nas suas terras ancestrais, mostra totalmente o contrário. O Brasil foi o país que mais recebeu africanos escravizados na história da humanidade: foram quase quatro séculos e mais de 4 milhões de africanos chegando aos portos brasileiros pelo comércio escravista. Somos o segundo país do mundo em população de origem africana, e o primeiro fora da própria África. E, hoje, mais da metade dos brasileiros se declara negro ou pardo.

Muitos de nós, entretanto, desconhecem o legado cultural dos povos africanos para o país. A história dos nossos antepassados até há bem pouco tempo não entrava nos livros didáticos e nas salas de aula brasileiras, onde predominava uma história europeia e ‘branca’. Isso vem mudando, embora devagar; ainda se vê muito preconceito e intolerância. Desde 2003, vigora uma lei que tornou obrigatório o ensino dessa parte da

MAPA ADAPTADO DE KARASH, MARY. A VIDA DOS ESCRAVOS NO RIO DE JANEIRO, 1808-1850. SÃO PAULO: COMPANHIA DAS LETRAS, 2000, P.53.

história. Conhecer a memória da África e dos negros no Brasil, assim como das culturas indígenas, significa mudar a perspectiva, e fazer com que os brasileiros possam se ver de outra maneira.

AJUSTES NECESSÁRIOS É preciso repensar a ideia de africano como um todo único. A África é um continente e, mesmo ao sul do deserto de Saara, onde habitam em sua maioria povos de pele escura, há, e desde há muito tempo, uma enorme variedade de línguas, culturas, religiões, costumes e aparência entre os diferentes grupos humanos. Esses grupos interagiram e disputaram espaços e o domínio sobre produtos e rotas de comércio. Alguns se misturaram e deram origem a outros povos, como ocorreu em outros continentes e regiões do mundo (figura 1).

A ideia de 'africano' surgiu apenas no século 19, vinculada à luta contra o tráfico e a escravidão. É, ao mesmo tempo, uma resposta e um novo significado ao tratamento dado pelos europeus aos nativos do continente. Por trás da generalização do termo, estava o objetivo da dominação europeia e uma justificativa para exercê-la. É difícil precisar a origem dos africanos trazidos para o Brasil. Muitos eram capturados longe do litoral, apesar de receberem o nome do local de partida. Outros – ao longo da travessia e em sua inserção na sociedade brasileira, no universo de outros nativos da África escravizados –, assumiam uma identidade que fazia referência ao seu local de origem. Outros, ainda, integravam-se a grupos da mesma região de procedência, ainda que pertencessem a povos diferentes.

Assim, os chamados 'cabindas' no Brasil, trazidos da região da baía de Cabinda (hoje em Angola), poderiam ser nsundis, tekes e gabões. Incluía-se entre eles muitas vezes os anjicos e monjolos. Os 'congós' seriam originados de diversos grupos situados na vasta rede comercial do rio Zaire (Congo). E os 'angolas' podem ter sido trazidos do entorno da cidade de

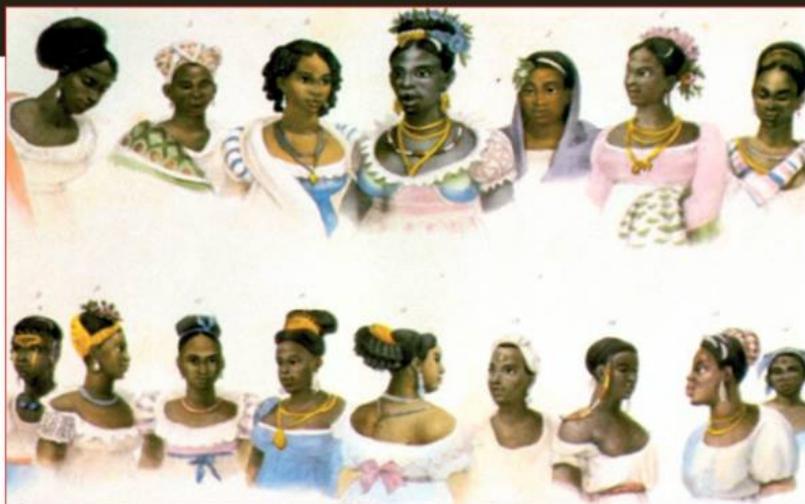


Figura 2. Escravas negras de diferentes nações

Luanda, mas também da área de Cassange ou do vale do rio Cuanza.

Esses grupos formaram a maioria dos cativos transportados para o Brasil, originários da grande região Congo-Angola. Mas, houve muitos outros. Os 'moçambiques' poderiam ser macúas, ou senas, ou mujaus, entre outras origens, capturados em uma ampla área que abrangia o que é hoje o sul da Tanzânia, o norte de Moçambique, o Malaui e o nordeste da Zâmbia. Os africanos embarcados na África Ocidental (região do golfo da Guiné ou sua subdivisão, a Costa da Mínia) poderiam ser todos incluídos no grande grupo que ficou conhecido como *mina* aqui no país, sendo, por sua vez, iorubas (também conhecidos como nagôs), hauçás, ibos, daomeanos ou mahís.

Alguns entre os africanos escravizados eram cristãos, outros muçulmanos – tinham inclusive os que liam e escreviam em árabe – e, em sua maior parte, acreditavam em deuses de suas religiões nativas. Eram povos com histórias, modos de vida e saberes distintos – alguns trouxeram conhecimentos sobre técnicas agrícolas em clima tropical, outros eram mineradores experientes, outros artesãos ou conhecedores de práticas curativas.

RETRATOS DA DIVERSIDADE Jean-Baptiste Debret (1768-1848), artista francês estudioso da natureza no Brasil, retratou os diferentes tipos de mulheres africanas que pôde observar na cidade do Rio de Janeiro. Nem na própria África seria possível encontrar

tantos representantes de povos daquele continente como aqui. Debret produziu aquarelas que mostravam a diversidade de origens das mulheres que haviam sido trazidas e escravizadas no nosso país (figura 2).

Com seus trajés e penteados, adornos e marcas faciais e de estética própria – como a prática de limar os dentes – essas mulheres afirmavam suas diferenças, também percebidas em suas tradições culturais e idiomas. Nada mais distante de suas vidas que a ideia de uma África no singular ou de características de comportamento e crença que unissem todas elas em um denominador comum. Essas africanas eram tão diferentes entre si como homens e mulheres europeus de países distintos.

Conhecer essas histórias africanas é uma maneira de desmascarar essa uniformidade inventada, e reconhecer o rico mapa da diversidade 'negra' que faz parte de nossas origens.

E de que vale saber essas diferenças todas e questionar uma imagem idealizada de país mestiço? Serve para nos aproximar de outras histórias que nos pertencem e nos darão a chance de chegar mais perto de entender que o tanto que nos diferencia nos aproxima, e nos faz mais humanos. Afinal, o racismo que se vê e percebe no Brasil é como uma mosca na sopa dos estudos sobre a nossa miscigenação.

MONICA LIMA

Instituto de História,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Gravidade: teorias variadas

Corriqueiro no dia a dia, o fenômeno ainda desafia os físicos

O termo 'gravidade' remonta ao filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.), para quem o movimento natural dos corpos 'graves' (pesados) se dava sempre para baixo, em direção ao centro da Terra, buscando o seu "lugar natural", em contraposição aos corpos 'leves', cujo movimento natural era para cima, afastando-se do centro da Terra.

Para Aristóteles, todos os corpos eram constituídos de combinações diferentes de quatro elementos fundamentais (terra, água, ar e fogo), de modo que corpos formados majoritariamente dos elementos terra e água eram graves, enquanto aqueles com predominância de ar e fogo eram leves. Portanto, era a 'gravidade' de uma pedra que a fazia cair em direção ao chão, e a 'leveza' de uma bolha que a fazia subir do fundo de um lago.

Os corpos celestes não caíam em direção à Terra porque, para além da órbita lunar, tudo era constituído da 'quintessência', isto é, o quinto elemento, que permitia aos corpos celestes manterem movimentos circulares em torno da Terra.

Essa separação entre a física dos movimentos sublunares e supralunares influenciou de forma determinante o pensamento ocidental e só foi superada no século 17, pela síntese feita pelo físico e matemático britânico Isaac Newton (1643-1727). A teoria da gravitação universal (TGU), de Newton, fornecia um quadro conceitual e matemático único para descrever os movimentos tanto na Terra quanto nos céus. Tanto

as leis do movimento planetário do astrônomo germânico Johannes Kepler (1571-1630) quanto as relações matemáticas que governavam o movimento de projéteis ou a queda livre dos corpos – descobertas pelo físico e astrônomo florentino Galileu Galilei (1564-1642) – podiam ser deduzidas de princípios mais gerais, aos quais todos os corpos do universo pareciam estar sujeitos.

Conhecidas a posição e a velocidade de um corpo, bem como as forças que nele agiam, o arcabouço teórico newtoniano – suas leis do movimento e o ferramental matemático desenvolvido por Newton – permitia prever de forma determinista as condições de seu movimento, em qualquer instante posterior. Dali em diante, o trabalho dos filósofos naturais parecia se resumir à descoberta das formas matemáticas das forças que atuam sobre os corpos.

Em particular – e como aprendemos no ensino médio –, Newton descobriu a forma da força gravitacional entre dois corpos quaisquer de massas m_1 e m_2 separados por uma distância d : $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$, em que G é a chamada constante gravitacional ($6,67 \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$).

