

Que tal realizar o sonho de uma criança hoje?

Acesse: greenpeace.org.br/escolasolar

GREENPEACE

INSTITUTO CIÊNCIA HOJE I 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 Hoie 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 I Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF) Diretores Adjuntos I Caio Lewenkopf (Instituto de Fisica/ UFF) . Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) . Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ);

Superintendente Executiva I Bianca Encarnação Superintendente de Projetos Educacionais I Ricardo Madeira

CIÊNCIA HOJE I SBPC

Editores Científicos I 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) I Ciências Ambientais - Jean Remy Guimarães (Instituto de Biofísica/UFRJ) | Ciências Exatas - Ivan S. Oliveira (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) I Ciências Biológicas — Andrea T. Da Poian (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ).

REDAÇÃO

Editora Executiva I Alicia Ivanissevich; Editor de Forma e Linguagem I Cássio Leite Vieira; Editor de Texto I Ricardo Menandro: Setor Internacional I Cássio Leite Vieira: Estagiários I Everton Lopes Batista e Valentina Leite: Colaborou neste número I Henrique Kugler.

ARTE I Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda. Diretora de Arte I Claudia Fleury; Programação Visual I Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira; Computação Gráfica I Luiz Baltar (ampersand@amperdesign.com.br)

SUCURSAIS

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

PUBLICIDADE I Sandra Soares (gerente) I Rua Dr. Fabrício Vampré, 59, Vila Mariana, CEP 04014-020, São Paulo, SP. Telefax: (11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br). Circulação e assinatura I Gerente I Fernanda L. Fabres Telefax: (21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br) REPRESENTANTES COMERCIAIS

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

EXPEDIÇÃO I Fernanda Fabres

IMPRESSÃO I FDIGRAFICA

CIÊNCIA HOJE I Av. Venceslau Brás, 71, fundos - casa 27 - CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ Tel.: (21) 2109-8999 -Fax.: (21) 2541-5342 I

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 tecnoló-

gico no país. Sede nacional: Rua Maria Antônia. 294. 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP. Tel.: (11) 3355-2130

DE PÉ E PELADOS

Em sua história evolutiva, a humanidade seguiu percursos distintos de seus parentes primatas. Em algum momento, há milhões de anos, o andar humano se diferenciou do de gorilas, orangotangos e chimpanzés. Abandonamos as árvores e, sobre dois pés e com o corpo ereto, passamos a caminhar pelas savanas africanas. Mas o que teria provocado essa guinada em nossa forma de locomoção?

A resposta vem, mais uma vez, da antropologia física. A autora do artigo de capa sugere que o surgimento do bipedalismo está associado à redução de pelos nos humanos. Tese polêmica e interessante. Vamos aos esclarecimentos.

> A argumentação se baseia em observações claras: todos os símios da linha evolutiva de nossa espécie carregam suas crias agarradas aos pelos do corpo da mãe. Como os humanos poderiam, então, transportar seus filhotes sem essa pelagem?

> A resolução é simples: liberando as mãos para poder abraçá-los. E isso, segundo a autora, só foi possível graças à locomoção bípede. Mães primatas com menos pelos em seus corpos e que conseguiam se manter de pé por mais tempo teriam sido selecionadas por terem vantagem na sobrevivência da prole.

Como resultado, aqui estamos nós.

A redação



CAPA: FOTO SEBASTIAN KAULITZKI/ GETTY IMAGES

ΔΡΩΙΩ







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

324 | ABRIL 2015

CH ON-LINE 3

O LEITOR PERGUNTA

A molécula/substância 2,4,5-trioxina, do filme A volta dos mortos vivos, existe de verdade? | Dormir em redes faz mal à coluna? | Existem organismos que vivem em áreas de grande radioatividade? Como isso os afeta?

ENTREVISTA 6

HUSSEIN KALOUT | APROXIMAÇÃO PELO DIÁLOGO | Cientista político brasileiro critica lapso de comunicação entre Ocidente e mundo muçulmano

MUNDO DE CIÊNCIA 10

A PROPÓSITO 17

A BATALHA DO SEXO | Hoje, o sexo deixou de ser uma opção binária, podendo apresentar gradações ao longo da vida

POR QUE ANDAMOS DE PÉ 18 E NÃO SOMOS PELUDOS?

Proposta baseada em conceitos da física associa o surgimento do bipedalismo nos ancestrais humanos à perda dos pelos Por Lia Queiroz do Amaral

FOTOBIOQUÍMICA DA PELE 24

Exposição excessiva à luz visível, como ocorre com a radiação ultravioleta, pode causar câncer e levar ao envelhecimento da pele Por Orlando Chiarelli-Neto e Maurício S. Baptista

ILUSTRES VERANISTAS 28

Vida das baleias-de-bryde, que visitam os mares brasileiros nos verões, desperta cada vez mais o interesse de pesquisadores em todo o mundo Por Salvatore Siciliano

ANTOCIANINAS: O SEGREDO 32 PARA A LONGEVIDADE?

Pigmentos que protegem células de vegetais podem ajudar a reduzir danos à memória e à cognição causados pela doença de Alzheimer. Por Jessié M. Gutierres, Maria Rosa C. Schetinger e Vera Maria M. Morsch

PORTOS E PESCA 36

Aumento da atividade portuária, sem levar em conta comunidades de pescadores, vem causando intensos conflitos socioambientais Por Alissandra P. Lopes, Antonio Carlos S. Diegues e Alexander Turra



EXATAMENTE 41

COMUNICAÇÃO ENTRE PLANTAS | Atacadas por herbívoros, certas plantas liberam sinais químicos para avisar outras do perigo

EM DIA 42

44

ALIADA CRUCIAL NO COMBATE A CHAGAS | Efeitos da doença são reduzidos, em camundongos, por vacina terapêutica DOCES E PERIGOSAS | Novo soro poderá evitar os danos causados pelo veneno de abelhas africanizadas

LINHA DO TEMPO 49

EXPANSIONISMO MONÁRQUICO | Império português no Brasil buscou ampliar domínios e firmar-se como potência

ENSAIO

A IMPORTÂNCIA DA BIODIVERSIDADE | Perda acelerada de espécies ameaça sobrevivência humana na Terra

OPINIÃO 52

54

O CÉREBRO HUMANO: UM MAPA PARA A TODOS GOVERNAR | Esforço internacional de mapeamento do cérebro recebe críticas

A CRISE HÍDRICA NO RIO E EM SÃO PAULO | Falta de ação marca a questão do abastecimento de água no Sudeste

CRÍTICA 56

A VIDA EM TEORIA DE STEPHEN HAWKING | Biografia do cientista, e não suas descobertas, é destacada no filme A teoria de tudo

MEMÓRIA 58

CIÊNCIA SOB UM NOVO OLHAR | Lançado há 350 anos, o livro Micrographia é um marco na produção científica da época

RESENHA 60

APENAS UMA TEORIA | Resenha do livro Por que a evolução é uma verdade, de Jerry A. Coyne

CARTAS 62

QUAL O PROBLEMA 63

BRINCANDO DE COLORIR MAPAS | Brincadeira de criança deu origem a questão matemática instigante

CIDADE INTEIRA 64

PECULIAR METODOLOGIA | Prejuízos recentes exigem mudança da regra atual de licitar obras públicas sem projetos



ASTRONOMIA > Em busca das galáxias perdidas

Equipe internacional de astrônomos encontra oito pequenos sistemas estelares orbitando a Via Láctea. A descoberta pode ajudar a corroborar o modelo de formação das galáxias e permitir um estudo mais detalhado da natureza da matéria escura. abundante nesses sistemas.

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



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

MEIO AMBIENTE > Água: movendo moinhos, turbinas e outras engrenagens

Jean Remy Guimarães volta ao premente tema da escassez hídrica em sua coluna deste mês e critica a gestão da água no Brasil e o desperdício desse recurso em grande escala, seja na geração de energia, na agricultura ou na rede de abastecimento.

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

EDUCAÇÃO > Química na prática

Aluno do ensino médio desenvolve jogo digital que permite ao estudante manusear átomos, cadeias e ligações químicas em 3D para auxiliar no aprendizado de conceitos científicos.





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

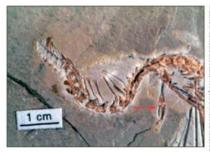
CINEMA > Jogos de imitação

Físico brasileiro comenta filme recém-premiado sobre a história de Alan Turing, pai da computação, e dos esforços britânicos para decifrar códigos nazistas na Segunda Guerra. Ele critica a representação deturpada do personagem e do caráter colaborativo da ciência.

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

PALEONTOLOGIA > Cobras jurássicas

Revendo exemplares em museus, pesquisadores encontraram os registros mais antigos desses répteis, com aproximadamente 167 milhões de anos. A descoberta, tema da coluna de Alexander Kellner, demonstra que a diversificação desses animais é bem anterior ao que se supunha.



e muito mais >>>

Acompanhe a CH On-line também no facebo











A molécula/substância 2,4,5-trioxina, do filme A volta dos mortos vivos, existe de verdade? FELIZMENTE, podemos afirmar que a substância 2,4,5-trioxina, mencionada no filme A volta dos mortos vivos (1985), não existe. No entanto, são conhecidas algumas substâncias com nomes semelhantes a esta, denominadas trioxanos, que também têm uma estrutura molecular cíclica, composta por carbonos e oxigênios. O mais curioso é que alguns desses trioxanos podem ter origem da reação do formaldeído com a água — se o/a leitor/a não captou a 'coincidência', é só lembrar que o formaldeído é popularmente denominado formol e muito empregado na conservação de cadáveres. Portanto, possivelmente essa deve ter sido a inspiração que os roteiristas usaram para nomear a substância fictícia apresentada no filme.

Para falar a verdade, a 2,4,5-trioxina é apenas uma representante da longa lista de substâncias químicas ficcionais que

JOSIAS SOUZA, POR CORREIO ELETRÔNICO

Dormir em redes faz mal à coluna?

A RESPOSTA A ESSA PERGUNTA de certa forma é simples: se dormir em redes fizesse mal, a grande maioria das pessoas que o fazem teriam problemas na coluna, o que não acontece. No entanto, alguns aspectos devem ser considerados, sendo que o principal deles é a forma como se dorme nas redes. Na visão sagital (lateral) do

nosso corpo, a coluna possui curvaturas fisiológicas. Ela não é 'reta', como aparenta ser quando a olhamos a partir de uma visão frontal. Na visão lateral, temos curvaturas como a lordose lombar e a cifose torácica, por exemplo (lembrando: cifose é o nome da condição popularmente conhecida como 'corcunda').

6.63:33

Quando deitamos em uma rede ao longo de seu eixo longitudinal, isto é, na direção de um gancho a outro, forçamos a cifotização de toda a coluna, desrespeitando nossas curvaturas normais. Isso pode causar desconforto nas costas. Mas, sabidamente, quem tem o costume diário de deitar-se em redes não assume

essa postura. Tais pessoas deitam-se de forma oblíqua em relação ao eixo que une o tecido de um gancho ao outro. Isso faz com que a rede se 'dobre' e assim forme uma superfície reta para deitar. Esse procedimento é mais adequado e respeita a ergonomia da coluna. Dessa forma, é compreensível que dormir em redes, da maneira correta, não faz mal à coluna.

Renato Hiroshi Salvioni Ueta Departamento de ortopedia e traumatologia, ESCOLA PAULISTA DE MEDICINA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO





aparecem em filmes e histórias em quadrinhos. A maioria delas não fornece uma descrição suficientemente detalhada do material para que possamos avaliar se existe alguma veracidade química no relato, ou não. Podemos considerar uma boa exceção, no entanto, a jadarita, mineral descoberto em 2006 e que contém uma mistura de elementos químicos muito semelhantes à que caracteriza a famosa kriptonita das histórias do Super-homem. Diferente do mineral da ficção, no entanto, a jadarita não é verde brilhante, mas branca. Não se sabe, ainda, se reduziria os poderes de algum kriptoniano de passeio pela Terra.

Outro caso interessante ao falar de zumbis é o da tetrodotoxina - neurotoxina extremamente mortal encontrada em tecidos viscerais de alguns peixes da classe tetraodontiformes. Acredita-se que um deles, o baiacu ou fugu, além de muito apreciado na culinária de diversos países, seja utilizado em receitas de mestres de vodu no Haiti para criar 'zumbis'. Mais uma vez, temos uma explicação científica: a tetrodotoxina, misturada a outros elementos e introduzida na corrente sanguínea da vítima, pode causar um perigoso estado de paralisia generalizada que se assemelha muito à morte. O alvo do vodu poderia ser até enterrar alguém vivo e, passado o efeito da substância, fazer com que 'volte dos mortos'. Sem dúvida, uma experiência terrível, mas bem diferente desses zumbis que vemos circulando por aí no cinema e na televisão.

Luís Roberto Brudna Holzle UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

ALEXSANDER ADONIS. VIA FACEBOOK

Existem organismos que vivem em áreas de grande radioatividade? Como isso os afeta?

A VIDA EVOLUIU exposta a diversos tipos de radiação, inclusive a radioatividade natural. Na maior parte da superfície terrestre, a radiação natural de fundo é de cerca de 1 mGy por ano — a unidade miligray diz respeito à quantidade de radiação absorvida por unidade de massa. Dependendo da mineralogia específica de cada região do globo, no entanto, alguns pontos podem ser mais ricos em compostos radioativos (radionuclídeos) naturais da série do urânio e do tório e, por isso, apresentar níveis de radiação de até 400 mGy por ano. No entanto, nunca foram observados efeitos biológicos relevantes em populações humanas relacionados à proximidade de áreas de alta radioatividade natural.

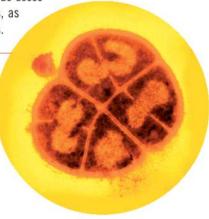
Doses de radiação superiores somente são encontradas em regiões contaminadas por graves acidentes nucleares, como Chernobyl e Fukushima, ou, mais rotineiramente, em certas áreas de centrais nucleares e de

armazenamento dos rejeitos radioativos. Em uma demonstração cabal de como a vida é teimosa, no entanto, mesmo nesses ambientes extremos, fatais para o homem e muitas outras espécies, ela ainda é possível.

De forma geral, os organismos de menor complexidade são menos radiossensíveis. Uma dose aguda de 4,5 a 10 Gy poderia nos matar, mas para a maioria dos insetos e micro-organismos as doses letais precisariam ser centenas de vezes mais elevadas. E algumas bactérias, as chamadas extremófilas, conseguem viver em condições ainda mais radicais. Uma delas, Deinococcus radiodurans, por exemplo, capaz de suportar até 20 mil Gy, é encontrada no frio intenso do Ártico, onde recebe doses maciças de radiação ultravioleta, e até em meio a rejeitos radioativos.