DUAS MASSAS A massa dos corpos, segundo Newton, estava relacionada à "quantidade de matéria" presente no corpo. Porém, ela aparecia na teoria desempenhando dois papéis distintos: i) como uma espécie de 'carga' gravitacional, gerando a força expressa pela lei da gravitação; ii) como me-

da da inércia de um corpo, isto é, do grau de dificuldade para acelerar um corpo, expressa na segunda lei de Newton do movimento ($F = m.a$, ou seja, $m = F/a$, onde F é força, m é massa e a , aceleração).

Essa distinção entre massa gravitacional e massa inercial chamou a atenção de Newton. Mas a coincidência entre a primeira e a segunda só pôde ser descrita com a teoria da relatividade geral (TRG), de Albert Einstein (1879-1955), como uma consequência da própria abordagem teórica da gravitação desse físico de origem alemã.

Einstein mostrou que não pode haver distinção entre os resultados obtidos por experimentos físicos feitos por um observador na superfície da Terra – onde a aceleração da gravidade é cerca de $9,8 \text{ m/s}^2$ – ou por um observador dentro de um foguete que se movimenta com aceleração de $9,8 \text{ m/s}^2$ para cima, pois a força inercial deste último caso não seria distinguível da força gravitacional do anterior. De fato, Einstein partiu desse 'princípio de equivalência' para desenvolver toda a estrutura da TRG.

MATÉRIA ESCURA Pode parecer que, uma vez enunciadas, essas teorias catalisaram um consenso imediato na comunidade científica e que não existiram teorias competidoras ou explicações alternativas para, pelo menos, parte dos fenômenos atendidos por elas. Isso, no entanto, não é verdade, e a história do pensamento científico – inclusive no que diz respeito à gravi-

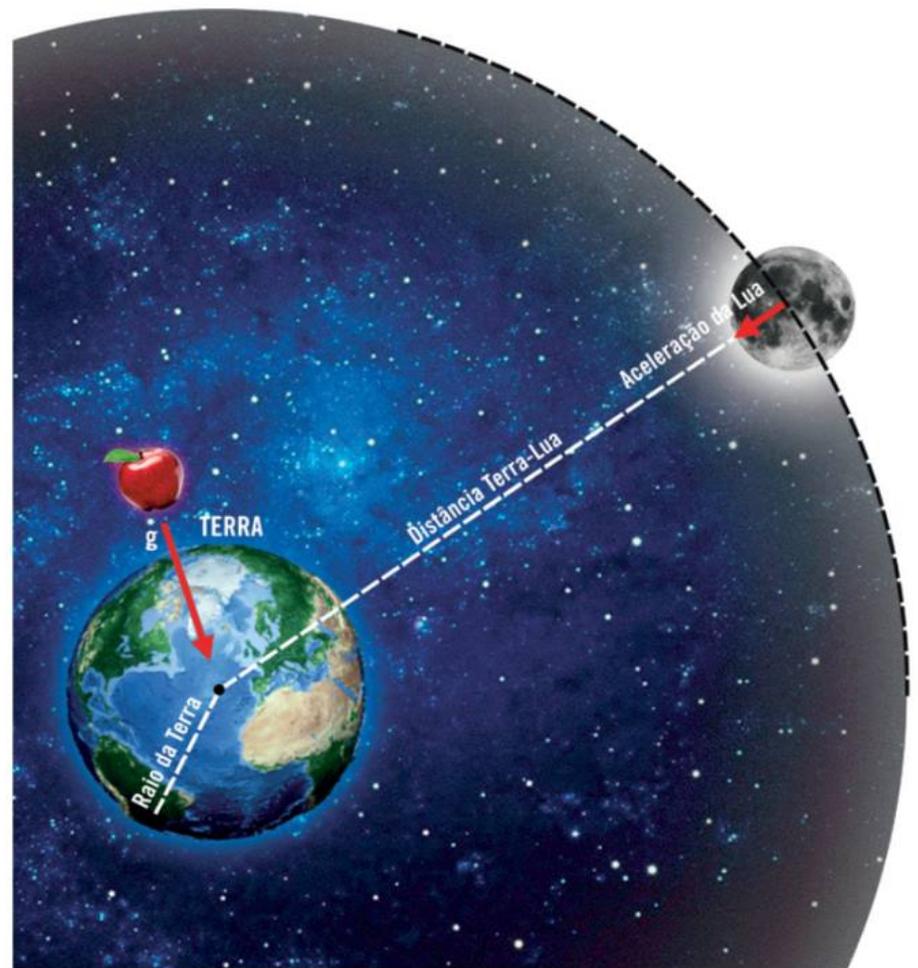
A teoria da gravitação de Newton mostrou que os corpos terrestres e os celestes estão submetidos à mesma lei dos movimentos. O campo gravitacional da Terra causa uma aceleração (g) na maçã de cerca de 10m/s^2 , mas de apenas 3mm/s^2 na Lua, dada a grande distância do satélite ao planeta

dade – está repleta de ideias alternativas, divergências criativas e mesmo tateadas no escuro e pisadas em falso.

A TRG foi muito bem-sucedida na explicação e previsão de fenômenos relacionados à gravitação. Porém, há muito se sabe que ela apresenta problemas de compatibilidade com a mecânica quântica (MQ), teoria voltada para explicar os fenômenos atômicos e subatômicos, também desenvolvida no início do século passado. Tanto a TRG quanto a MQ têm excelente sucesso preditivo e passaram por testes experimentais rigorosos. Portanto, alguma nova abordagem parece ser necessária para que esse casamento se viabilize – caso seja possível a união desses dois pilares da física contemporânea.

Além disso, para que previsões feitas pela TRG continuassem válidas frente a avanços científicos nas últimas décadas – como a descoberta de que o universo está não só se expandindo, mas fazendo isso de forma acelerada –, houve a introdução (precipitada, para muitos) de novos conceitos e elementos, como é o caso das chamadas ‘matéria escura’ e ‘energia escura’, que juntas responderiam por cerca de 95% da massa do universo – ‘escuras’, no caso, por não emitirem radiação.

A dificuldade em explicar a formação de estruturas cosmológicas e o fracasso em prever como variam as velocidades das estrelas em função de sua distância ao centro da galáxia que as hospeda levaram à introdução da ideia de matéria escura. Hoje, esse conceito já é importante para outras explicações cosmológicas e, nesse sentido, vem perdendo seu caráter



de hipótese provisória – apesar de ninguém ainda saber exatamente o que a matéria escura é.

Também só há conjecturas sobre a natureza da energia escura, que, para alguns, agiria como a ‘antigravidade’ responsável pela aceleração do universo.

DESAFIADA VERSUS DESAFIANTE Há, no entanto, teorias conceitualmente muito distintas da TRG que dispensam o conceito de matéria escura. Por exemplo, a Mond (sigla, em inglês, para dinâmica newtoniana modificada), proposta, em 1983, pelo físico israelense de origem romena Mordehai Milgrom. Nessa teoria, os problemas que levaram à suposição de uma matéria escura são resolvidos com modificações na forma matemática da lei da gravitação de Newton ou mesmo nas leis do movimento, fazendo com

que sejam violadas para acelerações menores que o valor de uma nova constante introduzida por essa abordagem alternativa da gravitação.

Infelizmente, como costuma ocorrer, a solução de um problema acaba causando outros, e situações bem explicadas pela teoria desafiada acabam não sendo tão bem elucidadas pela desafiante.

Há muitas outras abordagens teóricas relacionadas à gravidade sendo debatidas hoje. Dois entre muitos exemplos: a teoria de cordas e o teleparalelismo, este último apresentado nesta edição.

BETO PIMENTEL

Colégio de Aplicação,
Universidade Federal do Rio de Janeiro



LAPSOS DE VIDA

O retrato trágico de uma mulher afetada pela doença de Alzheimer no filme *Para sempre Alice* reforça a urgência na busca por um tratamento eficaz

IMAGINE COMO VOCÊ SE SENTIRIA ao perceber que, durante uma corrida em um trajeto conhecido, não saberia que direção seguir? E se fosse professora universitária há muitos anos e, de repente, não conseguisse se lembrar do tema da aula a ser ministrada aos seus alunos? E se estivesse na casa de praia onde passou várias férias de verão, precisasse ir ao banheiro e, simplesmente, não conseguisse encontrá-lo por não fazer ideia de onde ele fica? Com certeza, se sentiria absolutamente perdido(a) e assustado(a)...

Esse é o drama vivido por Alice Howland, uma bela mulher de 50 anos, professora de linguística de uma renomada universidade norte-americana, que se depara com pequenas alterações do funcionamento do seu cérebro e busca por explicações para decifrar o que está ocorrendo de errado. Interpretada por Julianne Moore no filme *Para sempre Alice*, a protagonista procura um neurologista, realiza uma série de exames, e recebe o diagnóstico: uma forma familiar da doença de Alzheimer, que afeta menos de 5% dos pacientes que apresentam a enfermidade.