O segredo dessa resistência é ainda um mistério. Apesar de a radiação provocar danos em seu DNA do mesmo modo que provoca nas demais bactérias, as extremófilas têm uma capacidade incomum de repará-los. Essa habilidade, é claro, tem despertado grande interesse da ciência e, se desvendada, poderia ter grande aplicabilidade em áreas como a medicina.

Jean Remy Guimarães INSTITUTO DE BIOFÍSICA CARLOS CHAGAS FILHO, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO



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

HUSSEIN KALOUT

APROXIMAÇÃO PELO DIÁLOGO

Uma das principais arenas da geopolítica internacional atual, o Oriente Médio e o mundo árabe são mais conhecidos hoje no Ocidente pelos atos terroristas praticados por grupos religiosos extremistas do que por suas contribuições sociais, científicas e culturais. Segundo o cientista político brasileiro Hussein Kalout, esse lapso de comunicação — ou declínio do diálogo — entre o Ocidente e o mundo muçulmano tem origem em três axiomas: o colonialismo europeu perpetrado a partir do século 19, o alinhamento euro-americano ao Estado de Israel no conflito com os palestinos desde 1947, e as sucessivas e recentes intervenções militares e políticas em vários países islâmicos.

Para restaurar esses laços, Kalout, pesquisador do Centro Weatherhead de Relações Internacionais da Universidade Harvard (EUA), sugere construir pontes de compreensão mútua. Ele acredita que, em vez de tapar os olhos e acreditar no ódio deliberado de muçulmanos contra o mundo liberal ocidental, seria importante se debruçar sobre o axioma de causa e efeito da islamofobia. E adverte: "Sem políticas públicas para reduzir a marginalização, a exclusão e a xenofobia contra as populações que professam a fé islâmica, o problema persistirá".

Nesta entrevista, Kalout fala sobre o Islã, terrorismo, discriminação e a necessidade urgente de diálogo.





É correto pensar que o terrorismo é uma deturpação total dos princípios da religião islâmica? A religião muçulmana é orientada sob os princípios da paz, da temperança e da tolerância. O radicalismo religioso não é comum entre os adeptos da fé muçulmana, mas uma chaga que contamina, também, fiéis de outras religiões. Organizações terroristas como Al Qaeda, Jabhat Al-Nusra, Estado Islâmico do Iraque e do Levante (ISIL) e Boko Haram deturpam de forma grotesca os princípios do Islã, cometendo atos de extrema barbárie e negligenciando a mensagem real do islamismo para acomodar seus interesses criminosos.

Em Estados não teocráticos, as doutrinas religiosas do Islã servem mais como parâmetros espirituais, éticos e morais de conduta do que efetivamente como eixos regulatórios de funcionamento da sociedade.

Então, podemos dizer que o radicalismo islâmico deriva muito mais de um conjunto de variáveis sociais e políticas do que de uma dou-

OS INDIVÍDUOS QUE PROFESSAM A FÉ MUÇULMANA SÃO ESTIMADOS EM APROXIMADAMENTE 2 BILHÕES DE PESSOAS — CERCA DE 25% DA POPULAÇÃO MUNDIAL, DISTRIBUÍDOS POR TODOS OS CONTINENTES. PORTANTO, É MUITO DIFÍCIL AGLUTINAR TODOS SOB A MESMA PLATAFORMA

trina religiosa? A causa e o efeito do extremismo islâmico não estão vinculados apenas ao hábitat cultural ou a arcabouços políticos, mas, preponderantemente, a condicionamentos sociais, como a marginalização, a ignorância e o desemprego. O extremismo islâmico atinge, antes de qualquer outro arcabouço social, o próprio sistema socio-organizacional muçulmano. O Islã tem sido surrupiado, lamentavelmente, e usado como instrumento de manipulação pelos mercadores da religião – alguns destes, no entanto, estão a serviço de alguns países.

O Islã consciente e qualificado entende a mensagem divina como complemento às religiões monoteístas: o judaísmo e o cristianismo. Os cânones do islamismo não propõem a substituição e tampouco a revogação das doutrinas das demais religiões abraâmicas. No *Alcorão*, livro sagrado dos muçulmanos, os judeus e os cristãos fazem parte de *Ahlul Kitab* (os povos dos livros *Torah* e *Bíblia*). Isso se aplica a outras crenças ou cultos também.

O senhor escreveu recentemente que a hostilidade entre o mundo islâmico e o 'Ocidente' começou a partir do final do século 19. Por quê? Na era contemporânea, o declínio do diálogo entre o Ocidente e o mundo muçulmano pode ser descrito à luz de três axiomas temporais importantes: o colonialismo europeu no mundo árabe e islâmico entre o século 19 e meados do 20; o inarredável alinhamento euro-americano ao Estado de Israel no conflito com os palestinos desde 1947 aos dias atuais; as sucessivas intervenções militares e políticas em vários países, como Iraque, Síria, Irã, Paquistão, Afeganistão e Líbia.

Para a sociedade árabe e islâmica, o colonialismo europeu não apenas buscava a exploração de suas riquezas, mas, sobretudo, pretendia descaracterizar o equilíbrio de seu arcabouço político, de seus costumes culturais e de sua organização social. Na psiquê islâmica, as potências ocidentais não compreenderam a universalidade da sociedade muçulmana e ignoraram a sua dinâmica uma vez que, pela força, buscaram impor modelos incompatíveis de governança, ou modelos pendulares de governança política. Ora apoiavam regimes ditatoriais, ora grupos políticos ultraconservadores afinados aos seus interesses, como a Irmandade Muçulmana, por exemplo.

Do ponto de vista histórico, que efeitos (positivos e negativos) teve a colonização europeia no mundo islâmico? A universalidade do mundo mulçumano é extensa e abarca distintos grupos civilizacionais e culturais. As fronteiras do Islã estendem-se do Oriente ao Ocidente. Os indivíduos que professam a fé muçulmana são estimados em aproximadamente 2 bilhões de pessoas – cerca de 25% da população mundial, distribuídos por todos os continentes. Portanto, é muito difícil aglutinar todos sob a mesma plataforma.

Prefiro, particularmente, mencionar as contribuições da civilização muçulmana no progresso do mundo ocidental. A civilização muçulmana chegou à Europa no século 7 e por lá permaneceu até a Inquisição, no fim do século 15. Seus maiores legados consistem no desenvolvimento do sistema econômico-comercial europeu, no desenvolvimento de ciências como medicina, astrologia, física, química e matemática, além de contribuições significativas no campo das artes, da literatura, da filosofia e da sociologia. Esse período representa o apogeu da integração e do intercâmbio de conhecimento entre o mundo ocidental e o mundo islâmico, o que levou a humanidade a um patamar superior de progresso.

Enfim, o próprio termo diz tudo: "colonização". Não existe uma colonização sem opressão, sem a desconfiguração do tecido social ou sem a pilhagem de riquezas. O Brasil colonial, por exemplo, foi uma exceção em alguns aspectos.

Qual o tecido social das sociedades do Oriente Médio hoje? Quais suas características? O Oriente Médio é assentado sob uma variabilidade de credos, crenças e grupos étnicos. É uma riqueza cultural, multiconfessional e civilizatória profunda. Provavelmente, a região perderia um pouco de sua magnitude histórica se não houvesse essa multidiversidade sociopopulacional: árabes, judeus, persas, egípcios, curdos, turcos, berberes etc. Enfim, a riqueza do Oriente Médio está justamente em sua heterogeneidade.

No afã do combate ao terrorismo fundamentalista islâmico, até o momento, as estratégias diplomáticas, políticas e militares adotadas pelos Estados Unidos e pela Europa têm falhado. Por quê? O extremismo deve ser combatido com

>>>

A FALHA DE ALGUNS PAÍSES ESTÁ CONSUBSTANCIADA NA CRENÇA DE QUE CONTROLANDO ALGUMAS LIDERANÇAS POLÍTICAS ALINHADAS É VIÁVEL ALCANÇAR ACORDOS POLÍTICOS AMPLOS. ISSO É UMA FALSA IDEIA. UMA ILUSÃO. OS ACORDOS NÃO SÃO DURADOUROS; SÃO TEMPORÁRIOS

dois instrumentos: conscientização e inclusão social. O terrorismo deve ser atacado com inteligência, estratégias conjuntas e em coordenação com a sociedade afetada. Algumas estratégias políticas funcionaram e outras não; portanto, não devemos generalizar.

A solução militar é, na minha opinião, a pior alternativa sempre. Nesse campo, essencialmente, norte-americanos e europeus têm falhado justamente por seu *modus operandi*. Observe, por exemplo, o caso do Afeganistão e a relação de alguns governos ocidentais com o Talibã. Combateram e alijaram os talibãs e, no fim, tiveram de ceder e aceitar o diálogo para lograr um arranjo político para a estabilidade do país. Na minha perspectiva, a falha de alguns países está consubstanciada na crença de que controlando algumas lideranças políticas alinhadas é viável alcançar acordos políticos amplos. Isso é uma falsa ideia. Uma ilusão. Os acordos não são duradouros; são temporários.

Adicionalmente, todo processo de intervenção engendrado requer um plano estratégico prévio para o pós-conflito. O erro no Iraque foi a dilapidação das instituições públicas, das forças armadas e das forças de segurança interna. O povo iraquiano padece, até os dias atuais, desse descompasso. No vácuo dessa fragilidade e também por erros de gestões governamentais anteriores, os terroristas do ISIL se instalaram no solo iraquiano.

Na sua opinião, que abordagem poderia lograr melhor êxito?

O êxito no combate ao terrorismo contempla essencialmente três elementos: 1) diálogo estratégico pelos canais legais internacionais; 2) apoio e coordenação coletiva entre forças de segurança e agências de inteligência; 3) combate à islamofobia e à discriminação. Sem uma verdadeira política de conscientização, de inclusão social e de trabalho conjunto com a sociedade dos países onde o terrorismo é foco, não será viável combater de forma eficiente essa chaga.

É certo dizer que a expansão do terrorismo tem contado com o apoio de certos países árabes e muçulmanos? Quais? E por quê? Depende de onde e quando. Lembre-se de como a Al-Qaeda foi forjada: recursos econômicos sauditas e armamento e treinamento de norte-americanos para combater os soviéticos no Afeganistão.

Na Síria, por exemplo, países árabes e muçulmanos em associação com potências ocidentais fomentaram

com recursos financeiros e logística os grupos terroristas Jabhat Al-Nusra e o ISIL. A acusação recai, pontualmente, sobre os governos de Turquia, Qatar e Arábia Saudita, com o beneplácito societário dos Estados Unidos, Reino Unido e França.

Na ânsia de derrubar o regime sírio e constringir o papel ascendente do alinhamento de poder que circunda a órbita do Irã na região, os criadores meso-orientais, em sociedade com potências ocidentais, perderam o controle sobre as suas criaturas. Uma trágica estratégia. Enfim, a tentativa de derrubada do regime nunca esteve intrinsicamente relacionada à instalação de um ordenamento democrático no país.

Aspirações hegemônicas não bem calibradas conduzem, normalmente, a desastres políticos.

Por outro lado, existe outra face do terrorismo, que é o terrorismo histórico das potências econômicas ocidentais sobre as nações em desenvolvimento ou sobre as nações detentoras de riquezas estratégicas, como o petróleo, não? Não sei se poderíamos tipificar isso como outra face do terrorismo. A história não pode ser reescrita ou reinventada. O colonialismo europeu na África, sem dúvida, teve efeitos nefastos. Basta olhar o traçado fronteiriço imposto no pós-colonialismo para verificar que parte significativa dos imensuráveis problemas étnico-tribais foram criados a partir disso. A exploração energética do Médio Oriente é outro exemplo.

Quando falamos em terrorismo, logo pensamos nos extremistas islâmicos. Mas não seria correto também associar o termo às práticas empreendidas pelo Estado de Israel sobre os territórios palestinos ocupados? O modo de pensar de muitos está condicionado ao que a mídia ocidental por vezes busca disseminar. O Islã como fonte espiritual é inocente. A culpa, no entanto, é de agentes criminosos e políticos que usam a fé como instrumento de manipulação ou de opressão. Assim, seria interessante se despir do raciocínio "quando falamos... logo pensamos". Mesmo de boa fé e de forma não intencional, a natureza da indagação transparece, inconscientemente, um viés de preconceito.

No que concerne ao paralelismo acerca do Estado de Israel, posso dizer que há variadas categorias e escalas de terrorismo – o político, o psicológico e o militar são algumas variáveis. É inegável, nesse caso, que a ocupação e a construção de assentamentos ilegais

nos territórios palestinos ocupados ferem todas as normas internacionais, a soberania e o direito de autodeterminação do povo palestino. São graves violações aos ditames do direito internacional.

Em termos de governança, quais as tendências no mundo islâmico? O Oriente Médio é dividido geopoliticamente em torno de duas órbitas políticas. O denominado "eixo da resistência" é uma aliança que se estende de Teerã a Beirute e passa por Bagdá e Damasco, com grau de aproximação estratégica alinhado com Rússia e China. Além disso, é uma coalizão que rechaça a intervenção ocidental no ordenamento político da região e refuta o macroexercício geopolítico da Arábia Saudita como poder hegemônico.

Já o conglomerado Saudita aglutina essencialmente as monarquias do Golfo, Jordânia, Marrocos e, parcialmente, possui interesse estratégico simétrico ao de Israel. Esse alinhamento luta pela contenção da influência iraniana na região e busca impor sua aspiração hegemônica a partir de seu poderio econômico, energético e político sob patrocínio dos Estados Unidos e das potências europeias.

Enfim, trata-se de dois projetos em rota de colisão e de difícil acomodação diplomática. Os resultados desse choque se materializam, atualmente, no Iraque, Síria, Líbano, Palestina e Iêmen.

Em que medida o atentado contra a revista francesa Charlie Hebdo impacta as relações entre a Europa e o Islã? O problema da Europa não é com o Islã e tampouco do islamismo com a sociedade europeia. O caso de Charlie Hebdo é fato isolado e condenável em todos os sentidos. Seria importante se debruçar sobre o axioma de causa e efeito da islamofobia em vez de, simplesmente, tapar os olhos e acreditar no ódio deliberado de muçulmanos contra o mundo liberal ocidental. A realidade é que boa parte dos governos europeus prefere a fuga ao diálogo sociorreligioso com a comunidade islâmica. Essa inflexão acomete, principalmente, a sociedade francesa.

Um ponto de partida seria redimensionar a relação entre governo e sua população minoritária e trabalhar pela construção de pontes de diálogo e de compreensão mútua. Pois, sem políticas públicas para reduzir a marginalização, a exclusão e a xenofobia contra as populações que professam a fé islâmica, o problema persistirá.