A forma familiar tem origem genética, ou seja, é transmitida de pai/mãe aos filhos e acomete pessoas em fases precoces da vida, como no caso de Alice. Entretanto, na grande maioria dos casos, a doença de Alzheimer está as-

Julianne Moore interpreta Alice Howland, uma professora de linguística diagnosticada com uma forma menos comum – mas não menos devastadora – da doença de Alzheimer



sociada ao envelhecimento e não tem causas genéticas evidentes. A incidência de 1 em cada 10 indivíduos aos 65 anos de idade aumenta para 1 em cada 2-3 indivíduos aos 85 anos. A doença de Alzheimer é a principal causa de demência dos idosos. Segundo estimativas recentes, cerca de 44 milhões de pessoas são acometidas pela doença de Alzheimer ou outra forma de demência no mundo. A previsão atual é que, em 2030, esse número dobre e que, em 2050, 115 milhões de pessoas sejam afetadas por ela no mundo.

Indivíduos em estágios iniciais da doença de Alzheimer sofrem de uma profunda incapacidade de formar novas memórias. De fato, a falha ou perda de memória é sabidamente o sintoma inicial mais marcante. É comum o relato de pacientes que esquecem com frequência onde estão as chaves de casa ou a carteira, por exemplo. É importante frisar, no entanto, que pequenos 'esquecimentos' eventuais não devem ser motivo para alarme. Todos nós esquecemos de pequenas coisas de vez em quando, e isso faz parte do funcionamento normal do nosso cérebro. Com o envelhecimento, pode ocorrer que a frequência dos esquecimentos se torne um pouco maior do que na juventude, mas, ainda assim, isso não deve ser causa para maiores preocupações, a não ser quando a frequência com que os esquecimentos ocorrem passa a interferir negativamente com a eficiência ou independência com que a pessoa desempenha suas tarefas normais.

Esse foi o caso de Alice. Ela e todos os pacientes acometidos pela doença de Alzheimer têm dificuldades de executar tarefas corriqueiras, como reter uma informação simples ou mesmo transmitir um simples recado. Alice não sabia a direção a seguir durante a corrida, porque a nossa capacidade de orientação espacial depende do hipocampo, região do cérebro que é precoce e severamente afetada pela doença.

De maneira cruel, com o avanço da doença, a perda progressiva de memória carrega também as lembranças de nomes e rostos, por mais queridos e familiares que eles possam ser. Fica claro que Alice, ao longo do filme, vai perdendo as suas memórias e habilidades cognitivas, chegando ao ponto de não reconhecer mais seus familiares mais próximos. Por outro lado, ela segue com uma recordação de infância, em que passeava feliz com sua irmã.

De fato, é reportado que pacientes com Alzheimer conseguem recordar alguns episódios do passado, retraindo lembranças da infância, juventude e outros períodos mais distantes de suas vidas. Além das dificuldades cognitivas, podem ocorrer alterações no comportamento. A perda de memória vem, na maioria das vezes, acompanhada de outros sintomas, como alucinações, pesadelos, insônia e alterações de personalidade, que variam muito de paciente para paciente. Assim, pessoas anteriormente alegres e tranquilas podem apresentar depressão, agressividade e tendência ao isolamento.

A vida média dos pacientes acometidos por Alzheimer gira em torno de oito a 10 anos após o diagnóstico. A progressão da doença é inexorável e devastadora. Quando evolui para os estágios finais, a doença leva à perda de células nervosas em diversas regiões do cérebro.

O cérebro humano é, sem dúvida, um órgão objeto fascinante de estudo, com uma estrutura extremamente complexa e com habilidades fantásticas, como a de armazenar um número imenso de informações (como as memórias de toda uma vida), registrar e coordenar os estímulos recebidos dos órgãos dos sentidos, e controlar as emoções humanas. Entretanto, o cérebro humano também é alvo de vários distúrbios debilitantes e ainda incuráveis, e a doença de Alzheimer é um exemplo claro de uma enfermidade de enorme complexidade que vem desafiando a ciência.

Até hoje, não se compreende completamente todo o cenário da doença e, no momento, pacientes com Alzheimer contam com apenas dois tipos de medicação – os inibidores de acetilcolinesterase e a memantina – para tratamento. Mas, infelizmente, ambas as classes de medicamentos atuam somente em alguns sintomas da doença, e nenhuma delas ataca, de fato, as causas dos problemas ou oferece resultados terapêuticos realmente efetivos.

Justamente por saber disso, Alice decide deixar instruções para que ela possa acabar com sua vida ao chegar num estágio no qual considera que não vale mais a pena estar com seus familiares.

Ao assistir ao filme, desejamos que a protagonista consiga completar sua missão: tomar muitos remédios e se deitar para esperar pelo fim. Ocorre que ela derrama os comprimidos e se esquece do que tinha que fazer, e o esquecimento impede que seu objetivo seja atingido. Isso nos leva a pensar: será que no final do filme Alice ainda é a mesma Alice do início? Sinceramente, não conseguimos achar que sim.

Deve ser muito doloroso saber que iremos nos tornar uma pessoa alheia ao mundo e às pessoas que tanto amamos. Assim como é algo difícil de aceitar saber que perderemos nossas memórias, uma das maiores riquezas que adquirimos em nossas vidas. Não é por acaso que a deterioração lenta e progressiva de Alice rendeu o Oscar de melhor atriz a Julianne Moore.

Esperamos que, em breve, uma nova porta se abra e que o desenvolvimento de medicamentos com possibilidade de alterar o curso dessa devastadora doença seja alcançado.

Fernanda De Felice
Débora Foguel

Instituto de Bioquímica Médica
Leopoldo de Meis,

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Plantas exóticas invasoras: problema ignorado

JULIANO RICARDO FABRICANTE

Centro de Referência para Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD/Caatinga), Universidade Federal do Vale do São Francisco

Quantos leitores deste texto plantaram, em seus quintais ou na frente de suas casas, plantas como a jaqueira, o chapéu-de-sol (ou amendoeira-da-praia), a leucena, a algaroba, a boa-noite (ou vinca) ou o pinheiro-americano? Quantos acham, de maneira equivocada, que essas espécies são nativas do Brasil? E quantos não fazem ideia de que a escolha dessas plantas é um risco para a biodiversidade brasileira?

Pois é... Essas plantas – e muitas outras que podem ser vistas nas ruas, nos quintais e até nas matas do país – são exóticas invasoras.

Mas o que são plantas exóticas invasoras? São aquelas introduzidas fora de sua área de distribuição natural e que se reproduzem e se dispersam de modo eficiente no novo ambiente. Um bom exemplo é a jaqueira. Nativa da Índia, essa árvore frutífera foi introduzida no Brasil há mais ou menos

150 anos. Nesse período, ela se espalhou pelo país, sem ajuda humana, e hoje forma grandes populações em fragmentos de mata atlântica.

Essa questão é importante porque a invasão de um ambiente natural por uma planta exótica pode causar impactos negativos sobre as espécies nativas (vegetais e animais), sobre o meio físico (solo e água) e mesmo sobre a saúde humana, a saúde animal, a agricultura e a pecuária, gerando graves problemas econômicos, sociais e ambientais. São estimadas em cerca de US\$ 40 bilhões por ano as perdas econômicas no Brasil com essa questão.

AÇÕES DE CONTROLE O problema é preocupante e requer a adoção de uma série de medidas.

Em primeiro lugar, é necessário ampliar o conhecimento da questão, com vistas a uma mudança de com-

A algaroba (A) ocupa hoje extensas áreas na caatinga nordestina, e a jaqueira (B) vem invadindo matas em muitas áreas do Brasil



portamento. O assunto deve ser divulgado e assimilado pelas pessoas. Para isso, deve fazer parte das discussões nas escolas, na mídia e no dia a dia da população. É preciso que todos saibam quais são essas espécies, para evitar sua disseminação intencional e para eliminá-las de casas, áreas urbanas e matas.

Além disso, as políticas públicas precisam coibir o uso dessas espécies exóticas em arborização urbana, paisagismo, formação de pastagens e outras aplicações. Embora o Brasil tenha um dos maiores patrimônios genéticos autóctones do planeta, instituições públicas continuam introduzindo essas espécies e incentivando o plantio. Existem no país milhares de plantas com potencial alimentício, forrageiro, madeireiro etc. Portanto, não há razões lógicas para se investir tanto em exóticas. O raciocínio é básico: muitas dessas espécies são produtivas porque foram intensamente estudadas e melhoradas geneticamente. O mesmo poderia ser feito com espécies nativas, mas os setores responsáveis pelas aplicações de vegetais ignoram esse fato.

Também poderiam ser criadas linhas de crédito para financiar ações de controle e erradicação das espécies exóticas mais problemáticas: investir hoje garantirá menos ônus

amanhã. Diferentemente de outros problemas ambientais que se atenuam com o tempo, os causados pelas exóticas invasoras tendem a ser cada vez maiores.

Um caso emblemático é o da algaroba. Poucos indivíduos dessa árvore foram introduzidos no semiárido nordestino na década de 1940, e hoje a espécie ocupa uma área maior que a de países europeus como Montenegro ou Chipre. Onde há algaroba, formam-se desertos verdes, já que nenhuma planta nativa resiste à presença da invasora. Com a eliminação das espécies nativas, também desaparecem os animais que dependem delas para sua alimentação, abrigo ou reprodução. A algaroba ainda tem a capacidade de 'bom-bear' uma quantidade exorbitante de água para a atmosfera, ressecando os solos. Certas regiões da África onde a planta também é invasora já registram êxodo rural, já que ela inviabilizou a agricultura e a pecuária. Como a algaroba está há mais tempo na África, é uma questão de tempo para que o mesmo aconteça na caatinga.