A islamofobia é um sentimento bastante disseminado entre os cidadãos europeus? Ou é apenas uma excrescência mantida por xenófobos e ultraconservadores? Seria leviano afirmar que a islamofobia permeia toda a sociedade europeia. A islamofobia é decorrente da ignorância e da falta de políticas públicas integracionistas. Além disso, há inegavelmente lideranças políticas e sociais em alguns países da Europa que alimentam o ódio e a discriminação contra imigrantes, sejam eles muçulmanos ou não.

O CONHECIMENTO EM UM CLIQUE!



Visite nossa LOJA VIRTUAL



Publicações para todos os gostos e idades!



| www.cienciahoje.org.br | | www.lojaich.org.br | DESTAQUE > BIOQUÍMICA > MOLÉCULA DA PIGMENTAÇÃO, 'ESCUDO' CONTRA O ULTRAVIOLETA, TEM LADO 'VILÃO'

Melanina: boa e má

ara comemorar o Ano Internacional da Luz, vai aqui um resultado tanto importante quanto surpreendente: a melanina, molécula responsável pela pigmentação da pele, tem um papel dúbio no organismo: ela age como um escudo e nos protege contra o câncer, ao mesmo tempo em que, ao se desintegrar, ativada pela radiação solar, gera subprodutos que podem desencadear a doença. E este último mecanismo pode permanecer ativo horas depois de finalizada a exposição ao Sol, como mostra artigo recente, com participação de pesquisadores brasileiros.

Essa 'dialética da vida' pode ser notada em outros processos bioquímicos, como a respiração. Esse mecanismo, essencial para nos manter vivos, também produz — ainda que em pequena quantidade — formas muito reativas de oxigênio, os chamados radicais livres de oxigênio, que, por sua vez, podem danificar o material genético das células. E esses danos são o primeiro passo para a formação de um tumor.

Agora, uma equipe internacional da qual participam os químicos brasileiros Etelvino Bechara e Camila Mano, ambos da Universidade de São Paulo, mostrou, em artigo publicado em Science (19/02/15), que a molécula de melanina, ao interagir com a radiação ultravioleta do Sol, se fragmenta e cria um composto que, como um radical livre, é muito reativo. Este, por sua vez, desencadeia uma cascata bioquímica que termina com a criação de uma molécula (quinurenina triplete) que, igualmente reativa, causa lesões no DNA das células. E, em se tratando de pele, DNA lesionado abre a possibilidade de desenvolvimento de melanoma, a forma mais maligna de câncer no maior órgão do corpo humano.

Mais: a equipe mostrou que esse mecanismo bioquímico continua lesionando o DNA até cerca de três horas depois de cessar a exposição ao Sol ou o bronzeamento artificial. Ou seja, sair do Sol dá a falsa impressão de proteção, pois o processo continua no escuro — é a chamada fotoquímica no escuro.

VIDA E MORTE MELANINA "Assim, a melanina, tal como a luz e o oxigênio, é uma faca de dois gumes: promove vida e morte", resume Bechara em entrevista à CH. O químico — que foi orientador de doutorado de Mano — ainda cita um desdobramento interessante do mecanismo que ele e colegas descobriram: nos albinos, que não têm melanina, o processo que causa lesão ao DNA intermediado por esse pigmento não ocorre. Porém, é preciso lembrar que todos — inclusive os albinos — sofrem a chamada fotoquímica da pele, ou seja, o ultravioleta solar afeta direta e rapidamente o DNA das células, sem intermediários. E esse processo também pode levar ao câncer. Daí a necessidade de protetor solar. Sempre.

As células têm mecanismos para evitar tanto os danos diretos (fotoquímica) quanto os intermediados pela melanina. Mas eles não são 100% eficazes. Ou seja, alguma lesão sempre acaba sem reparos. A soma desses diminutos estragos no material genético está por trás não só do surgimento do câncer, mas também do envelhecimento da pele (fotoenvelhecimento).

NOVO PROTETOR A equipe de pesquisadores propõe o desenvolvimento de um protetor pós-solar, para barrar os danos que ocorrem no DNA depois da exposição. Bechara disse que uma possível forma de evitar a ação deletéria da quinurenina triplete seria a inclusão, nos protetores, de ácido sórbico, usado como conservante em alimentos para combater fungos e leveduras. Segundo o químico, essa molécula tem a capacidade de "apagar" os radicais livres — no caso, a quinurenina.

O estudo foi feito em células humanas e de camundongos e desenvolvido majoritariamente no laboratório do pesquisador norte-americano Douglas Brash, na Universidade Yale (EUA). Além de brasileiros e norte-americanos, há autores do Japão e da França.

Em tempo: vale ler nesta edição — também em comemoração ao Ano Internacional da Luz — o artigo 'Fotobioquímica da pele', em que os autores, além de discutirem essa 'dupla personalidade' da melanina, também enfatizam algo que é pouco disseminado: o papel da luz solar visível — sim, visível! — em danos causados ao DNA.

CREDITO VASSILINI NOUTSOTHANASI / FREEDMAGES COM



PALEOANTROPOLOGIA

O PRIMEIRO HOMO?

A mandíbula que ilustra esta nota foi anunciada como o fóssil mais antigo até hoje do gênero *Homo*. E, se sua datação estiver correta, a peça arrasta para trás a origem da humanidade.

Encontrada em Ledi-Geraru, nordeste da Etiópia, a mandíbula, datada como tendo cerca de 2,8 milhões de anos, tem cinco dentes e um formato parabólico. E é justamente essa forma que a faz, segundo os autores, mais aparentada com o gênero Homo do que com o Australopithecus. O último habitou a Terra entre 3 e 4 milhões de anos atrás e tem como representante mais famoso 'Lucy', descoberta em 1974, também na Etiópia.

A análise da mandíbula está em Science (06/03/15), em artigo assinado pela equipe de Brian Villmoare, da Universidade de Nevada (EUA). Se sua datação — que foi tema de outro artigo na mesma edição — for confirmada, então, a descoberta joga a linhagem dos hominíneos — aquela que inclui o H. sapiens e todos os seus ancestrais — cerca de 500 mil anos para o passado. Até agora, o fóssil mais antigo atribuído ao gênero Homo — mas sem espécie determinada — era também uma mandíbula, com cerca de 2,3 milhões de anos.

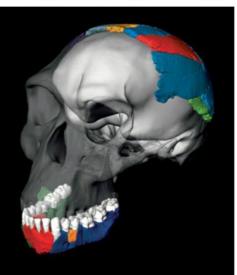
A nova mandíbula, dizem os especialistas, tem semelhanças com o *H. habilis*. Mas os autores dizem que ainda é cedo para atribuir a ela uma espécie, pois, para isso, seria necessário ter mais evidências. Para alguns, o achado reforça que o gênero *Australopithecus* foi um ancestral direto do *Homo*, mas isso é outra conclusão duvidosa.

Resumo: há ainda muitas dúvidas, até porque a janela temporal que vai de 3 milhões a 2,5 milhões de anos atrás sempre foi problemática para a paleoantropologia. Os poucos fósseis desse período tornam meio borrada a origem do gênero *Homo*. O *H. sapiens* tem em torno de 200 mil anos apenas.

Há 2,8 milhões de anos, o local onde foi encontrada a mandíbula — designada tec-







Acima, mandíbula do que se supõe ser o mais antigo fóssil conhecido do gênero Homo. Nas imagens menores, resquícios fósseis de H. habilis, que permitiram a reconstrução computadorizada (à direita) do crânio desse ancestral humano

nicamente pela sigla LD 350-1 — era bem diferente do que é hoje (desértico). Havia ali, segundo os autores, um rio, lago, hipopótamos, crocodilos e peixes. Naquele período, a região sofreu uma transformação intensa, passando de floresta para um cenário árido, com vegetação que se assemelha a uma pradaria. Daí se levantar a hipótese — ainda tênue — de que essa mudança climática tenha tido algo a ver com o surgimento do gênero *Homo*.

Simultaneamente, em *Nature* (05/03/15), a equipe de Fred Spoor reavaliou, com a ajuda de tomografia computadorizada, um famoso fóssil de *Homo habilis*—conhecido como OH 7—descoberto há 55 anos na Tanzânia e datado como tendo 1,8 milhão de anos. A principal conclusão é que o *H. habilis* pode ter surgido bem antes, há mais de 2,3 milhões de anos, sendo, portanto, anterior ao *H. rudolfensis* (2,1 milhões de anos), por exemplo.

FOTO À ESQUERDA: JOHN READER FOTO À DIREITA: KAYE REED

O modo mais provável de evitar que um bebê desenvolva alergia a amendoim é dando a ele alimentos que contenham... amendoim. Isso é o que mostra experimento feito com centenas de crianças e que deve mudar as diretrizes médicas para lidar com esse problema.

A equipe de Gideon Lack, do King's College (Reino Unido), acompanhou, por cinco anos, um grupo de 640 bebês, entre quatro e 11 meses de idade, ou seja, com idade para comer alimentos sólidos. Todos eles tinham alto risco de desenvolver alergia a amendoim, por apresentarem sinais de eczema severo ou alergia a ovo.

As crianças foram divididas em dois grupos: i) aqueles que, três ou mais vezes por semana, comiam alimentos contendo amendoim; ii) os que foram proibidos de comer qualquer alimento contendo amendoim até os cinco anos de idade.

Ao final desse período, o acompanhamento mostrou que menos de 1% das crianças do primeiro grupo que chegaram ao final da pesquisa desenvolveu alergia a amendoim. No segundo grupo, esse percentual foi de 17,3%. Esses resultados estão em *New England Journal of Medicine* (26/02/15).

A alergia a amendoim — uma das mais comuns entre as alimentares — pode causar o chamado choque anafilático, que pode matar. Na última década, estatísticas têm mostrado que dobrou o número de crianças que desenvolvem alergia a amendoim nos EUA e no Reino Unido. Parte desse aumento, explica Lack, pode ser explicada pelo fato de os pais evitarem dar amendoim para os filhos que apresentam sinais precoces de alergia. Conta também a percepção de que amendoim em grão pode causar asfixia. Além disso, até recentemente, as diretrizes médicas enfatizavam que amendoim deveria ser evitado quando havia suspeita de alergia.

Lack faz um alerta: pais com crianças que apresentem sinais de alergia devem consultar um pediatra antes de dar rotineiramente aos filhos alimentos que contenham amendoim — devem-se evitar os grãos. O médico poderá fazer um teste simples para saber se a criança tem ou não esse tipo de alergia.

Importante notar que o estudo excluiu, desde o início, bebês que já haviam desenvolvido alergia ao amendoim. Para esse grupo, ainda não se sabe se o consumo na primeira infância seria eficaz e seguro.

O próximo passo da pesquisa é verificar se as crianças do primeiro grupo permanecerão protegidas depois de passar um ano sem comer o alimento.

A alergia a amendoim não tem cura e raramente desaparece por si só. Segundo revisão médica (http://bit.ly/1GEGrEf), no Brasil, parece não haver levantamentos epidemiológicos sobre essa alergia. Mas dados clínicos indicam que ela não está entre as principais alergias alimentares.

SINTONIA FINA

Muçulmano pioneiro da óptica

Nos últimos meses, a imagem dos muçulmanos no mundo tem sido injustamente afetada pela ação de radicais criminosos que degolam inocentes e destroem o patrimônio cultural da humanidade, em uma leitura deturpada de uma religião que é pautada por "princípios da paz, da temperança e da tolerância", como afirma o pesquisador brasileiro Hussein Kalout em entrevista nesta edição. Neste momento, em que o mundo comemora o Ano Internacional da Luz, vale lembrar a magnífica contribuição dada à óptica por um grande muçulmano: Al-Hasan Ibn Al-Haytham (965c.1040) ou apenas Alhazen, na forma latinizada tardia.

Retroceda cerca de mil anos, e você estará de volta ao auge da civilização mulçumana. Foi quando, juntamente com tantos outros pensadores árabes, Alhazen, nascido em Basra (hoje, Iraque), fez seus trabalhos sobre várias ciências – incluindo óptica. Nesta última área, mostrou que os raios de luz penetravam os olhos e não emanavam destes, como postulou o filósofo grego Empédocles (490-430 a.C.). Seu trabalho sobre óptica e visão combina técnicas experimentais – uso da câmara escura – com provas geométricas.

Defendeu que a luz era formada por diminutas partículas – ideia, talvez, baseada no atomismo grego e retomada pelo físico britânico Isaac Newton (1643-1727). As partículas viajariam em linha reta e com velocidade finita. Para ele, a refração da luz podia ser explicada pelo fato de os corpúsculos de luz terem velocidades diferentes em meios distintos.



Frontispício de Selenographia, de Johannes Hevelius, de 1647, mostrando Alhazen (esq.) e Galileu

Especialistas no período afirmam que Alhazen foi pioneiro da física experimental e do método científico moderno, com base no valor que dava à experimentação. Parte de seu trabalho foi feita no Cairo, para onde se mudou para construir (sem sucesso) uma barragem no rio Nilo. Morreu naquela cidade, onde lecionou e fez

traduções. Supõe-se que Alhazen tenha escrito 96 livros, dos quais cerca de 50 sobreviveram. Sua obra mais influente é Kitab al-Manazir, geralmente traduzido como Livro da Óptica (por vezes, da Visão), publicado por volta de 1020. Sua tradução para o latim, com o título De Aspectibus, influenciou grandes pensadores séculos mais tarde - entre eles, o britânico Roger Bacon (1214-1294), o alemão Johannes Kepler (1571-1630), o francês René Descartes (1596-1650) e o holandês Christiaan Huygens (1629-1695). Alhazen escreveu também sobre matemática e astronomia. Pela amplitude de interesses, merece o adjetivo polímata, certamente.

Seu modo de pensar a ciência é uma lição que chega a nossos dias: "Assim, o dever daquele que investiga os escritos de cientistas – caso a verdade seja sua meta – é o de se fazer inimigo de tudo que ele lê e [...] atacar [aquele conteúdo] por todos os lados. Ele deve também suspeitar de si mesmo à medida que executa seus exames críticos, para que, desse modo, evite ser não só preconceituoso, mas também leniente".

A partir do século 13, a ciência árabe começou a declinar – e os motivos são ainda objeto de discussão entre historiadores. Para alguns, teólogos afastaram a *falsafa* (filosofia, incluindo lógica, matemática e física) do mundo islâmico; para outros, foi a criação de sistemas de educação religiosa (como o *Nizamiyah*) que excluíam o pensamento independente.

O fato é que a dita Revolução Científica – por sinal, para muitos historiadores, uma 'invenção' do Iluminismo – ocorreu na Europa e não no mundo árabe.