Outra ação relevante é a conservação dos remanescentes de vegetação nativa e a ampliação das áreas de preservação ambiental: As espécies exóticas invasoras se beneficiam de ambientes degradados. Ao contrário, ambientes conservados são capazes de diminuir ou até impedir o avanço da maioria dessas espécies.

GENÉRIO SOMBRIO O que é feito, em outras partes do mundo, contra as plantas invasoras? Países como África do Sul, Austrália, Estados Unidos, Espanha e outros tratam a questão com bastante seriedade. Ações como as descritas acima já foram implantadas e aos poucos têm resultado na diminuição dos impactos ambientais. Outro diferencial, no exterior, é o comprometimento das universidades na geração e na divulgação de conhecimento. No Brasil, apesar do crescimento considerável de trabalhos publicados sobre o tema nos últimos anos, ainda existem muitas perguntas

São estimadas em cerca de US\$ 40 bilhões por ano as perdas econômicas no Brasil provocadas pela invasão de um ambiente natural por plantas exóticas

não respondidas, inclusive a mais básica: quantas plantas exóticas invasoras existem no país?

Para dar uma ideia da extensão do problema, apenas no *campus* de ciências agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, em Petrolina (PE), nosso grupo de pesquisa catalogou 25 espécies exóticas invasoras. Já em toda a região de estudo do grupo, que representa menos de 2% da área total da caatinga, identificamos 62 espécies (ver 'Caatinga em foco').

Diante desse cenário, as perspectivas para o futuro são catastróficas. Estamos vivenciando a homogeneização da flora devido à substituição de milhares de espécies nativas por centenas de espécies originárias de outras regiões do planeta.

Esse não é somente um problema ambiental. Muitas dessas espécies invasoras são responsáveis, no Brasil, pelo aumento dos preços de alimentos e outros produtos, por conta dos gastos de agricultores e pecuaristas com herbicidas e equipamentos para seu controle. As prefeituras também precisam investir parte de seus recursos na capina de áreas públicas e terrenos baldios tomados por essas plantas.

Cabe à população brasileira agir, participando do combate às espécies exóticas. Também é hora de o poder público criar leis e decretos, ou qualquer outro instrumento legal, que possibilitem mudar essa realidade. 

Caatinga em foco

O Grupo de Pesquisa em Invasão Biológica, da Universidade Federal do Vale do São Francisco, estuda o problema das espécies exóticas invasoras há quatro anos. Essas pesquisas geraram, além de artigos científicos, a coleção *Plantas exóticas e exóticas invasoras da caatinga*, que pode ser baixada gratuitamente por meio da página do grupo (<http://jrfabricante.wix.com/invasoras>), no indicador 'publicações'.

Porto do Açú: Impactos de um megaempreendimento

**GILBERTO
PESSANHA RIBEIRO**

Departamento de Ciências do Mar,
Eixo Sociedade e Mar,
Laboratório de Tecnologia
e Processamento de Imagens,
Universidade Federal de São Paulo
(*campus Baixada Santista*)

No litoral sul do município de São João da Barra (RJ), no distrito de Açú, está em construção o Complexo Industrial e Portuário do Açú (Cipa), empreendimento com notoriedade nacional e um dos mais marcantes no estado do Rio de Janeiro. O porto deverá, de início, exportar minério de ferro pelletizado para a China, que carece dessa matéria-prima. O minério será transportado do local de extração até o porto por um mineroduto, que passará por cerca de 30 municípios mineiros e fluminenses.

Esse projeto, que concentra várias obras de engenharia no mesmo local e se baseia em uma lógica ultrapassada e não sustentável, já acarreta perdas irreparáveis na planície costeira onde se localiza – uma vasta região alagadiça, formada por depósitos arenosos, onde existem inúmeras lagoas. A implantação do complexo causa severos impactos nos manguezais da região, na lagoa do Salgado (onde ocor-

rem estromatólitos, rochas de grande interesse paleontológico), e nas lagoas de IQUIPARI e de GRUSSAI (com ameaças diretas aos organismos aquáticos e à pesca).

Já ocorrem alterações negativas na flora e na fauna no ambiente de restinga, na faixa litorânea, e significativas mudanças na comunidade biológica marinha da plataforma continental rasa. Há algum tempo, navios chineses dragam o fundo do mar nas imediações do extenso píer já construído no Cipa, revolvendo os sedimentos de fundo e, assim, alterando – em um cenário impressionante – as formas e o volume do transporte desse material pelas ondas e correntes litorâneas.

A realização sistemática, desde 2004, de mapeamento cartográfico na região aponta diversas mudanças na linha de costa. Novas feições surgem, todas artificiais: depósitos de material remobilizado truncam canais de drenagem e represam as águas de lagoas costeiras, e o deslocamento de sedimentos do fundo marinho para a zona emersa gera dunas não naturais. As praias também sofrem expressivos impactos, tanto no desenho da linha de costa quanto nos ambientes de deposição da areia. Ao afetar os ambientes costeiros e marinhos rasos, as obras do Cipa artificializam processos naturais de transporte de sedimentos.

A construção do complexo industrial em São João da Barra (RJ) já acarreta perdas irreparáveis na paisagem local: as praias sofrem expressivos impactos, tanto no desenho da linha de costa quanto nos ambientes de deposição da areia; depósitos de material truncam canais de drenagem e represam as águas de lagoas costeiras, e o deslocamento de sedimentos do fundo marinho para a zona emersa gera dunas não naturais



FOTO MARCOS A. PEDLOWSKI

*É necessário investir em estudos científicos
para conhecer o que de fato ocorre nesse litoral
e promover discussões técnicas com
especialistas competentes para saber lidar
com os problemas de forma séria*

Além dos impactos em curso, a rotina da vida local também será afetada pela futura poluição atmosférica, que será transportada na direção da cidade de Campos dos Goytacazes (RJ), a sudoeste do complexo, devido ao sentido preferencial dos ventos na região.

A erosão marinha, natural na região, vem sendo observada desde a década de 1950 na praia de Atafona, em São João da Barra (RJ), onde muitos imóveis foram destruídos pelo efeito das ondas, com grandes prejuízos para a população local. Em 2007 e 2009, a velocidade da erosão chegou a 7 m por ano, segundo medições contínuas da escarpa erosiva feitas com receptores GPS na última década.

A dinâmica do processo natural de erosão em Atafona envolve fatores variados: marés astronômicas (causadas por Sol e Lua), correntes litorâneas, regime de ondas e ventos, além da descarga sólida (sedimentos) e líquida do rio Paraíba do Sul, que deságua na região, formando um grande delta. O vento, segundo especialistas, é o agente mais expressivo: é ele que modela a linha de costa e ergue o campo de dunas jovens que surgiu em Atafona há cerca de 20 anos e desde então tem soterrado grande número de residências.

Mapeamentos cartográficos profissionais têm sido realizados para acompanhar e entender as mudanças no litoral norte fluminense. Esse trabalho, iniciado em 2003, foi liderado pelo Departamento de Análise Geoambiental da Universidade Federal Fluminense e, em seguida, pelo Departamento de Engenharia Cartográfica da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Desde 2013, os mapeamentos são feitos pelo Departamento de Ciências do Mar da Universidade Federal de São Paulo (*campus* da Baixada Santista). Além, disso, uma colaboração do autor com o Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, trouxe mais subsídios para a compreensão da erosão nesse litoral.

O Cipa gerou grande expectativa de promoção do desenvolvimento regional e territorial, mas cabe perguntar: a que preço? Que desenvolvimento prometido é esse? Os benefícios da implantação dessa estrutura portuária existem de fato? Como serão tratadas, na operação do Cipa, a poluição do ar e a contaminação do solo? São perguntas ainda não respondidas. Os atuais métodos e técnicas de mapeamento digital, com uso de imagens dos satélites Landsat e Geoeye, acopladas ao sistema de informações geográficas Spring, já permitem denunciar a acelerada alteração das feições litorâneas. Mas a verdade não tem sido divulgada e a população local não é esclarecida sobre todos os efeitos em seu dia a dia.

A população local merece saber o que de fato está por trás das obras. Questões de contextualização política, econômica e social do projeto podem ser expostas e debatidas em fóruns públicos, com a presença da população e de especialistas. Com o Cipa em implementação, é importante trazer a público as discussões técnicas sobre seus impactos, informando a população sobre aspectos importantes das mudanças em andamento e evitando o discurso da lógica do capital a todo custo.

São João da Barra já enfrenta problemas de formação de pessoal, geração de emprego, segurança e saúde pública, que têm sido agravados com o aumento galopante da população induzido pelo complexo portuário. As novas condições que o Cipa impõe à cidade não chegam às escolas públicas locais, que pouco discutem os aspectos geográficos, geológicos e

oceanográficos do projeto. A erosão das praias e a progradação (aumento da faixa de areia) sequer fazem parte do Plano Diretor do município, como temas de ações preventivas e educativas – e, desde a década de 1950, a erosão marinha já destruiu pelo menos 400 casas em Atafona.

É necessário investir em estudos científicos (inclusive o monitoramento espacial sistemático) para conhecer o que de fato ocorre nesse litoral e promover discussões técnicas com especialistas competentes para saber lidar com os problemas de forma séria. Isso é viável? Sim. Apresento um exemplo na área de educação ambiental: alunos de ensino médio de escolas estaduais locais que orientei como bolsistas ‘Jovens Talentos’, de 2004 até 2009, aprenderam muito sobre a erosão e se tornaram replicadores de informações científicas sobre o fenômeno.

A sociedade organizada local ainda está despreparada para enfrentar os problemas decorrentes dos impactos das obras do Cipa. Além de Atafona, o distrito de Açú também é afetado pela erosão marinha, mas o problema aumentou nos últimos tempos. Bancos arenosos surgem e desaparecem na zona do mar próxima à costa, e as obras do grande porto já interferem na pesca artesanal e na qualidade da água local. É hora de conhecer projetos institucionais bem-sucedidos que já enfrentaram intervenções dessa natureza no Brasil e no mundo e aprender com eles – aprender, ao menos, o que não deve ser feito. Já será um avanço para os especialistas acadêmicos e para a sociedade. 

As lições da erosão no Porto do Açu

MARCOS A. PEDLOWSKI

Laboratório de Estudos do Espaço Antrópico, Centro de Ciências do Homem, Universidade Estadual do Norte Fluminense

O projeto Interações Terra-Oceano na Zona Costeira (LOICZ, na sigla em inglês) é uma iniciativa internacional de pesquisa que reúne cientistas de diferentes áreas para investigar as causas e os efeitos de alterações ambientais em áreas litorâneas e apontar soluções. Como vice-coordenador, desde 2011, da seção para a América Latina e o Caribe desse projeto, participei de diversas reuniões de seu comitê científico, onde testemunhei o esforço no sentido de desenvolver ferramentas analíticas e protocolos que per-

mitam ampliar o conhecimento científico sobre essas alterações, com o intuito de gerar alternativas para os processos de transformação que vêm afetando as zonas costeiras.

Uma das principais contribuições do LOICZ – até recentemente vinculado ao Programa Internacional Geosfera-Biosfera (IGBP, na sigla em inglês) e ao Programa Internacional Dimensões Humanas da Mudança Ambiental Global (IHDP, na sigla em inglês), iniciativas mundiais não-governamentais – está na compreensão de que a avaliação das mudanças em curso na interface continente-oceano requer a integração de variadas disciplinas. Um elemento fundamental dessa perspectiva multidisciplinar que impulsiona os trabalhos do projeto é o de que a sociedade humana alcançou uma capacidade sem precedentes de alterar os diferentes compartimentos naturais, inaugurando o período conhecido como Antropoceno.

FOTOS MARCOS A. PEDLOWSKI



Praia do Açu, em São João da Barra (RJ), antes da construção do Complexo Industrial do Porto do Açu (Cipa). No detalhe, nota-se, na mesma praia, um recuo da faixa de areia



Esse preâmbulo é necessário para deixar claro que parto da compreensão de que qualquer explicação para fenômenos (de escala local ou global) que ignore os impactos das intervenções humanas no funcionamento dos sistemas naturais tenderá a perder validade científica e, portanto, credibilidade. É baseado nessa compreensão que venho acompanhando a série de mudanças ambientais que ocorrem na área de influência do Complexo Industrial do Porto do Açu (Cipa), megaempreendimento instalado no município de São João da Barra, ao norte do estado do Rio de Janeiro.

Entre os aspectos mais notáveis dessas mudanças estão a remoção de grandes áreas da maior faixa contínua de vegetação de restinga existente no Brasil, a salinização de águas superficiais e de solos e, mais recentemente, um rápido recuo na faixa de areia na praia do Açu. Por outro lado, é importante apontar que todas as alterações observadas no local foram incluídas nos Estudos de Impacto Ambiental (EIAs) e Relatórios de Impacto Ambiental (Rimas) preparados pelas empresas do Grupo EBX, do ex-bilionário Eike Batista, para obter as necessárias licenças ambientais no Instituto Estadual do Ambiente (Inea).

Quanto ao processo erosivo que atinge hoje a praia do Açu, cabe salientar que este já havia sido previsto, de forma bastante acurada, no Rima elaborado pela OSX, empresa de construção naval do Grupo EBX, para obter as licenças ambientais necessárias à construção da unidade de construção naval e do canal de navegação. Essa previsão incluía não apenas a área na qual haveria perda de areia, mas também onde parte desse material ficaria retida (na barreira – molhe – instalada para proteger o Terminal 2 do Porto do Açu).

Além disso, a equipe de especialistas que preparou esse Rima apontou de modo bastante evidente que os impactos sobre os processos de sedimentação e erosão na praia do Açu seriam muito intensos e ir-

reversíveis. E é importante lembrar que, bem antes de a OSX produzir o Rima, o geógrafo Dieter Muehe, um dos maiores especialistas sobre dinâmica costeira no Brasil, não incluiu a praia do Açu como uma área afetada por erosão costeira, quando, em 2006, organizou um atlas da erosão e progradação (aumento da faixa de areia) no litoral do país.

No entanto, o relatório da OSX negligenciou um aspecto: a velocidade com que o fenômeno erosivo se manifestaria na praia do Açu. Entendo, porém, que isso não deve ser usado para diminuir a correção do prognóstico então realizado, já que quem precisava cobrar maiores explicações optou por não fazê-lo. O fato é que, mesmo para quem já fez múltiplas visitas de pesquisa ao entorno do Cipa (como é meu caso), a velocidade das transformações em curso naquela praia impressiona.

No plano da verificação científica, isso ficou demonstrado quando preparei, a pedido do Ministério Público Federal, um estudo no qual, a partir da análise de uma série de imagens do satélite Landsat, identifiquei que a praia do Açu apresentava um relativo equilíbrio dinâmico até 2011. Esse estudo também deixou claro que esse equilíbrio foi rompido a partir do início das obras de construção do canal de navegação e do molhe de proteção do Terminal 2 do Porto do Açu.

O problema é que, apesar da relação causa-efeito apontada entre a construção dessas estruturas e a manifestação do processo erosivo previsto no Rima da OSX, a postura do

As ações adotadas em resposta aos problemas que a construção do porto [do Açu] causou à sociedade e aos ecossistemas locais servirão como exemplos quando situações semelhantes forem detectadas.

Resta saber se o exemplo será bom ou ruim

Inea e dos novos controladores do empreendimento, a Prumo Logística Global, foi a de negar suas responsabilidades quanto à realização de intervenções estruturais que pudessem reverter a destruição da praia. Além disso, embora a Prumo declare estar monitorando a dinâmica de sedimentos na área de influência do Porto do Açu, ainda não tornou públicos os resultados desse acompanhamento.

Enquanto isso, para os moradores da Barra do Açu, o problema alcançou um novo patamar de preocupação com a repetida entrada de águas oceânicas dentro da localidade, nos dias de maré alta ou quando sopram ventos fortes. A única resposta oferecida para o fenômeno foi a instalação, pela Secretaria de Defesa Civil de São João da Barra, de barreiras de areia que minimizaram temporariamente essa entrada de água, mas que, é óbvio, não resistiram à ação das ondas.

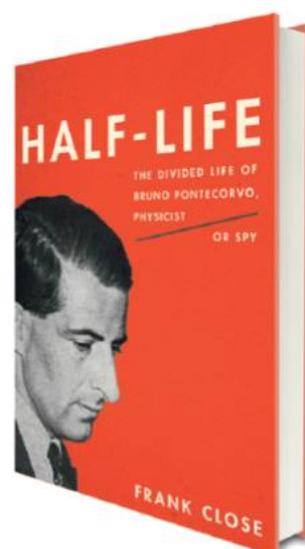
Um fato que deve ser ressaltado é que o complexo portuário do Açu é apenas um dos diversos megaempreendimentos em implantação neste momento na interface continente-oceano, no Brasil. Assim, as ações que vierem a ser adotadas em resposta aos problemas que a construção do porto causou à sociedade e aos ecossistemas locais servirão como exemplos quando situações semelhantes forem detectadas. Resta apenas saber se o exemplo será bom ou ruim. Mas é certo que culpar a natureza não vai resolver nada, e que adiar a busca de soluções apenas ampliará as dimensões do problema. 

CIÊNCIA, ESPIONAGEM E ÓTIMA LEITURA

Half-Life: The divided life of Bruno Pontecorvo, physicist or spy.

Frank Close

Nova York, Basic Books, 400 p., US\$ 29,99



A VIDA DE BRUNO PONTECORVO (1913-1993) é o tema do novo livro (ainda sem tradução para o português) de Frank Close, físico britânico que tem escrito uma série de volumes de sucesso destinada ao grande público. Pontecorvo foi o mais jovem pesquisador da equipe do italo-americano Enrico Fermi (1901-1954), quem renovou a física italiana, colocando-a na fronteira dos estudos nucleares na década de 1930. Seu grupo ficou conhecido como 'os rapazes da Via Panisperna', rua romana onde o laboratório estava localizado.

Pontecorvo logo se transformou num especialista em nêutrons, o que o levou a estagiar na equipe dos físicos Irène e Frédéric Joliot-Curie em Paris. Na França, o físico italiano casou-se e filiou-se ao Partido Comunista, o que resultou na sua fuga para os Estados Unidos quando Adolf Hitler (1889-1945) ocupou Paris. Dos EUA, onde trabalhou com nêutrons para localizar jazidas de petróleo, foi para o Canadá, onde passou a trabalhar no secreto programa atômico britânico. E, depois da Segunda Guerra, esteve envolvido no programa, também secreto, do reator atômico britânico em Harwell.