Nesse sentido, vale citar o teórico norte-americano Steven Weinberg, Nobel de Física de 1979, em entrevista a Simon Worrall, da National Geographic, sobre seu mais recente livro, To explain the world: the discovery of modern science (Para explicar o mundo: a descoberta da ciência moderna, ainda sem tradução para o português brasileiro). Weinberg levanta ali um ponto interessante: depois do século 12, os mulcumanos continuaram a construir observatórios e equipamentos de precisão, mas não se tem notícia de que tenham usado telescópios, como ocorreu na Europa. A razão dada por Weinberg é que "eles [árabes] não estavam construindo aqueles observatórios para fazer ciência. Eles os estavam construindo com o propósito de fazer calendários religiosos e determinar a direção de Meca [cidade sagrada para os mulcumanos]". Se esta observação estiver correta do ponto de vista da história da ciência, ela certamente é apenas mais um entre vários fatores que contribuíram para tal declínio.

Vale a pena ler dois textos (em inglês) – de renomados historiadores da ciência – sobre Alhazen e a era de ouro da ciência árabe: i) 'Ibn al-Haytham – brief life of an Arab mathematician', de Abdelhamid Sabra (http://bitly/195G7AR); ii) 'A polymath in the 10th century', Roshdi Rashed (http://bit.ly/18vAbzS).

SINTONIA FINA

Céu e sol artificiais

As fotos que ilustram esta nota têm cara de que passaram por um longo trabalho de aprimoramento em um programa de tratamento de imagem. Mas não há nelas um só retoque. A única coisa artificial nesses cenários é a luz. Apesar de ser incrivelmente parecida com a que vem do Sol, o 'céu' ali é, na verdade, uma lâmpada.

Arquitetos e outros profissionais que viram ambientes iluminados com a invenção – batizada CoeLux – se dizem impressionados com a semelhança com a luz solar e o céu azul. As opiniões têm sido do tipo "ilusão", "inacreditável" e "pura mágica". A empresa, com mesmo nome (www. coelux.com), nasceu em uma incubadora tecnológica na Universidade de Insubria, em Como (Itália). A Comissão Europeia selecionou a invenção como um dos 12 projetos tecnologicamente mais inovadores no continente.

A ideia foi do físico italiano Paolo Di Trapani, pesquisador daquela universidade. Ele é especialista em óptica quântica e *lasers* ultrarrápidos e tem um currículo com número significativo de publicações na *Physical Review Letters*, periódico renomado na área.

Di Trapani explica – de modo simples – a ideia por trás da lâmpada, resultado de 12 anos de pesquisa. Segundo ele, o coração da invenção foi desenvolver um dispositivo que imita exatamente os processos pelos quais a luz solar passa quando atravessa a atmosfera terrestre.

Segundo Di Trapani, a nova lâmpada – que, na verdade, tem o formato de um painel – imita exatamente um fenômeno físico chamado espalhamento Rayleigh (ou seja, a difusão e transmissão da luz pela atmosfera). "É como comprimir os cerca de 100 km de atmosfera terrestre em poucos milímetros", explicou o físico em um vídeo promocional. A CoeLux está baseada em luz LED e nanopartículas – e muitos segredos industriais.

A inspiração para Di Trapani veio da leitura do livro *Light and color in the outdoors* (*Luz e cor em exteriores*), de Marcel Minnaert, no qual são descritos fenômenos ópticos que intrigaram o físico italiano.

A CoeLux dá a sensação de distância entre o Sol e o céu - como ocorre na natureza. Mas dá aquela de calor? Em entrevista à CH, Di Trapani responde: "Não. A fonte é baseada numa [lâmpada] LED, que não produz calor como uma lâmpada incandescente e, desse modo, poupa energia. Em vários países, o calor da luz do Sol é um grande problema veja, por exemplo, os Emirados Árabes -, o que os faz fechar as janelas no verão. O problema é ainda maior se há uma abertura no telhado. A opção por ter a luz solar sem calor é uma das vantagens da CoeLux".

A banheira da imagem poderia estar em um subsolo sem luz natural, mas a CoeLux - disponível em três versões (luz tropical, nórdica e mediterrânea) - daria essa sensação de estar se banhando com vista para o céu azul. Ou seja, a luz permitiria a construção de ambientes subterrâneos que pareceriam estar expostos continuamente ao céu azul e ensolarado. Aplicações previstas: hospitais, aeroportos, museus, spas, centros de comércio, estúdios de fotografia, metrôs, exposições, locais com inverno prolongado, clínicas de tratamento de saúde etc.

Di Trapani faz uma analogia interessante. Diz que o elevador foi inventado antes do arranha-céu. Ou seja, o primeiro possibilitou o segun-





do. E, diz ele, algo semelhante vale para a nova fonte de luz: não conseguimos ainda imaginar que tipo de desenvolvimento ela permitirá.

A invenção ganhou o prêmio de fonte de luz inovadora do ano passado. Claro que nem tudo é assim tão 'solar'. Cada lâmpada, por enquanto, custa cerca de R\$ 180 mil, mais R\$ 21 mil de instalação. Vai baixar o preço? Di Trapani responde: "Um passo de cada vez".





Ambientes iluminados por um novo tipo de lâmpada que imita a luz solar

ECOLOGIA

PLÁSTICOS AO MAR

Há coisas que nos dão esperança nos seres humanos, como as Quatro suítes orquestrais do compositor alemão Johann Sebastian Bach (1685-1750). Há outras, porém, que nos fazem lembrar que somos uma espécie que deixa destruição por onde passa. Eis uma delas: este ano, estima-se que os países costeiros do planeta jogarão nos oceanos cerca de 9 milhões de toneladas de plástico.

Quer ter uma ideia do que essa quantidade representa? Faça, então, uma experiência mental: ande um metro numa praia, encha cinco sacolas (plásticas!) de supermercado com resíduos plásticos e jogue-as no mar. Agora, repita essa operação ao longo de todas as regiões costeiras do mundo. Ao final dessa jornada poluidora, você terá despejado a quantidade de detrito plástico que será jogada nos oceanos este ano.

Ruim? Vai piorar. A equipe de Jenna Jambeck, da Universidade da Georgia (EUA), com base em um modelo, calculou que, daqui a exatos 10 anos, aqueles cinco sacos irão dobrar para cada metro percorrido. E o lixo acumulado nos oceanos será coisa de 155 milhões de toneladas.

O artigo de Jambeck e colegas, publicado em Science (13/02/15), estima que os 192 países costeiros do planeta produziram, em 2010, cerca de 275 milhões de toneladas de lixo plástico. Cerca de 8 milhões de toneladas desse montante acabaram nos oceanos e mares.

Os pesquisadores listaram os países que mais contribuíram para esse cenário. China está em primeiro lugar, jogando nos oceanos de 1,32 a 3,53 milhões de toneladas ano (mta). O Brasil está em 16º (0,07 a 0,19 mta).

Na lista, há apenas um país 'rico': os Estados juntos, ficariam em 18º lugar na lista.

A última estimativa sobre o problema foi feita ainda em 1975 pela Academia Nacional de Ciências dos EUA: 0,1% da produção mundial de plástico acabaria nos oceanos anualmente. A realidade mostrada por Jambeck é bem mais assustadora: se levarmos em conta o lixo plástico que chegou aos oceanos em 2010, aquele percentual de quatro décadas atrás subiria para algo entre 1.5% e 4.5%.

E vale reforçar: as estimativas são apenas para os países costeiros. Então, deve-se somar a esse cenário macabro todo o lixo plástico produzido pelos países restantes, como aquele que fica em bueiros, ruas, lixões, rios, lagoas etc.

Cabe lembrar que parte do plástico oceânico acaba no estômago de animais marinhos, que o confundem com alimento. O cenário fica ainda mais alarmante quando se lê no artigo que os cientistas não sabem onde vão acabar 99% dos plásticos que chegam aos oceanos.

Se há algo otimista em tudo isso é que agora, pelo menos, é possível estimar o tamanho do estrago que os humanos causam no planeta.

Certamente, levará tempo para, ao menos, amenizar o problema do lixo plástico nas águas planetárias, pois há outros temas mais prementes, como o aquecimento global, a destruição maciça de fauna e flora, escassez de água potável, radicalismo religioso, crescimento da xenofobia e racismo, trabalho escravo... Enquanto isso, para restabelecer alguma credibilidade no H. sapiens, fica a sugestão: a 'Suíte número 3' (segundo movimento: Ar), ou 'BWV 1068'. Por cerca de quatro minutos, o ouvinte terá a falsa impressão de que o mundo é um lugar melhor.







A tendência moderna é considerar o sexo de um indivíduo (...) como uma característica que pode apresentar várias gradações ao longo da vida

A BATALHA DO SEXO

Ao preenchermos um formulário, a parte referente aos dados pessoais exibe em geral duas caixas inquirindo sobre o sexo do indivíduo. Alguns formulários politicamente corretos até incluem mais uma opção: 'outro'. Entretanto, se levarmos em conta informações genéticas mais recentes, seria necessária uma quarta caixa, onde as pessoas colocariam uma resposta condicionada ao momento em que se encontra o seu desenvolvimento.

Explica-se. O sexo de um indivíduo parece resultar das influências antagônicas entre redes constituídas por certos genes. Os produtos da expressão desses genes determinam o sexo. Em outras palavras, dependendo do equilíbrio dessas redes, que envolvem os cromossomos sexuais, o sexo é definido, mas isso só ocorre quando o embrião tem seis semanas de vida. Antes desse momento do desenvolvimento, o indivíduo pode se tornar masculino ou feminino. Se a mensagem genética indicar a formação de testículos, haverá então produção de testosterona e o desenvolvimento dos órgãos acessórios à genitália masculina. Se a mensagem não for essa, ocorre o desenvolvimento da genitália feminina.

A novidade é que, nos mamíferos, o que obviamente inclui os humanos, a sensibilidade aos produtos desses genes continua ocorrendo após o nascimento. Vários estudos (com camundongos, por exemplo) mostraram que isso é real. É importante dizer que essa noção não tem relação alguma com os chamados distúrbios de desenvolvimento sexual (DDS), causados por anomalias nos cromossomos sexuais, que podem afetar ovários, testículos e/ou outras características sexuais.

A tendência moderna é considerar o sexo de um indivíduo não mais como uma opção binária (masculino ou feminino), mas como uma característica que pode apresentar várias gradações ao longo da vida, o que complica bastante o cenário.

A percepção de que o sexo está deixando de ser definido pelo tipo de genitália foi ilustrada agudamente por uma situação inusitada relatada pela jornalista científica Claire Ainsworth na revista *Nature* (v. 518, p. 288, 2015). Uma mulher de 46 anos, grávida do terceiro filho, procurou saber se havia anomalias cromossomiais no feto, e descobriu que ela própria tinha dois tipos de células, femininas (cromossomos XX) e masculinas (XY). Quantitativamente, ela era mais masculina do que feminina, embora externamente fosse tipicamente uma mulher. Os geneticistas concluíram que ela provavelmente teria se fundido ao embrião de um irmão gêmeo no útero de sua mãe, uma situação típica de ficção científica.

O episódio colocou em evidência o fato de que o sexo é bem mais complicado do que é ensinado em um curso básico de genética. Se essa mulher tivesse sido testada geneticamente (em uma competição de atletismo, por exemplo), teria sido classificada como homem. A competição vigente entre os cromossomos sexuais é de fato compatível com a história da origem do sexo, há cerca de 160 milhões de anos. A reprodução sexual foi selecionada pela evolução porque o método assexuado traz em si uma bomba-relógio. Neste método, as espécies acumulam de modo irreversível mutações prejudiciais que podem contribuir para sua extinção.

Essa explicação, chamada de 'catraca de Muller' por ter sido idealizada pelo geneticista norte-americano Hermann J. Muller (1890-1967), diz que a reprodução sexuada, ao permitir a troca de trechos de DNA entre os sexos (recombinação), alija as mutações deletérias. Esse processo, porém, gerou uma visível diferença entre os cromossomos X e Y. Enquanto o X tem cerca de 2 mil genes, o Y tem apenas cerca de 70. Ao longo dos milhões de anos, o cromossomo Y perdeu muitos genes e agora se aproxima de um limiar perigoso de instabilidade que pode oportunamente eliminá-lo. Os otimistas, no entanto, acreditam que esse cromossomo está se especializando em 'macheza' e que não vai sumir. Como se vê, a batalha continua. 🖽

FRANKLIN RUMJANEK

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





A origem evolutiva do modo de andar humano, sobre os dois pés e com o corpo ereto, é tema de muitos debates por cientistas. Este artigo apresenta uma proposta — baseada em conceitos da física — para esse momento da evolução biológica de nossa espécie que nos separou dos demais primatas. A proposta envolve um aspecto introduzido pela autora nessa polêmica: a redução dos pelos nos humanos. Todos os símios da linha evolutiva de nossa espécie carregam suas crias agarradas aos pelos do corpo da mãe, e uma análise das propriedades dos pelos mostra que a diminuição destes traz a locomoção bípede como consequência direta, em razão da necessidade de carregar as crias nos braços.

Lia Queiroz do Amaral

Departamento de Física Aplicada, Instituto de Física, Universidade de São Paulo

origem da espécie humana é tema de interesse universal, envolvendo crenças, mitos, religiões e também conhecimento acadêmico sofisticado e detalhado. A análise das sociedades humanas levou ainda a modelos de natureza ideológica, que arrebataram corações e mentes humanos, em especial ao longo do último século. O mundo de hoje, porém, mostra claramente o esgotamento dessas visões, e minhas experiências pessoais me deram certeza de que a questão central está na relação entre homens e mulheres, junto com o confronto das gerações que se sucedem.

Este artigo tem como foco a evolução biológica inicial da espécie humana, e apresenta resultados de pesquisas científicas independentes iniciadas quando li, em 1975, o livro A origem do homem e a seleção sexual, do naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882). Nesse segundo livro, menos conhecido que o famoso A origem das espécies por meio da seleção natural, Darwin diz ter se equivocado ao dar excessiva importância à seleção natural. Ressalta evidências de forte seleção sexual nos humanos e em muitos outros animais, dando ênfase à nudez da pele humana, diferente da de outros primatas.

Ele discute na obra os caracteres sexuais secundários e a importância da seleção sexual, tanto na competição entre machos quanto na escolha feita pela fêmea. Menciona as vocalizações humanas, sexualmente diferenciadas, e o papel da voz dos animais nos contextos de sinalização e de disputas sexuais. Darwin coloca a seleção sexual como dominante no estágio inicial de nossa separação dos demais primatas, mas essa proposta não foi aceita em sua época. Resgato essa proposta, mas em sentido mais amplo, de seleção por interações dentro da espécie.