Em setembro de 1950, Pontecorvo desapareceu sem deixar rastros. Reapareceria cinco anos mais tarde, na União Soviética, onde manteve uma

carreira em física de partículas, em Dubna, trabalhando especificamente com neutrinos, até o fim de sua vida. A suspeita de que Pontecorvo teria passado segredos em física nuclear para os soviéticos, ainda que nunca comprovada, tem acompanhado todos os debates sobre o caso, tornando-o ainda mais fascinante.

Trata-se de uma história bem conhecida, recentemente explorada por Simone Turchetti em *The Pontecorvo affair: A Cold War defection and Nuclear Physics*. Quais são então as contribuições distintas trazidas por este livro?

Close traz novos elementos que podem explicar aquela súbita decisão de Pontecorvo pela fuga, mostrando que o interesse do FBI (Departamento de Polícia Federal dos EUA) em Pontecorvo passou pelas mãos de Kim Philby, agente duplo, o que teria levado os soviéticos a alertar Pontecorvo sobre a possibilidade de uma imediata detenção. A informação teria chegado a ele por meio de seu primo Emilio Sereni, um proeminente dirigente comunista italiano. O interesse do FBI em Pontecorvo teria sido ampliado pela denúncia feita por Emilio Segrè sobre a vinculação de Pontecorvo ao Partido Comunista.

Segrè, que então vivia nos Estados Unidos, foi um dos rapazes da Via Panisperna e ganharia o Nobel de Fí-

sica em 1959. A denúncia foi feita no contexto da histeria macarthista naquele país e da disputa com o governo norte-americano sobre a patente da fissão nuclear depositada pelo grupo italiano antes da guerra.

Após uma revisão metódica das evidências de espionagem, Close avalia que elas não são conclusivas, embora plausíveis. Ele defende que essa questão é secundária, uma vez que o conhecimento de Pontecorvo teria sido seminal para o programa nuclear soviético.

O autor do livro usa também seu conhecimento técnico para avaliar as contribuições científicas de Pontecorvo no domínio da física de partículas. Elas incluem a oscilação dos neutrinos e a sugestão de uma distinção entre os neutrinos do múon e aqueles do elétron. Close sugere que Pontecorvo poderia ter feito parte da equipe vencedora do Nobel de 1988, atribuído a Leon Lederman, Melvin Schwartz e Jack Steinberger pela descoberta do neutrino do múon.

Close mostra também que a participação de Pontecorvo está presente no Nobel atribuído em 2002 a Raymond Davis Jr. e Masatoshi Koshiba pela detecção de neutrinos cósmicos. E conclui que a fuga para a União Soviética limitou o alcance de suas contribuições científicas e o desviou da rota para Estocolmo.

O autor transformou sua pesquisa em uma narrativa capaz de prender a atenção do leitor do início ao fim. Trata-se de leitura agradável, verdadeira aventura, com tons trágicos, acessível ao público geral.

A característica que torna o livro mais atrativo ao mercado editorial, a elucidação de um caso de suspeita de espionagem, é também a que revela a limitação da perspectiva adotada. O tema da espionagem adquiriu um relevo sem precedentes na cultura popular, carregado com a condenação moral, algumas vezes apenas implícita, da espionagem favorecendo os soviéticos.

Uma perspectiva historiográfica mais ampla poderia trazer à tona outras considerações. Espionagem tem sido atividade secular, e sua prática generalizada, em particular pelos EUA, pode ser hoje notada pelas revelações de Julian Assange e Edward Snowden. Como revelado por Close, durante a Segunda Guerra, os britânicos baseados no Canadá espionavam o projeto norte-americano da bomba atômica. Físicos nucleares, espiões ou não, foram pegos na armadilha das tensões da Guerra Fria, opondo as duas superpotências.

Se restam dúvidas sobre Pontecorvo mas não sobre Klaus Fuchs, maior é a lista dos que sofreram restrições por serem portadores de um conhecimento, sinônimo de poder. Os casos mais notáveis são os de Robert Oppenheimer e Andrei Sakharov, EUA e URSS, respectivamente, mas a lista é maior. Ela deveria incluir, por exemplo, Bernard Peters, refugiado na Índia e na Dinamarca; e David Bohm, exilado no Brasil, Israel e Inglaterra. A espionagem é parte de um drama mais amplo mesclando ciência e política nas tempestades do século 20.

Olival Freire Jr.

Instituto de Física,

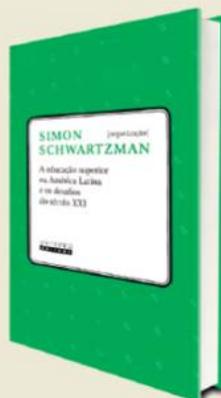
Universidade Federal da Bahia

A educação superior na América Latina e os desafios do século 21

Simon Schwartzman (org.)

Campinas, Editora Unicamp, 286 p., R\$ 54

O ensino superior vem passando por modificações a cada ano. Se antes a universidade servia a um seletivo e restrito grupo de pessoas, hoje o acesso se tornou muito mais amplo, atraindo não só novos perfis acadêmicos, mas também diferentes modelos e tendências que foram verdadeiros agentes de transformação. Simon Schwartzman, pesquisador do Instituto de Estudos do Trabalho e Sociedade (IETS) e membro da Academia Brasileira de Ciências (ABC), se junta neste livro a sete outros autores com o objetivo de desenhar um panorama do atual estado da educação de nível superior na América Latina. Reflexões sobre os rumos do ensino e uma investigação dos desafios vindouros estão presentes nestes textos que podem interessar àqueles que desejam contribuir para ter uma universidade mais consciente de seu papel na atualidade.



Dossiê Abrasco: impactos dos agrotóxicos na saúde

Fernando Ferreira Carneiro, Raquel Maria Rigotto, Lia Giraldo da Silva Augusto, Karen Friedrich e André Campos Búrgio

São Paulo/Rio de Janeiro, Expressão Popular e EPSJV, 624 p., R\$ 40

Com o objetivo de alertar para o uso desenfreado de produtos químicos na agricultura e revelar seu impacto na saúde, acaba de ser lançada uma nova edição do *Dossiê Abrasco*. De acordo com dados de 2013 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), 64% dos alimentos que consumimos estão contaminados por agrotóxicos. O dossiê reúne informações de centenas de livros e trabalhos publicados em revistas nacionais e estrangeiras que relacionam o emprego de agrotóxicos a problemas de saúde, além de estudos e decisões políticas sobre agronegócio e segurança alimentar. Segundo os autores, é preciso superar o atual modelo de agricultura químico-dependente. O dossiê pode ser baixado gratuitamente para leitura e consultas específicas em <http://abrasco.org.br/dossieagrototoxicos/>.



O mapa de Smith

1815. PUBLICADO UM MAPA INOVADOR DA GRÃ-BRETANHA. Há 200 anos, um engenheiro inglês, autodidata, publicava um mapa geológico da Inglaterra, do País de Gales e de partes da Escócia, o qual teve um impacto fundamental seja nas práticas, seja nas questões teóricas da geologia, área que à época estava se moldando como ciência autônoma. Se mapas de vários tipos eram conhecidos há séculos, por que esse se tornou inovador? O que havia de diferente nele?

SILVIA F. DE M. FIGUEIRÔA

Departamento de Ensino e Práticas Culturais, Faculdade de Educação,
Universidade Estadual de Campinas (SP)



O MAPA-MÚNDI mais antigo encontrado até hoje é o Mapa Babilônico do Mundo, do século 6 a.C., registrado em uma tabuleta de argila. Especificamente contendo informações geológicas – isto é, sobre a natureza das rochas e dos solos –, temos um muito mais antigo: um papiro do Egito datado de 1150 a.C., preservado em Turim (Itália).

Podemos dizer que os seres humanos, para sua sobrevivência, valeram-se de materiais extraídos da terra desde sempre, da pedra lascada aos dias atuais. Os minerais e as rochas vêm sendo explorados há séculos, e tal atividade permitiu um conhecimento cada vez mais detalhado desses materiais em termos de sua composição, suas características físicas e demais propriedades, bem como de seu modo de ocorrência e distribuição espacial, em superfície ou em profundidade.

Na época em que o engenheiro inglês William Smith (1769-1839) trabalhava intensamente, prospectando carvão e construindo canais de navegação para a Grã-Bretanha da 1ª Revolução Industrial, uma consistente tradição de exploração mineral e de representação em mapas das camadas de rochas e minérios já estava estabelecida, so-

Mapa publicado em 1815 por William Smith (na página ao lado) que impulsionou o mapeamento geológico e a compreensão da estrutura tridimensional da crosta terrestre

bretudo na região dos países germânicos, com destaque para a Saxônia. Esses mapas eram chamados de 'mineralógicos' ou 'litológicos', e podemos citar aqueles do germânico Georg Christian Fuchsel (1722-1778), do italiano Giovanni Arduino (1714-1795) ou do francês Nicolas Desmarest (1725-1815), entre outros.

Smith, no entanto, acabou por acrescentar um elemento essencial a seu mapa e que o tornaria uma inovação: o conteúdo fossilífero de cada um dos estratos (ou camadas) de rochas que ele mapeara. Os fósseis, tão essenciais na formulação do mapa, estavam presentes em sua vida desde que os coletava na infância.