>>>

Nossa espécie é a única, entre os primatas, que desenvolveu uma forma de locomoção bípede e que não é peluda, e os motivos que levaram a essas duas características biológicas são controversos. O andar bípede pode ser reconhecido nos fósseis, mas as alterações na pele e nos pelos não deixam registros fósseis. Porém, dermatologistas que estudaram a pele humana, em um contexto evolutivo, concluíram que suas alterações surgiram junto com o bipedalismo. Um estudo detalhado da densidade de pelos em várias espécies de primatas mostrou que a densidade relativa de pelos (quantidade de pelos dividida pela área total do corpo) diminui à medida que aumenta o peso do primata. Nossa espécie, no entanto, não pode ser colocada nessa lei geral, pois ocorreu nos humanos uma miniaturização dos pelos, e apareceram ainda pelos, relacionados ao sexo dos adultos, que não existem nos demais primatas.

A antropologia física analisa fósseis de milhões de anos, e está demonstrado que nossa linha evolutiva começa com primatas do Velho Mundo, sem rabo, e que as espécies atuais próximas à nossa, que chamaremos de 'símios', incluem gibão e orangotango (asiáticos) e gorila e chimpanzé (africanos). A espécie humana é geneticamente mais próxima dessas espécies africanas.

Ideias especulativas, popularizadas na segunda metade do século 20, que enfatizavam o papel da caça como atividade dos machos na evolução inicial de nossa espécie, foram abandonadas em decorrência de pesquisas detalhadas feitas nas últimas décadas. Hoje, o consenso científico diz que a evolução biológica inicial, com o aparecimento do bipedalismo, ocorreu em ambientes mistos, na borda de florestas, com alimentação à base de vegetais, milhões de anos antes do aumento do cérebro.

Analisando trocas de calor com o ambiente, também demonstrei que a redução de pelos só poderia ocorrer em quadrúpedes muito ativos (com alta atividade metabólica e, portanto, maior necessidade de expelir calor para o ambiente), se estes vivessem em um ambiente onde ainda houvesse proteção de árvores contra a radiação solar direta. Como os pelos ajudam a proteger da radiação solar, não seriam perdidos em um ambiente muito exposto ao sol direto. Os primatas que vivem nas savanas são bastante peludos, como proteção contra absorção de calor.

Bipedalismo e reprodução Os primatas não humanos são quadrúpedes, e os grandes símios africanos têm uma forma bastante ineficiente de locomoção terrestre, indicando a existência de restrições ao bipedalismo, que se tornam claras quando se analisa a questão da reprodução e do parto, fortemente correlacionada com a postura. A forma de locomoção bípede exigiu mudanças na pélvis que tiveram efeitos no processo obstétrico de reprodução, tornando o parto humano difícil.

O aumento do cérebro intensificou essas dificuldades, mas a origem do problema é a forma bípede de locomoção, com desvantagens claras no que diz respeito à gravidez, ao parto e à sobrevivência do recém-nascido. Acredito que isso explique por que as demais espécies primatas não adquiriram a forma bípede como locomoção permanente, embora todos os primatas possam andar



Figura 1. Macaco com rabo, carregando filhote na posição ventral



Figura 2. Mãe orangotango com um filhote, que usualmente é carregado lateralmente por ela

de forma bípede por curtos períodos de tempo. Isso significa que algum fator específico deve ter permitido a evolução do bipedalismo.

Minha proposta pode ser resumida em poucas palavras: "Os primatas carregam suas crias agarradas aos pelos da mãe. Os humanos, porém, não têm pelos para os filhos se agarrarem. Portanto, a única saída de sobrevivência da espécie foi carregar os filhos nos braços, uma pressão seletiva fortíssima para o andar bípede".

As crias e os pelos Todos os primatas superiores (exceto os humanos) carregam as crias agarradas aos pelos do corpo de um parente adulto (em geral, a mãe). Em algumas espécies de macacos das Américas, o macho também carrega as crias, mas isso não ocorre com os primatas do Velho Mundo, de nossa linhagem, nos quais é a mãe que carrega as crias por vários anos. Entre os primatas não humanos ocorre uma mudança na forma de carregar as crias à medida que elas crescem, e podem ser descritos os padrões básicos existentes.

Em uma espécie primata com rabo, bastante peluda (figura 1), o filhote fica em posição ventral, permanecendo suspenso apenas por sua capacidade de se agarrar aos pelos e pela capacidade destes de suportar o peso do recém-nascido. Após alguns meses, a cria muda de posição, passando a cavalgar o dorso ou o quadril da mãe, ainda agarrada aos pelos, e essa forma de locomoção permanece por longo tempo, até a cria se tornar independente.

As espécies asiáticas arbóreas de nossa linhagem (gibão e orangotango) também carregam seus filhotes agarrados ao corpo da mãe. A figura 2 mostra uma mãe orangotango com um filhote, que usualmente é carregado lateralmente por ela. Na figura 3 vê-se um gorila,

em locomoção quadrúpede típica (knuckle walking), na qual os nós dos dedos das mãos são usados como apoio. Como seus braços são mais compridos que as pernas, seu dorso não fica em posição horizontal, e sim com certa inclinação. A cria vai montada no dorso, agarrando os pelos com as mãos, mas não com os pés, que não têm mais capacidade preênsil, devido à locomoção terrestre da espécie.

O fato de os grandes símios africanos terrestres serem menos peludos gerou um problema específico para o transporte de seus filhotes recém-nascidos, mais pesados e que não conseguem se sustentar sozinhos em posição ventral na mãe (ou pai). Nos primeiros meses de vida, o bebê é suportado manualmente por sua mãe, que para isso adota uma forma trípede de locomoção, apoiada nos

dois membros traseiros e em um dianteiro (o outro é usado para segurar a cria). Essa forma de locomoção, bastante difícil, é usada sistematicamente por gorilas, mas também é observada em chimpanzés, como pode ser visto na figura 4, em que uma mãe chimpanzé utiliza a locomoção trípede, carregando seu filhote com uma das mãos, em ambientes tanto terrestre quanto arbóreo.



Figura 3. Mãe gorila carregando filhote no dorso







Após alguns meses, as crias, tanto de gorilas como de chimpanzés, passam para cima do corpo da mãe, que retoma a locomoção quadrúpede.

A mudança da locomoção quadrúpede para trípede ou mesmo bípede ocorre sistematicamente entre os grandes símios quando a segurança da cria requer suporte manual. É evidente que a maior segurança no processo de carregar as crias leva a mudanças de forma de locomoção, que dependem do peso das crias, da capacidade dos pelos e da pele em suportar a pressão e da capacidade preênsil das crias.

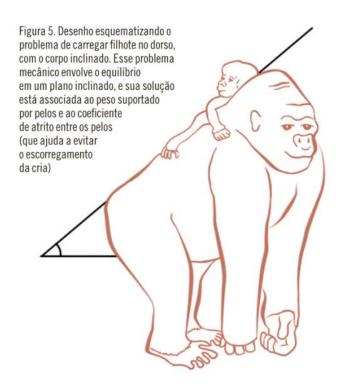
A mecânica do processo A função dos pelos no processo de carregar as crias nos primatas não humanos é crucial para a sobrevivência das espécies. Esse processo também mostra correlação com a variação da densidade de pelos nos primatas, mas nenhum estudo científico havia sido feito sobre o tema. Por isso, realizei uma análise mecânica detalhada do problema. Analisei, em amostras de peles com pelos de três espécies da linha evolutiva dos humanos (gibão, orangotango e gorila), as

propriedades físicas dos pelos e os limites para carregar com segurança as crias.

Fiz ainda uma análise teórica do equilíbrio mecânico na locomoção quadrúpede dos gorilas, em termos de equilíbrio em um plano inclinado (figura 5). Além disso, estudei propriedades elásticas dos pelos, obtendo o limite que suportam antes de quebrar e de ser arrancados da pele, e o coeficiente de atrito entre os pelos, que ajuda a evitar o escorregamento da cria do corpo da mãe.

Os resultados desses estudos demonstram claramente que as propriedades elásticas dos pelos variam com a espécie de símio, e indicam um processo evolutivo associado à segurança no transporte das crias. Os pelos do acrobático gibão, espécie muito leve, são mais fracos, mas apresentam grande densidade. Já o pesado orangotango tem longos pelos esparsos, mas capazes de suportar um peso muito maior que os pelos do gorila, o que é necessário na vida arbórea do primeiro. No caso do gorila, a condição de equilíbrio mecânico (quando o ângulo formado pela parte superior do corpo durante a locomoção é menor que 30°, como visto na figura) está em acordo com o que se observa nesses animais. Acima desse ângulo, a combinação da força de atrito com o peso suportado por pelos não é mais capaz de impedir o escorregamento da cria, levando à sua queda.

Os resultados mostram que o bipedalismo é incompatível com o processo usual de transporte das crias nos símios – agarradas aos pelos das mães. Diante da ocorrência de um processo paralelo de redução dos pelos do corpo, como aconteceu com os ancestrais humanos, o bipedalismo é uma consequência necessária. As mães com redução de pelos que conseguiam se manter de pé por mais tempo, carregando os filhotes nos braços, obtinham vantagem na sobrevivência de sua prole.



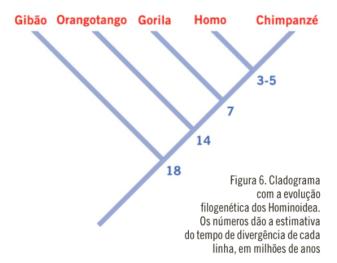
Evolução filogenética A espécie humana, seus parentes símios e os ancestrais diretos desse grupo estão inseridos em uma superfamília denominada Hominoidea. As relações genéticas e evolutivas dos hominoides (ou seja, nossa filogenia evolutiva) são visualizadas em um gráfico chamado cladograma, construído a partir de características morfológicas e também genéticas dos fósseis e das espécies atuais (figura 6). Cladogramas anteriores colocavam a espécie humana separada dos símios, como se tivesse surgido após o conjunto de símios. Recentemente, porém, os humanos passaram a figurar no cladograma junto com os chimpanzés, ou entre gorilas e chimpanzés.

Existem evidências de que a seleção sexual é importante entre os Hominoidea. Isso fica claro tanto nas diferenças físicas entre machos e fêmeas (dimorfismo sexual) quanto nas características dos órgãos sexuais de cada espécie. A partir dessa constatação, associada ao que se conhece sobre as estruturas sociais primatas, é possível definir um padrão básico de evolução.

Gibão, orangotango, gorila são espécies com estruturas sociais diferentes, mas em nenhuma delas há tolerância para a convivência de machos adultos. Os pequenos gibões são em geral monogâmicos, e o casal e seus filhotes pequenos vivem em um território específico, que defendem contra outros gibões. Eles apresentam baixo dimorfismo sexual, enquanto entre orangotangos e gorilas os machos são muito maiores que as fêmeas. Orangotangos machos são em geral solitários e circulam por áreas grandes que abrangem vários territórios, cada um deles associado a uma fêmea com seus filhos pequenos. Gorilas vivem em grupos maiores, formados por um grande macho dominante, seu harém e filhotes, mas os filhotes machos adolescentes permanecem no grupo apenas enquanto são claramente menores e submissos ao pai.

A estrutura social dos chimpanzés é muito diferente, pois existe convivência de machos e fêmeas adultos, além dos filhos pequenos. Nos grupos de chimpanzés, os machos são geneticamente próximos, e a tolerância entre eles é obtida pela existência de promiscuidade: todos têm acesso às fêmeas no período de cio.

Nossa linha evolutiva emerge, portanto, de uma mudança crítica: a passagem de espécies com grupos de apenas um macho dominante para espécies com grupos de vários machos adultos. Essa passagem deve ter envolvido disputas sexuais intensas, que podem ter definido pressões seletivas para a redução dos pelos, em razão da necessidade de dissipar calor interno. A seleção de indivíduos com menos pelos, ou seja, com maior capacidade de dissipação de calor, pode levar à redução da pelagem ao longo das gerações. É uma visão dramática, mas essas disputas explicam a existência de fortes agressões dentro da espécie, e a característica humana de lutas com contato total entre os corpos. Em outras espécies, essas lutas costumam ficar restritas a demonstrações de força, que



têm o objetivo de definir mais facilmente quem é o animal dominante, ou seja, o vencedor da disputa.

No gênero *Homo* (do qual nossa espécie faz parte), que surge milhões de anos após a diminuição de pelos e o andar bípede, ocorre aumento do cérebro e também aumento do tamanho das fêmeas (reduzindo o dimorfismo sexual), com possíveis alterações nas relações entre os sexos, indicando que começa a haver cooperação entre estes. A evolução toma outro rumo, na direção da linguagem e das culturas humanas, mas o impulso agressivo permanece, sob a capa civilizatória.

FÍSICA E EVOLUÇÃO

A autora do artigo pesquisa cristais líquidos, na área de física da matéria condensada, no Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Além disso, desenvolve trabalhos paralelos na área de evolução humana, em uma perspectiva de analise teórica e obtenção de dados, utilizando os conhecimentos e a metodologia da física para tentar explicar aspectos da evolução biológica.

Sugestões para leitura

AMARAL, L.Q. 'Bipedalismo: solução para carregar crias, correlacionada com a redução de pelos', em *Revista da Biologia*, v. 11(1), p. 19, 2013/2014 (disponível em www.ib.usp.br/revista/node/151).

DARWIN, C. *A origem do homem e a seleção sexual.* São Paulo, Hemus, 1974.

MORRIS, D. O macaco nu. Rio de Janeiro, Record, 1967.

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).

FOTOBIOQUÍMICA DA PELE

A radiação ultravioleta do Sol pode causar câncer e envelhecimento da pele.

Isso está bem comprovado pelas pesquisas científicas e é amplamente disseminado pela mídia. Mas, talvez, muitos se surpreendam em saber que há evidências de que a luz visível solar também pode causar danos diretos ao material genético das células da pele. E esse resultado pode ter impacto importante para a saúde pública.

Ortando Chiarelli-Neto

Departamento de Bioquímica, Instituto de Química, Universidade de São Paulo e Centro Universitário do Espírito Santo (Unesc)

Mauricio S. Baptista

Departamento de Bioquímica, Instituto de Química, Universidade de São Paulo





Os efeitos da luz solar no ultravioleta e no visivel

pele é o maior órgão do corpo humano, sendo composta de três camadas: epiderme (superficial), derme (intermediária) e hipoderme (mais profunda). Sua proteção contra o excesso de luz solar ocorre principalmente por meio da melanina, fabricada por células especializadas (melanócitos) que ficam na camada inferior da epiderme. Depois de produzida, essa molécula é exportada para regiões superficiais da pele, protegendo-a principalmente contra a radiação ultravioleta do tipo B (UV-B).