Fósseis eram, de fato, objetos da natureza apreciados e colecionados há séculos e que somente foram admitidos como restos orgânicos no final do século 17. No entanto, até o trabalho de Smith, eram apenas 'amostras': espécimes individualizados que se acumulavam, em maior ou menor quantidade, em mostruários, gabinetes e museus. Destacados das rochas nas quais se encontravam, normalmente eram identificados apenas com o nome do lugar onde haviam sido recolhidos e, quando muito, indicava-se também a profundidade original – por exemplo, '3 palmos abaixo do chão'.

FÓSSEIS CARACTERÍSTICOS No trabalho de Smith, porém, os fósseis foram intrinsecamente conectados às rochas nas quais se encontravam. O conteúdo fossilífero foi usado para diferenciá-las entre si e identificá-las. Os fósseis encontrados foram definidos como 'característicos', isto é, cada conjunto determinado de conchas e esqueletos correspondia a uma camada específica e era próprio dela. Isso permitia o reconhecimento de camadas de rocha de um certo tipo, por exemplo, em qualquer região em que fossem encontradas, desde que tivessem seus 'fósseis característicos' determinados, expandindo assim a abrangência geográfica de cada pacote rochoso. Além disso, permitia também relacionar entre si rochas de diferentes regiões, mas com o mesmo conteúdo de fósseis – a chamada correlação estratigráfica.

As mudanças nas assembleias de fósseis possibilitavam ainda ordenar as camadas rochosas, empilhando-as em sequências verticais, o que auxiliava a previsão de se encontrar determinado recurso mineral, como carvão, em certa região.

Esse conjunto de implicações do trabalho de Smith impulsionou fortemente o mapeamento geológico e a compreensão da estrutura tridimensional da crosta terrestre – nessa época, ainda chamada 'arquitetura subterrânea'.



Para Smith, efetuar a identificação dos fósseis seria relativamente fácil desde que se pudesse consultar algum livro contendo suas imagens e respectiva nomenclatura, associadas a cada pacote rochoso. Com tal propósito, publicou entre 1816 e 1819 o manual *Estratos identificados por meio de fósseis organizados* (*Strata identified by organized fossils*), que poderíamos, por analogia, comparar a herbários da botânica.

Na obra, cada prancha mostra os fósseis característicos de uma camada incrustados na rocha-matriz, exatamente como deveriam aparecer no campo, ao natural. As gravuras foram produzidas em aquarela, à mão, sobre papéis coloridos, cada cor sendo a mais representativa possível das cores naturalmente encontradas nas camadas respectivas. Esse esquema de cores era o mesmo empregado no mapa de 1815, pois a intenção de Smith era complementá-lo: ele acreditava que a determinação das camadas rochosas nele representadas se daria, portanto, por meio do emprego do manual no reconhecimento dos fósseis, "sem a necessidade de leituras profundas, ou do aprendizado anterior de artes difíceis".

QUATRO TRADIÇÕES Smith sabia bem do que falava. Sem formação acadêmica – frequentou a escola até os 11 anos de idade, apenas –, adquiriu as habilidades que o fizeram destacar-se a partir de uma intensa e longa experiência no campo, trabalhando como prospector mineral, agente demarcador de terras, agrônomo e construtor de canais, além de estudar por conta própria e cultivar amizades em círculos mais eruditos, com os quais discutia suas ideias e trocava informações.

A vida prática forneceu-lhe o conhecimento concreto e detalhado de boa parte da Grã-Bretanha, que foi o fundamento de sua marcante contribuição científica. Seu saber veio de seu suor e não de um 'raio de iluminação', como muitas vezes se supõe, erroneamente, que aconteça.

Na época de Smith e seu mapa, a geologia praticamente nascia como ciência, resultante da fusão de quatro tradições preexistentes que envolviam o conhecimento da Terra. As tradições da 'ciência de espécimes' (história natural), 'da arquitetura subterrânea' (geognosia), das 'teorias da Terra' (ciência especulativa) e 'da história do planeta' (ciência histórica) fundiram-se, permitindo que a história da evolução e das transformações da Terra fosse contada e datada por meio dos fósseis, indissociavelmente ligados às camadas de rochas que os contêm e que se apresentam em diferentes arranjos tridimensionais.

O trabalho de Smith foi uma contribuição decisiva a esse processo, que a distância no tempo só faz apreciar cada vez mais. 

Visite nossa LOJA VIRTUAL



O CONHECIMENTO EM UM CLIQUE!



Publicações
para todos os
gostos e idades!



| www.cienciahoje.org.br |

| www.lojaich.org.br |

cartas

LITERATURA HOJE

Recebi os exemplares do livro *Literatura Hoje e aproveito para parabenizar a revista Ciência Hoje por mais este empreendimento de sucesso.*

Geny Wakisaka

Por correio eletrônico

FOTO OU COMPUTAÇÃO?

Gostei do artigo 'Reflexões sobre reflexos' (sobre *Cultura 18*, CH 322).

Davide Ventura

Comentário na *CH On-line*

ABELHAS AFRICANIZADAS

Infelizmente, abelhas africanizadas (CH 324) dominam nosso território. Muitas pessoas as chamam de "abelhinhas", mas são muito perigosas e se sentem ameaçadas por qualquer movimento (...). Deveríamos valorizar as abelhas nacionais, que não possuem ferrão e produzem ótimo mel, e controlar melhor as africanizadas.

Leandro Luana

Comentário no Facebook/Ciência Hoje

CH Rui Seabra Ferreira Jr., autor da pesquisa sobre o novo soro contra veneno de abelhas responde: "Realmente, as abelhas nacionais não têm ferrão e são extremamente dóceis. No entanto, a sua produtividade é baixa quando comparada às africanizadas. Infelizmente, o processo de africanização se deu por acidente e hoje é uma realidade. Por outro lado, as abelhas africanizadas são de extrema importância para a polinização das plantas e o aumento da produção de alimentos."

EXCELÊNCIA

Parabeno toda a equipe da revista *Ciência Hoje* pela excelência do trabalho. Minha filha cresceu lendo *Ciência Hoje* das Crianças e guarda até hoje os exemplares.

Luis Fernando Sayão

Coordenação Geral de

Tecnologia da Informação,

Comissão Nacional de Energia Nuclear

MAPA DO CÉREBRO HUMANO I

A preocupação dos neurocientistas (CH 324) sobre a "falta de interesse pela neurociência cognitiva (consciência, pensamento e outros)" deve ser considerada, visto que existem prioridades para os

recursos aplicados.

Neusa Maria Campos Nunes

Comentário no Facebook/Ciência Hoje

MAPA DO CÉREBRO HUMANO II

Esses "paradigmas experimentais" da psicofísica e da psicologia cognitiva, além da neuroimagem funcional, genômica cognitiva, genética comportamental e estudos eletrofisiológicos de sistemas neurais devem ser repensados.

Vanderlei Souza

Comentário no Facebook/Ciência Hoje

ANTOCIANINAS I

Muito interessante o artigo 'Antocianinas: o segredo para a longevidade?' (CH 324). Parabéns!

Wellen Andrade

Comentário na *CH On-line*

ANTOCIANINAS II

Parabéns ao grupo, grande avanço nesse campo!

Maria Regina Rodrigues

Comentário na *CH On-line*

A TEORIA DE TUDO I

Ótimo filme (CH 324, seção *Crítica*), bela história de vida do astrofísico [Stephen] Hawking, exemplo de superação, o que acaba nos motivando. Aos 21 anos, descobriu que tinha uma doença degenerativa que o foi limitando, mas não se deixou domar por ela e surpreendeu a todos e ainda surpreende. Grande exemplo.

Mateus Silva

Comentário no Facebook/Ciência Hoje

A TEORIA DE TUDO II

Essa é a parte mais genial do filme, o fato de ele, apesar de todos os problemas, ter conseguido chegar onde chegou. Reconhecido e respeitado por cientistas e leigos.

Zulmira Bracco

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



FOTO: CECERO RODRIGUES

DESAFIO

Como se faz o cálculo do volume de ar na atmosfera terrestre, a partir dos dados da coluna?

Na coluna passada, fomos apresentados aos 'problemas de Fermi' – homenagem ao físico italiano Enrico Fermi (1901-1954) –, que nos obrigam a fazer estimativas em situações complexas.

Um dos problemas de Fermi mais conhecidos é sobre o último suspiro de César: quantos átomos exalados no último suspiro do imperador romano Júlio César (100-44 a.C.) inalamos a cada instante?

Um primeiro palpite: nenhum. Afinal, um suspiro diluído na atmosfera inteira... Portanto, parece ser ínfima a chance de respirarmos um daqueles átomos. Mas, ao estilo Fermi, sejamos um pouco mais metódicos, para tentar estimar esse número. A estratégia não é complicada. Se soubermos quanto ar César exalou em seu último suspiro e quanto ar há na atmosfera, poderemos calcular quanto do ar exalado pelo romano se encontra em cada respiração nossa.

Uma analogia ajuda a entender o método: ponha 100 bolinhas pretas em um recipiente que contenha 5 mil bolinhas brancas – no caso, há uma proporção de 1 preta para 50 brancas (1:50). Chacoalhe bem e, depois, vá retirando de 100 em 100 bolinhas dessa mistura. Teremos, portanto, em média, duas bolinhas pretas em cada retirada.