As melaninas são divididas em dois tipos principais: a eumelanina e a feomelanina. A primeira, com coloração de amarronzada a preta, confere a cor escura da pele e dos cabelos. A segunda, com tonalidade avermelhada, fica evidente em loiros e ruivos, que têm pouca eumelanina. Ambas absorvem tanto o ultravioleta (UV) quanto a luz visível solar. E, portanto, servem como filtro da pele.

A principal função biológica das melaninas é proteger o DNA do núcleo das células da pele tanto contra o ataque direto do UV-B quanto das reações bioquímicas induzidas pelo UV-A. Mas, nesse processo de proteção, as melaninas, ao absorverem energia da luz solar, acabam gerando moléculas (oxigênio reativo) que, na presença de luz, tornam-se deletérias para a própria pele.

Há muitas evidências dos danos causados pelas melaninas – especialmente, pela feomelanina. Por exemplo, há indícios de que pessoas ruivas tenham maior prevalência de câncer de pele. No entanto, no balanço final, a presença de melaninas confere proteção ao DNA das células da pele contra os danos causados pelo UV-B. Um fato que corrobora essa afirmação é que pessoas com mais melanina (pele mais escura) suportam muito melhor a incidência direta da luz solar.

Excesso e falta Os filtros solares desenvolvidos nas últimas décadas – contendo compostos absorvedores de UV ou partículas espalhadoras de luz – permitem que as pessoas fiquem mais tempo sob exposição ao Sol, sem sofrer a vermelhidão (eritema) da pele causada pelo UV-B. Mas uma consequência indesejável do uso de protetores é que temos a tendência a nos expor mais ao Sol, permitindo que outros tipos de radiação presentes na luz solar causem danos à nossa pele (ver 'Fator de proteção').

>>>

O excesso da exposição solar causa diversos cânceres, incluindo o melanoma cutâneo, que se desenvolve por causa dos danos que o ultravioleta causa ao DNA das células da pele. No Brasil, além do crescimento da incidência de melanoma, verifica-se também aumento da mortalidade por causa desse tipo de câncer nas populações com pele clara (tipo I e II).

Por sua vez, a falta de exposição ao Sol também pode causar problemas. O mais comum deles é a carência de vitamina D, que é ativada na pele, por ação direta do UV-B, a partir de uma molécula chamada pró-vitamina D3, que, posteriormente, é endereçada ao fígado, onde ocorre a síntese final da vitamina D ativa.

Luz visível A fotossensibilização é um processo em que as moléculas transformam energia luminosa em reatividade química. O mais conhecido produto desse processo é o chamado oxigênio reativo (ou radical livre de oxigênio). Altamente reativa, essa molécula, induzida pelo UV-A, pode também ter efeitos deletérios para as células.

A figura 1 mostra o espectro da radiação solar antes de passar pela atmosfera, bem como aquele que atinge os seres humanos – esta última parte do espectro tem uma intensidade menor de radiação. Essa 'filtragem' ocorre especialmente para o ultravioleta do tipo C (UV-C), a mais nociva das regiões do espectro solar.

FATOR DE PROTEÇÃO

Para quantificar a eficiência dos filtros solares, mede-se o fator de proteção solar (FPS), que compara as doses de luz que causam vermelhidão (eritema) na pele com e sem proteção.

Simplificadamente, o fator 10 indica um aumento de 10 vezes na dose que causa eritema e, em consequência, no tempo que um indivíduo pode se expor ao Sol, sem ficar vermelho. É claro que esse tempo maior de exposição conferido pelos filtros solares depende de indivíduo para indivíduo e, principalmente, do conteúdo de melanina na pele.

Um filtro com fator de proteção 30, por exemplo, permite que uma pessoa com pele branca se exponha por até 5h, sem ficar vermelha. Já uma pessoa de pele negra suportaria 12h da mesma exposição.

No início da década de 1980, os biólogos especializados em fotoquímica da pele (fotobiólogos) sabiam que a radiação UV-A era capaz de induzir respostas celulares e danos moleculares. No entanto, os filtros solares então em uso só protegiam contra o UV-B. Hoje, porém, sabemos que grande parte dos cânceres de pele se deve a lesões causadas pela exposição ao UV-A, e os protetores solares agora já protegem também contra essa radiação.

Os três tipos de radiação ultravioleta (UV-A, UV-B e UV-C) alteram a estrutura e a função do DNA, podendo assim causar mutações genéticas, que são o pré-estágio para o desenvolvimento do câncer. Mas, de modo diferente do UV-B – diretamente absorvido pelo DNA –, o UV-A atua em essência por fotossensibilização e gera, a partir da excitação da melanina, o oxigênio reativo e outros radicais livres, que, embora de forma indireta, causam danos em gorduras (lipídios), proteínas e DNA.

Além disso, o UV-A penetra mais profundamente na derme em comparação com o UV-B, sendo, assim, o principal responsável pelo chamado fotoenvelhecimento e pelo câncer nas camadas mais profundas da pele.

Experimentos com roedores mostraram que células cancerosas (melanomas) que contêm mais melanina acumularam duas vezes mais lesão no DNA após a irradiação com UV-A em comparação àquelas com baixo teor de melanina. Em linha semelhante de pesquisa, nosso grupo demonstrou recentemente que o DNA dessas mesmas células (com alto teor de melanina), quando exposto à luz visível solar, também sofre danos oxidativos, causados pelo oxigênio reativo gerado pela melanina.

Não é recomendado extrapolar diretamente resultados obtidos em laboratório para a pele de humanos, mas é inevitável pensarmos na consequência de um achado. Considerando os resultados de nosso experimento, poderíamos inferir que pessoas (ou regiões da pele de um indivíduo) com maior teor de melanina estariam mais expostas aos danos resultantes da interação com a luz visível solar.

Essa observação, no entanto, sugere uma aparente contradição: a presença maior de melanina em populações que vivem em regiões de maior incidência solar. Nesses locais, ao longo da evolução, a maior intensidade de raios UV-B acabou selecionando indivíduos com maior quantidade de melanina, pois estes têm mais chance de sobreviver, já que a melanina é a principal responsável pela proteção contra os raios UV-B, que causam danos mais severos, pois são absorvidos diretamente pelo DNA.

Já a perda da melanina – que, devemos lembrar, age como um filtro – em indivíduos que migraram para regiões mais ao norte do planeta pode ter relação com a necessidade de manter a ativação da vitamina D mesmo com exposições solares bem menores.

No entanto, o que foi dito acima tem a ver com o UV-B e, portanto, não significa que indivíduos com conteúdo distinto de melanina estejam seguros contra a luz visível solar, que, vale lembrar, é muito mais abundante no espectro solar – cerca de 50% da energia total que alcança nossa pele está nessa faixa – e penetra muito mais profundamente na pele.

Nesse cenário, uma pergunta pertinente seria: a luz visível solar poderia causar danos em regiões mais profundas da pele, quando comparada com o UV-B e o UV-A?

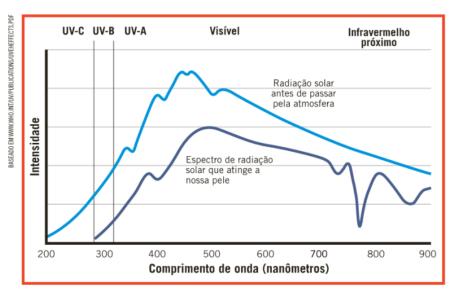


Figura 1. Espectros da radiação solar na Terra. Intensidade da irradiação solar em função do comprimento de onda antes e após a passagem pela atmosfera terrestre

Busca de explicações Para comprovar o papel das reações de fotossensibilização da melanina induzidos pela luz visível solar, nosso grupo iniciou um trabalho em busca das possíveis explicações para a fototoxicidade, ou seja, para o dano induzido na melanina pela excitação luminosa.

Nossa hipótese inicial era que isso ocorria por causa da formação do oxigênio reativo. Ela foi comprovada em uma série de experimentos, usando cultura de células que produziam melanina em excesso e que foram expostas à luz visível solar. Observamos que, sob esse tipo de radiação luminosa, a feomelanina gera maior quantidade de oxigênio reativo do que a eumelanina.

As lesões encontradas no DNA das células usadas em nosso experimento são consideradas pré-mutagênicas, semelhantes àquelas geradas pelo UV-A, que sabemos ser comprovadamente cancerígeno. No entanto – e isso é importante –, experimentos adicionais são necessários para comprovar o possível envolvimento da luz visível solar na indução de formação de tumores.

Em um desdobramento mais prático desses trabalhos, demonstramos que a fotossensibilização da melanina pela luz visível solar é a responsável pela descoloração do cabelo – daí eles ficarem mais claros depois, por exemplo, de alguns dias de praia.

Velha receita Os trabalhos aqui descritos concisamente demonstram que a proteção contra a luz visível solar não deve ser ignorada. Deve, sim, ser considerada seriamente por profissionais da saúde, bem como pela população em geral. A contínua exposição à luz visível solar sem a devida proteção pode promover danos moleculares que vão se acumulando na pele.

Se compararmos esses achados com o que se conhece sobre a fotossíntese, podemos entender que a geração de radicais livres pela luz visível solar em sistemas biológicos é natural e presente em todos os sistemas que interagem com a luz. De forma similar, a melanina da pele humana também produz oxigênio reativo na interação com a luz visível solar, com consequências ainda pouco conhecidas para a saúde da pele.

Com base em tudo o que foi exposto aqui, podemos concluir que não há receita simples para aproveitar os benefícios do Sol e evitar seus danos. O ideal parece ser a velha receita: exposição por pouco tempo, para, por exemplo,

a produção de vitamina D, sem sofrermos os riscos que a exposição prolongada oferece, mesmo com o uso dos filtros solares atuais.

Teremos que desenvolver novos fotoprotetores que funcionem em ampla faixa espectral (incluindo o visível), uma vez que muitas pessoas trabalham ao ar livre e não podem evitar a exposição excessiva ao Sol. Aliás, diversas empresas cosméticas trabalham atualmente nesse desenvolvimento. No entanto, já há evidências suficientes para que se evite o cenário mais perturbador decorrente das descobertas do efeito da luz visível solar.

Pessoas que se bronzeiam à custa de grande exposição ao Sol, mesmo usando os protetores atuais, estão sofrendo os efeitos da luz visível sem se dar conta disso. Isso deve ser evitado. Se a ideia é permanecer na praia, use uma proteção física como camisa ou chapéu. É provável que a luz visível presente em ambientes cobertos (casa, trabalho etc.) não traga efeito danoso algum para a pele, uma vez que a intensidade luminosa nesses locais é bem menor que aquela ao ar livre em um dia de verão.

Então, a regra geral é: como a luz é um dos 'reagentes' nesses processos, quanto menos luz solar, menos reação!

Sendo assim, fica o desafio para a comunidade científica continuar desenvolvendo maneiras mais eficientes de proteger as pessoas dos aspectos negativos da interação com o Sol e de fazê-las se beneficiar do lado positivo dessa radiação.

Sugestões para leitura

CHIARELLI-NETO, O. et al. 'Melanin photosensitization and the effect of visible light on epithelial cells'. PloS One v. 9, e113266 (2014).

CHIARELLI-NETO, O. et al. 'Generation and suppression of singlet oxygen in hair by photosensitization of melanin'. Free Radical Biology & Medicine v. 51, pp. 1195-202 (2011).



Ilustres veranistas

Quem são e como vivem as baleias-de-bryde

Elas chegam ao Sudeste brasileiro nos verões. São as baleias-de-bryde, muitas vezes confundidas com outras espécies de baleias, embora tenham características marcantes, como o dorso cinza-escuro brilhante e a nadadeira dorsal curva, que lembra um espinho de roseira. Pouco estudada, essa espécie vem despertando o interesse dos pesquisadores, que buscam saber mais sobre seus hábitos de vida, em especial após a descoberta, por análises genéticas, de que o mesmo nome comum abriga um grupo de espécies e subespécies aparentadas.

Salvatore Siciliano

Grupo de Estudos de Mamíferos Marinhos da Região dos Lagos (GEMM-Lagos), Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)



FOTOS DE JULIO CARDOSO

os últimos verões, elas surpreenderam muitos banhistas ao se aproximar da zona de arrebentação das praias cariocas. Nadaram bem perto dos costões rochosos do Pão de Açúcar, símbolo máximo da cidade do Rio de Janeiro. Mas poucas pessoas sabiam que eram baleias-de-bryde, uma das espécies desses mamíferos marinhos que frequentam os mares brasileiros. Essas baleias impressionam por seu tamanho, que pode chegar a 15 m de comprimento, e pelos altos borrifos que produzem ao vir à tona para respirar. E despertam grande interesse e curiosidade.

As perguntas das pessoas em geral são de dois tipos: de onde vêm e para onde elas vão? O que elas comem? Para responder, podemos começar pela parte mais fácil. Elas não vêm de longe, como outras espécies: na verdade, as baleias-de-bryde sempre estiveram por aqui (ver 'Nome norueguês'). São legítimas habitantes das áreas marítimas do Sudeste, e vivem em especial na região entre Cabo Frio (RJ) e o litoral norte de São Paulo – mais precisamente nas proximidades da laje de Santos e do arquipélago de Alcatrazes. Mas seu número pode variar, dependendo da época do ano.

Observações regulares, a partir de um mesmo ponto, em Arraial do Cabo (RJ), entre 1999 e 2010, revelaram que o número dessas baleias aumenta nos meses de primavera e verão. Essas observações foram realizadas pelo Grupo de Estudos de Mamíferos Marinhos da Região dos Lagos (GEMM-Lagos), vinculado à Escola Nacional de Saúde Pública, da Fundação Oswaldo Cruz.

Sardinhas e camarões Nesses meses, a ressurgência de Cabo Frio (ver 'Explosão de vida') se intensifica, atraindo uma diversificada fauna que chega mais perto da costa para se alimentar do plâncton (vegetal e animal). É quando a costa do Sudeste recebe os cardumes de sardinha que entram no período de recrutamento, ou seja, de crescer e se reproduzir.

Nas conversas com os pescadores de Arraial do Cabo, entendemos que eles sempre associaram a presença das baleias-de-bryde com os cardumes de sardinha. De fato, parece haver uma clara conexão entre a chegada das sardinhas e a presença dessas baleias – fato, aliás, bem conhecido na costa leste da África do Sul (oceano Índico) e no golfo da Califórnia, no México (oceano Pacífico). Na costa sul-africana, esse bem documentado evento anual – a migração (do sul para o norte) de imensos cardumes desses pequenos peixes – é chamado de 'corrida da sardinha', e a ampla oferta de alimento atrai aves marinhas, cações, golfinhos e baleias-de-bryde.