Pense nas 100 bolinhas pretas como os átomos exalados no último suspiro de César; nas 5 mil bolinhas brancas como os átomos da atmosfera; e nas 100 bolinhas de cada retirada como os átomos que inspiramos a cada respiração.

Agora, vamos tentar estimar o volume de ar que César exalou? Um litro (volume de uma garrafa média) é uma estimativa bem apropriada. E qual o volume de ar na atmosfera? A atmosfera tem aproximadamente 50 km de altura, e o raio da Terra é aproximadamente

6,3 mil km. Com esses dois números, podemos estimar o volume da atmosfera como sendo cerca de 10^{20} m^3 (ver o 'Desafio' desta edição). Mas 1 m^3 são 1 mil litros. Portanto, a atmosfera tem mais ou menos 10^{23} litros de ar.

Com essas duas estimativas, podemos calcular o número médio de átomos do último suspiro de César em nossos pulmões: 1 litro (volume de ar exalado por César) dividido por 10^{23} litros (volume de ar da atmosfera). Isso dá cerca de 10^{-23} , que é um número muito pequeno. Portanto, a chance parece mesmo ser ínfima...

Mas algo interessante acontece agora. O número de átomos em 1 litro de ar é muito grande: aproximadamente 10^{23} , como aprendemos nas aulas de química.

Finalmente, podemos saber quantos átomos do suspiro final de César estamos inalando: $10^{-23} \times 10^{23} = 1$. Isso mesmo, a cada vez que respiramos, inalamos aproximadamente um átomo que foi exalado por César em seu último sopro de vida.

Obviamente, nossa estimativa é válida para qualquer personalidade da história. Escolha a sua. E pense que, a cada respiração, tem um pouquinho dela em você. Pelo menos, um átomo! **CH**



DETALHE DO QUADRO MORTE DE JÚLIO CÉSAR DE VINÇENZO CARRACCI, 1791 / WIKIMÉDIA COMMONS

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO Inspiramos, em média, a cada quatro segundos. Vimos que a vida dura, em média, 4×10^7 minutos, ou seja, cerca de 3×10^9 segundos. Assim, ao longo da vida, respiramos $3 \times 10^9 / 4$, o que dá aproximadamente 750 milhões de vezes. Considerando a média de 1 litro para cada 10 km, um carro, ao rodar 200 mil km, gasta algo como 20 mil litros de gasolina. Isso mostra que o que se gasta em gasolina durante a vida útil de um carro é comparável ao seu próprio preço!

MARCO MORICONI

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

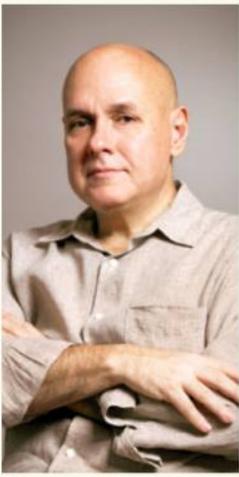


FOTO: CICERO RODRIGUES

O que perturba [Michael] Walzer, em sua interpelação, é o fato de a oposição jihadista ao Ocidente ter por foco valores tais como liberdade individual, democracia, igualdade entre os sexos e gêneros e pluralismo religioso

A ESQUERDA E A ISLAMOFOBIA

O professor Michael Walzer é um dos mais prestigiosos filósofos políticos contemporâneos. Além de professor do Instituto de Estudos Avançados, da Universidade de Princeton (EUA), e autor de obras notáveis, Walzer distingue-se por sua militância política, desde a luta pelos direitos civis à oposição à Guerra do Vietnam, hoje exercida por meio da revista *Dissent*, da qual é editor emérito. A revista é uma das principais vozes da esquerda norte-americana, com grande visibilidade na vida intelectual de seu país.

Em artigo ali publicado (<http://www.dissentmagazine.org/article/islamism-and-the-left>) e replicado no jornal francês *Le Monde* (11/5/2015), Walzer propõe uma instigante agenda de reflexão em torno da relação entre o pensamento de esquerda e o islamismo radical. A versão francesa indica, já no título da peça, a direção do pensamento de Walzer a respeito: ‘Esta esquerda que não ousa criticar o Islã’.

A principal motivação da falta de “ousadia” deve-se, segundo Walzer, ao “pânico de ser tachado como islamofóbico”. Tal receio estaria na base de um forte “obstáculo para a análise e para a crítica”. Walzer não tem dificuldades em reconhecer a islamofobia como fato social, político e cultural: ela está posta e é crescente, tal como evidenciam a brutalidade policial contra adeptos do Islã e uma alarmante hostilidade xenofóbica. A denúncia da intolerância, no entanto, não implica o silêncio diante da violência letal praticada em nome do Islã. Mais do que silêncio, caberia falar da presença de uma avaliação positiva do islamismo jihadista, como forma de “resistência”.

Walzer cita a respeito, o celebrizado filósofo Slavoj Žižek, para quem o radicalismo islâmico exprime “a raiva das vítimas da mundialização capitalista”. Žižek protege-se da maldição da islamofobia ao declarar que pretende fazer uma crítica “respeitosa”, ainda que não menos “impiedosa”. Walzer reconhece o desejo crítico de Žižek, mas la-

menta a coparticipação do filósofo esloveno na mesma motivação raivosa que caracteriza os fundamentos do islamismo radical.

Outros não teriam sequer tal ímpeto crítico mitigado. Judith Butler, importante expoente da teoria política feminista norte-americana, considera, segundo Walzer, movimentos como o Hamas e o Hezbollah como “movimentos sociais progressistas, que se situam à esquerda e fazem parte de uma esquerda mundial”. Outros, a seguir a chave aberta pelo filósofo francês Michel Foucault (1926-1984) – para quem a revolução iraniana, dos anos 1970, tinha por base “outro regime de verdade” –, indicam o caráter “pós-moderno” do fundamentalismo islâmico. É o caso de Michael Hardt e Antonio Negri, para os quais a revolução iraniana teria sido “a primeira revolução pós-moderna” da história, por sua recusa da “modernidade como arma da hegemonia euro-americana”.

O que perturba Walzer, em sua interpelação, é o fato de a oposição jihadista ao Ocidente ter por foco valores tais como liberdade individual, democracia, igualdade entre os sexos e gêneros e pluralismo religioso. Mesmo que o Ocidente esteja longe de ser cumpridor exemplar desse legado, a crítica fundamentalista não tem por premissa sua defesa contra executores imperfeitos. É o próprio legado que aparece como intrinsecamente errado. O “erro” reside nos valores dos “infiéis”, e não na incapacidade prática e motivacional para praticá-los. Espanta, ainda, o não reconhecimento do quanto tal conjunto de valores está historicamente associado a causas nucleares da esquerda.

Walzer diz de modo claro: “Todas as civilizações religiosas são igualmente capazes de produzir fanáticos violentos, assim como santos e pacificadores”. Não se trata, pois, de encenar uma guerra de civilizações, mas de não abrir mão de um conjunto de valores – hoje negados pelo islamismo radical – sem os quais os valores mais fundos da tradição da esquerda perdem qualquer sentido. **CH**

RENATO LESSA

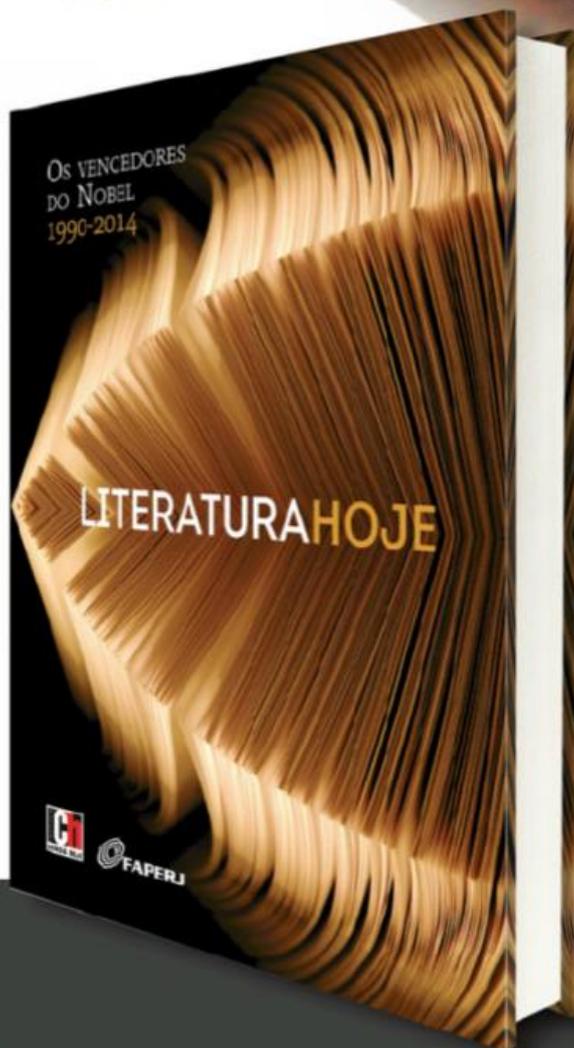
Fundação Biblioteca Nacional e Instituto de Ciências Sociais, Universidade de Lisboa
renato.lessa@bn.br

LITERATURAHOJE

OS VENCEDORES DO NOBEL 1994-2014

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**

*Uma mangueira aberta
desperdiça até 20 litros
de água por minuto.*

*Acabe com o desperdício
antes que ele acabe com você.*



ONDAZUL

www.ondazul.org.br