Baleia-de-bryde nas proximidades do arquipélago de Alcatrazes, no litoral do estado de São Paulo





No Sudeste brasileiro, o fenômeno parece não ser muito diferente. Pode-se dizer que também temos nossa 'corrida da sardinha', talvez em escala menor que a sul-africana. Curiosamente, porém, quando os pesquisadores do GEMM-Lagos tiveram a oportunidade de dissecar duas carcaças de baleias-de-bryde ainda frescas, tiveram uma surpresa. O estômago dessas baleias estava repleto de uma massa ocre-alaranjada, composta por milhares de pequeníssimos camarões, identificados mais tarde como *Acetes americanus*.

Esse camarão, conhecido no litoral brasileiro como aviú, é muito abundante em zonas de ressurgência costeira, e isso poderia explicar o que as baleias estavam fazendo tão próximo da costa. O fato é que ainda precisamos entender melhor o que essas baleias comem ao longo do ano, em especial nos períodos de inverno. O leitor deve estar se perguntando, então, para onde elas vão quando diminui muito a quantidade de sardinhas e aviús no local. As observações em Arraial do Cabo indicaram que elas não desaparecem por completo da costa no outono e no inverno, mas que sua presença naquela área é bastante reduzida.

Sem grandes migrações É possível que elas se desloquem da costa para o alto-mar, movimentos mais conhecidos no mundo científico como *inshore-offshore*. Na África do Sul, pesquisas constataram a existência de duas populações de baleias-de-bryde: uma que vive mais próximo à costa, consumindo sardinhas e outros pequenos peixes que vivem na camada do mar que recebe a luz solar (até cerca de 200 m de profundidade), e outra que vive todo o ano em águas afastadas da costa, preferindo alimentar-se de zooplâncton.

As baleias-de-bryde, vistas com frequência na costa brasileira, podem chegar a 15 m de comprimento

Com isso, já percebemos que as baleias-de-bryde não migram extensivamente pelos oceanos, como as outras grandes baleias. Tão diferente das outras espécies, essa baleia não viaja até águas frias para se alimentar, como fazem a baleia-jubarte, a baleia-minke e a baleia-franca, por exemplo. Foi justamente esse aspecto marcante de seus hábitos de vida que fez com que fossem tão pouco estudadas por décadas. Até os antigos caçadores de baleias, tão experientes em localizá-las, confundiam a baleia-de-bryde com a baleia-sei (*Balaenoptera borealis*) nas estações baleeiras em terra onde o animal era processado.

Assim, nas estatísticas dessa caça no Brasil, as duas espécies foram agrupadas por décadas. Por isso, não sabemos ao certo quantas baleias-de-bryde foram caçadas em Cabo Frio entre 1960 e 1963, quando a antiga estação funcionou na praia dos Anjos (atual Arraial do Cabo). Os registros existentes indicam a caça de pelo menos 30 delas nesses anos, mas esse número pode ser bem maior. Não se pode descartar a possibilidade de que a população da espécie ao largo de Arraial do Cabo tenha sofrido uma redução significativa por conta da caça, atividade que felizmente durou poucos anos naquela localidade.

Como parte do esforço para compreender melhor os hábitos dessa baleia, os pesquisadores do GEMM-Lagos reuniram seus dados de monitoramento de carcaças encontradas em praias aos dados de outros estudos científicos. Esse conjunto revela que, em 20 anos (entre 1990 e 2010), foram registrados 46 encalhes de baleias-de-bryde em praias dos estados do Rio de Janeiro e de São Paulo. A análise, mais uma vez, trouxe surpresas. Embo-

NOME NORUEGUÊS

O nome comum baleia-de-bryde é uma homenagem ao norueguês Johan Bryde (1858-1925), empresário da construção naval e da pesca, que iniciou as atividades baleeiras na África do Sul, onde essa baleia foi descrita pela primeira vez. Como se trata de um nome de origem norueguesa, a pronúncia correta é 'broodus' — ou seja, nada a ver com a palavra *bride* (noiva, em inglês).



ra não tenha sido constatada uma tendência significativa de encalhes por estação do ano, um número maior ocorreu nos meses de inverno, entre julho e setembro. Isso reforçou a hipótese de que essa espécie permanece por aqui todo o ano, ou seja, não migra para as águas mais frias dos polos. Significa ainda que elas devem se reproduzir por aqui, o que também foi verificado pelos encalhes de filhotes nesse período, alguns com comprimento inferior a 8 m.

Mais de uma espécie Os encalhes também ajudaram a entender uma das mais intrigantes questões que envolvem as baleias-de-bryde. A situação taxonômica e as relações entre as espécies dessas baleias pelo mundo são complexas, em razão do reconhecimento, nas últimas décadas, de várias espécies e subespécies (e de morfologias dentro dessas unidades). Hoje, ao menos três espécies são consideradas válidas, de acordo com sua distribuição geográfica: a baleia-de-bryde propriamente dita (Balaenoptera brydei), descrita em 1913 pelo zoólogo norueguês Orjan Olsen (1885-1972), a baleia-de-bryde-de-éden (Balaenoptera edeni), descrita em 1878 pelo zoólogo escocês John Anderson (1833-1900), e a baleia-de-omura (Balaenoptera omurai), descrita em 2003 pelos japoneses Shiro Wada, Masayuki Oishi e Tadasu Yamada.

A descrição da última, uma forma pigmeia dessas baleias, teve na época grande repercussão entre os cientistas da área, pela importância do achado. Além das espécies, existem propostas de subespécies e de 'formas', já que certas populações mostram diferenças de tamanho ou de hábitos (como a preferência por áreas costeiras ou por áreas oceânicas abertas).

Intrigados por essas complexas questões taxonômicas, pesquisadores do Japão, do Chile e do Brasil uniram-se para entender esse quadro, sequenciaram o DNA de 18 amostras de baleias-de-bryde do Brasil e do Chile e as compararam com outras 24 amostras de populações dessas baleias nos oceanos Índico e Pacífico (incluindo o Peru). As oito amostras brasileiras de baleias-de-bryde vieram do Rio de Janeiro (fornecidas pelo GEMM-Lagos) e do Rio Grande do Sul (obtidas pelo Grupo de Estudos de Mamíferos Aquáticos do Rio Grande do Sul). Quando as sequências genéticas foram comparadas e as análises filogenéticas concluídas, os espécimes da América do Sul (Brasil, Chile e Peru) foram identificadas como *Balaenoptera brydei*.

Esse resultado deixou claro que as baleias-de-bryde da costa brasileira fazem parte do grupo distribuído em todos os oceanos em zonas tropicais e subtropicais entre os paralelos 40°N e 40°S. Portanto, devemos chamar nossas baleias-de-bryde pelo nome científico *Balaenoptera brydei*. A taxonomia dessas baleias, porém, ainda está em debate. A Comissão Internacional Baleeira ainda não considera resolvida a questão e seu comitê científico utiliza a denominação *B. edeni* para todo o 'complexo baleia-de-bryde'.



O nome ressurgência é dado ao fenômeno que ocorre quando águas mais frias, vindas de áreas mais fundas do oceano, afloram à superfície marinha, como acontece na região de Cabo Frio e Arraial do Cabo, no Rio de Janeiro. Essas águas trazem nutrientes até a camada do mar que recebe luz, e a presença destes causa a rápida proliferação tanto das algas microscópicas que formam o fitoplâncton quando da fauna minúscula do zooplâncton (que se alimenta das primeiras). Isso atrai outros animais pequenos, que por sua vez atraem outros, maiores, e assim sucessivamente, dentro da cadeia alimentar marinha. A ressurgência, portanto, gera uma explosão de vida.

O fato é que, atualmente, já avançamos muito no entendimento dessas esquivas baleias e podemos nos orgulhar de ter na 'porta de casa' uma das mais espetaculares espécies desses enormes animais. É nossa responsabilidade preservar a espécie e, assim, cuidar para que as baleias-de-bryde continuem por aqui, ajudando a fazer dos nossos verões um dos mais apreciados por todos.

Sugestões para leitura

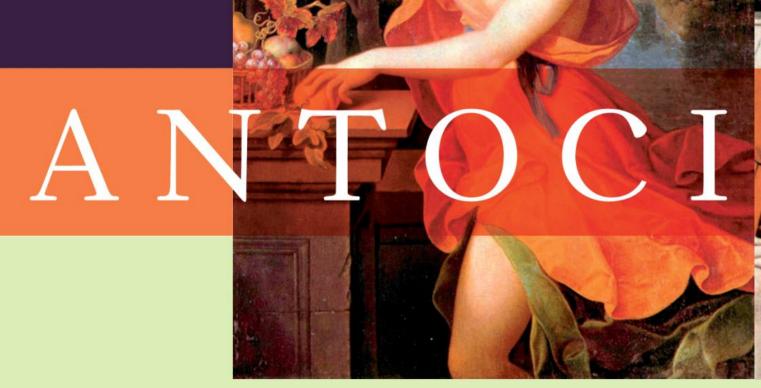
PINTO, R. M.; MUNIZ-PEREIRA, L. C.; ALVES, V. C. e SICILIANO, S. 'First report of a helminth infection for Bryde's whale, *Balaenoptera edeni* Anderson, 1878 (Cetacea, Balaenopteridae)', em *Latin American Journal* of Aquatic Mammals, v. 3, p. 167, 2004.

SICILIANO, S.; SANTOS, M. C. O.; VICENTE, A. F. C.; ALVARENGA, F. S.; ZAMPIROLLI, E.; BRITO Jr, J. L.; AZEVEDO, A. F. e PIZZORNO, J. L. A. 'Strandings and feeding records of Bryde's whales (*Balaenoptera edeni*) in south-eastern Brazil', em *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 84, p. 857, 2004.

TERSHY, B. R.; ACEVEDO-GUTIERREZ, A.; BREESE, D. e STRONG, C. S. 'Diet and feeding behavior of fin and Bryde's whales in the Central Gulf of California, Mexico', em *Revista de Investigación Científica*, v.1, p. 31, 1993.

WADA, S.; OISHI, M. e YAMADA, T. 'A newly discovered species of living baleen whale', em *Nature*, v. 426, p. 278, 2003.





Diversas frutas e produtos derivados chamam a nossa atenção pelas cores que exibem, fortes e vibrantes. Essas cores estão associadas basicamente à presença de pigmentos chamados antocianinas. Nos vegetais, a função básica das antocianinas é proteger as células contra fatores que podem danificá-las. No entanto, estudos feitos com animais, em laboratório, revelam que a administração desses pigmentos é capaz de reverter déficits de memória e altos níveis de ansiedade, como ocorre em portadores da doença de Alzheimer.

Jessié Martins Gutierres

Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica), Universidade Federal de Santa Maria (RS)

Maria Rosa Chitolina Schetinger Vera Maria M. Morsch

Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica), Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Universidade Federal de Santa Maria (RS)



Figura 1. Baco, o deus do vinho, dos excessos e da natureza, em pintura do italiano Michelangelo da Caravaggio. Na página anterior, Pomona, a deusa das frutas e do florescimento dos pomares, em pintura do francês Nicolas Fouché

A S

O segredo para a longevidade?

mbora participem de variados processos orgânicos e estejam presentes em grande parte da vida humana, os flavonoides são desconhecidos por grande parte da população. Essas substâncias, no entanto, podem ser identificadas – ainda que de maneira disfarçada – na história da humanidade, por serem responsáveis pelas belas cores de frutas e flores. Na mitologia romana, a beleza e a capacidade nutritiva das frutas inspiraram a criação de deuses, como Pomona, a deusa dos frutos, e Baco, o deus do vinho (figura 1). Na história do paraíso, na *Bíblia*, Eva seduziu Adão usando uma maçã vermelha – o que permite sugerir, com certa ironia, que os flavonoides tiveram papel relevante no chamado 'pecado original'.

>>>

O grupo dos flavonoides inclui os pigmentos denominados antocianinas – termo gerado pela junção das palavras gregas *anthos* (que significa flor) e *kyanos* (a cor azul). Esses pigmentos, encontrados em grande variedade de frutas, flores e folhas, são responsáveis por cores que vão do vermelho-alaranjado e do vermelho vivo ao roxo e ao azul. Um exemplo é a cor rubi-violácea do vinho tinto jovem. Nas plantas, tais compostos protegem os tecidos, as flores e os frutos contra a radiação ultravioleta (UV) e têm ação antioxidante, ou seja, evitam a produção de radicais de oxigênio (ou radicais livres), formas químicas tóxicas.

O mirtilo (ou *blueberry – Vaccinium cyanococcus*), planta de clima temperado, tem alta concentração de antocianinas. Uma das poucas espécies frutíferas nativas da América do Norte, ele tem uma história que remonta aos tempos pré-coloniais: esse pequeno fruto era consumido pelos índigenas da região por séculos antes da chegada dos colonos ingleses. Para os índios, o mirtilo era sagrado, em parte porque sua flor tem a forma de uma estrela de cinco pontas. Os índios acreditavam que esses frutos foram enviados pelo 'grande espírito', durante uma época de escassez de alimentos, para aliviar a fome de seus filhos.

Neuroproteção O interesse recente pelo estudo das antocianinas deve-se principalmente ao potencial de aplicação desses compostos como corantes, na indústria de alimentos. Alguns extratos vegetais que contêm antocianinas já são usados com essa finalidade, como os obtidos do bagaço de uvas (subproduto da indústria de suco e vinho), do repolho roxo, da batata-doce e do hibisco, entre outros. Entretanto, têm sido obtidas evidências de que as antocianinas têm propriedades antioxidantes, vasodilatadoras e neuroprotetoras, que as tornam capazes de melhorar a memória.

O chamado estresse oxidativo resulta de um desequilíbrio entre a produção e a degradação, por nossas defesas orgânicas, de espécies reativas de oxigênio (grupos químicos com alto potencial de reação). Esse estresse é amplamente aceito como um dos responsáveis por ativar processos lesivos no cérebro, provocando os prejuízos cognitivos observados durante o envelhecimento. Diversas doenças degenerativas crônicas estão associadas ao envelhecimento, como a doença de Alzheimer, caracterizada por um declínio em várias funções mentais, que leva a déficits na memória e em muitas tarefas cognitivas.

Assim, um dos objetivos de nosso grupo de pesquisa (do qual participam os autores deste artigo), na Universidade Federal de Santa Maria (RS), foi investigar o papel das antocianinas sobre a memória e relacionar as alterações provocadas por esses compostos com o sistema colinérgico, que envolve a produção e degradação do neurotransmissor acetilcolina e sua participação na transmissão de sinais químicos entre os neurônios que o produzem (colinérgicos) – considerado um dos primeiros sistemas cerebrais a serem afetados pela doença de Alzheimer.

Para estudar a efetividade do tratamento com antocianinas da uva e do mirtilo, utilizamos dois modelos com ratos: um modelo de amnésia (induzida nos animais por uma substância que inibe a ação da acetilcolina) e um modelo de demência esporádica do tipo Alzheimer (induzida nos animais por substâncias que causam déficits de aprendizado e memória semelhantes ao dessa doença).

Nossos resultados indicaram que tratamentos de curto e de longo prazo com antocianinas levaram a uma reversão dos déficits de memória associados à doença de Alzheimer nos dois modelos animais estudados. Também observamos que as antocianinas foram capazes de regular a atividade de importantes enzimas relacionadas à neurotransmissão – enzimas que controlam os níveis de íons de sódio, potássio e cálcio dentro das células, e ainda a densidade da acetilcolinesterase, uma das principais enzimas alteradas nas fases iniciais do desenvolvimento da doença de Alzheimer.

A acetilcolinesterase é a enzima que degrada o neurotransmissor acetilcolina, com ação importante no pro-

> cesso de transmissão entre os neurônios e na formação da memória, e que regula o processo de formação de sinapses – espaços por onde

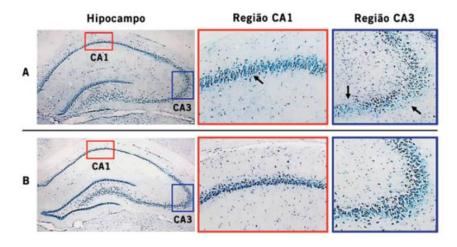
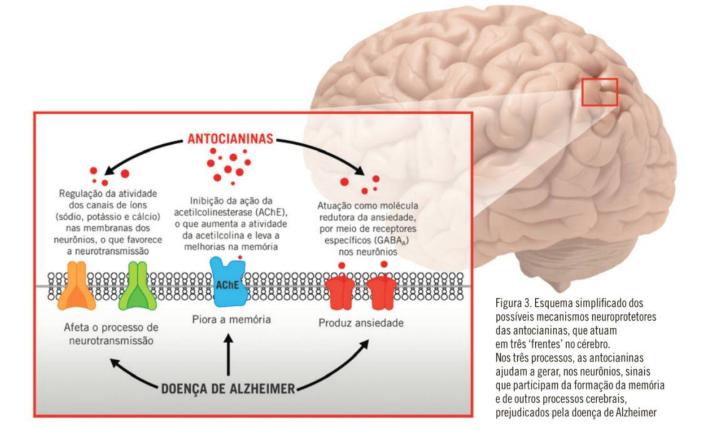


Figura 2. Imagem gerada a partir de duas lâminas de hipocampo de ratos com modelo de Alzheimer, na ausência de antocianinas (A) e com o uso destas (B). No primeiro caso, a análise técnica de núcleos (corados) de neurônios revela uma perda dessas células nas regiões CA1 e CA3 do hipocampo, além de mostrar alterações em sua morfologia. No segundo caso, o tratamento com antocianinas permite observar, nessa análise, um aumento na viabilidade de neurônios



ocorre a transmissão de sinais entre neurônios. A descoberta da influência das antocianinas nesses processos nos levou a investigar se os animais com o modelo Alzheimer apresentavam redução de neurônios em áreas (chamadas de CA1, CA3 e giro denteado) do hipocampo, uma estrutura cerebral. Esses estudos constataram uma perda maciça de neurônios nesses animais, antes dos tratamentos. Entretanto, quando receberam o extrato de antocianinas em longo prazo, os animais mostraram que essas células no hipocampo tiveram sua viabilidade preservada (figura 2).

Efeitos benéficos Não apenas a memória dos animais foi avaliada, por meio da aplicação de testes comportamentais, mas também foi verificado o comportamento de ansiedade, o que levou à descoberta de que os animais nos quais foram induzidas características da doença de Alzheimer apresentaram alto nível de ansiedade. Entretanto, quando esses animais receberam antocianinas, em curto e em longo prazo, foi observado um efeito protetor nesse aspecto, com redução da ansiedade.

Para entender melhor esse processo, foi realizado outro estudo (em laboratório, com amostras do tecido cerebral dos roedores) para saber se as antocianinas poderiam modular a ação dos chamados receptores GABA_A (locais, na membrana celular, onde se liga o neurotransmissor ácido gama-aminobutírico, ou GABA), envolvidos no controle do comportamento de ansiedade. Mais especificamente, testamos a afinidade entre as antocianinas e um sítio (denominado benzodiazepínico) dos receptores GABA_A, no qual atua a maioria dos medicamentos contra a ansiedade comercializados hoje, e comprovamos que as antocianinas apresentam forte ligação com esse

sítio, o que explica a redução da ansiedade nos animais tratados com esses compostos (figura 3).

Esse estudo foi um dos primeiros, na literatura científica internacional, a relatar o papel das antocianinas no sistema nervoso central. Os resultados obtidos permitem sugerir que tanto o processo de formação da memória quanto o comportamento de ansiedade e a neurotransmissão poderiam ser regulados pelo tratamento com antocianinas. O uso desse composto, portanto, pode ser definido como uma nova estratégia terapêutica para controlar a perda de memória, durante o envelhecimento, associada à doença de Alzheimer.

Sugestões para leitura

GUTIERRES e outros. 'Anthocyanins restore behavioral and biochemical changes caused by stretozotocin-induced sporadic dementia of Alzheimer's type', em *Life Sciences*, v. 96 (1-2), p. 7, 2014.

GUTIERRES e outros. 'Neuroprotective effect of anthocyanins on acetylcholinesterase activity and attenuation of scopolamine-induced amnesia in rats', em *International Journal of Developmental Neuroscience*, v. 33, p. 88, 2014.

SHIMAMOTO, G. G. e ROSSI, A. V. 'Antocianinas e gelo seco para visualizar equilíbrios ácido/base numa abordagem contextualizada', em *Educación Química*, v. 7, p.31, 2010.

NA INTERNET

GUÉROUX e outros. 'How wine polyphenols can fight Alzheimer disease progression: Towards a molecular explanation', em *Tetrahedron*, junho de 2014 (disponível em http://dx.doi.org/10.1016/j.tet.2014.06.091).



PORTOS



O forte crescimento econômico do Brasil nos últimos anos evidenciou o gargalo do setor portuário no país. Muitos novos portos estão em construção ou em projeto no litoral brasileiro, mas o atual aumento da atividade portuária vem tornando a zona costeira palco de intensos conflitos socioambientais que precisam ser gerenciados e minimizados.

É preciso considerar a existência, na área costeira, de ambientes frágeis e de importância socioecológica, o que impõe ações que busquem conservar tanto a diversidade biológica quanto os modos de vida de comunidades pesqueiras.

Alissandra Pinheiro Lopes Antonio Carlos Santana Diegues

Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas em Áreas Úmidas Brasileiras, Universidade de São Paulo

Alexander Turra

Laboratório de Manejo, Ecologia e Conservação Marinha, Departamento de Oceanografia Biológica, Universidade de São Paulo

EPESCA



Racionalização do setor portuário no Brasil pode reduzir conflitos

atividade portuária é crucial para o comércio, em especial no caso das trocas comerciais com outros países – por isso, os portos são chamados de 'pulmões do comércio exterior'. O setor portuário, portanto, vem sendo considerado um elemento essencial e estratégico para o crescimento econômico brasileiro. No entanto, a implantação da infraestrutura portuária e a própria atividade das áreas de embarque e desembarque de mercadorias apresentam forte potencial de geração de amplas transformações nos ambientes costeiros, o que resulta em uma vasta e reconhecida série de impactos ambientais.

Quando dimensionada, implantada e operada de forma inadequada, a atividade portuária pode causar supressão de vegetação nativa e modificações nos processos hidrodinâmicos naturais (padrões de correntes e ondas), além de poluição da água, do solo e do ar, resultante das atividades rotineiras de carga e descarga de materiais como cimento, grãos, minério e até combustíveis ou produtos tóxicos. Além disso, os navios vindos de outras regiões do mundo podem contribuir para a invasão da área costeira por organismos aquáticos nocivos, transportados em sua água de lastro e/ou incrustados em

seu casco. Um exemplo dos riscos inerentes à atividade dos portos foi o grande vazamento de óleo para o mar ocorrido no Terminal Aquaviário Almirante Barroso (no canal de São Sebastião, no litoral norte de São Paulo), em abril de 2013, durante o abastecimento de um dos navios atracados.

Além de causar variados danos ambientais, os terminais portuários interferem drasticamente no uso e na ocupação do espaço, tanto em terra quanto no mar, já que precisam acomodar todas as suas instalações e garantir a segurança das operações. Com a apropriação desses espaços, os portos criam amplas 'zonas de exclusão', que impossibilitam a realização de outras atividades humanas – entre elas a pesca de subsistência. Dessa forma, a implantação de terminais portuários ao longo da costa pode trazer consequências negativas para as comunidades de pescadores artesanais, muitas vezes desconsideradas ou subestimadas (por conta do caráter subjetivo de seu patrimônio imaterial) nos estudos de impacto ambiental dessas obras.

Assim, quando se fala em conflitos ambientais na zona costeira, decorrentes de operações portuárias, deve-se incluir nesse quadro os embates socioambientais, como os que envolvem pescadores tradicionais. Isso porque a atividade da pesca artesanal está intrinsecamente ligada à conservação desse ambiente, já que depende, quase exclusivamente, dos recursos naturais lá existentes.

As considerações a seguir resultam de pesquisa acadêmica feita pelos autores, que serviu de base para uma dissertação de mestrado defendida no Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, da Universidade de São Paulo, sobre os conflitos socioambientais em decorrência do crescimento da instalação de empreendimentos portuários ao longo do litoral brasileiro, sobretudo na baía de Sepetiba, localizada no sul do estado do Rio de Janeiro.

Mudanças em Sepetiba A situação atual da baía de Sepetiba apresenta enorme complexidade no que diz respeito à questão ambiental. Essa baía, um importante ecossistema aquático do estado do Rio de Janeiro, é considerada "área de relevante interesse ecológico" pela Constituição Estadual e "área prioritária de recuperação e conservação da zona costeira" pelo Ministério do Meio Ambiente. Sua rica biodiversidade é relevante para a manutenção dos modos de vida de pescadores tradicionais, cuja sobrevivência depende dos recursos naturais. No entanto, suas características ambientais atraem outros interesses, que levam ao desenvolvimento na região de atividades com alto potencial impactante, como atividades industriais e portuárias.

Nas últimas décadas, a região da baía de Sepetiba tem sido foco de vultosos investimentos que pretendem transformar a região no principal polo siderúrgico-portuário do país. Nesse contexto, destaca-se a Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA, do grupo internacional de origem alemã ThyssenKrupp), localizada no bairro de Santa Cruz, Rio de Janeiro, e próxima do litoral. A CSA, maior unidade siderúrgica da América Latina, produzirá 5 milhões de toneladas de placas de aço por ano quando atin-

gir a plena capacidade.

Está prevista ainda na região a implantação de um bloco de empreendimentos portuários (figura 1): ampliação do porto de Sepetiba (da Companhia Docas do Rio de Janeiro), instalação de porto e estaleiro para a construção de submarinos (da Marinha do Brasil), Porto Sudeste (da Prumo Logística) e um megaporto compartilhado entre Petrobras, Gerdau e Companhia Siderúrgica Nacional.

O planejamento do uso e da ocupação da baía de Sepetiba, visando à instalação desse polo siderúrgico e portuário, em prejuízo de suas potencialidades naturais, tem sido a origem dos conflitos socioambientais que envolvem os moradores da região. O grupo social mais atingido é o dos pescadores artesanais, em razão de sua fra-

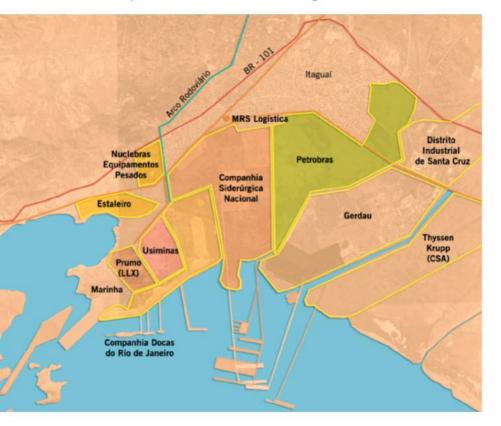


Figura 1. Localização dos empreendimentos portuários existentes e previstos na baía de Sepetiba, no Rio de Janeiro

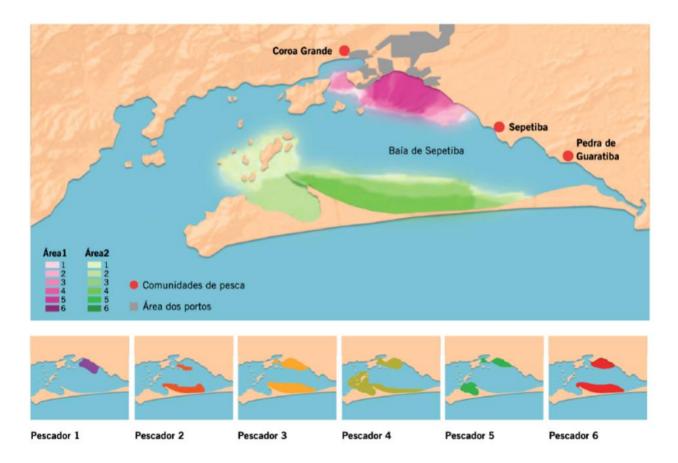


Figura 2. Representação gráfica da alteração de áreas de pesca em função da zona de exclusão da empresa CSA: pescadores de Sepetiba (2, 3 e 4), Pedra de Guaratiba (bairro do Rio de Janeiro, RJ — 1 e 6) e Coroa Grande (bairro de Itaguaí, RJ — 5). Os tons de rosa indicam as áreas de pesca originais (situadas na zona de exclusão) e os tons de verde as novas áreas de pesca. As figuras menores indicam as áreas usadas pelos pescadores entrevistados

gilidade e de sua dependência intrínseca em relação ao ambiente natural.

Impactos na pesca O levantamento da percepção dos pescadores, em entrevistas realizadas em comunidades tradicionais de pesca situadas nas proximidades do terminal portuário da CSA, mostrou que os impactos ambientais mais significativos, para eles, referem-se ao potencial de contaminação das águas (decorrente do inadequado armazenamento, transporte e descarte de resíduos tóxicos), à atividade de dragagem (que provoca a ressuspensão de contaminantes sedimentados, com graves danos à pesca de camarão nas imediações do porto), à supressão de vegetação de manguezal no terreno da CSA (para a construção de ponte de acesso ao terminal) e à determinação de zonas de exclusão (proibição da pesca em áreas de segurança portuária).

Essa proibição da atividade dos pescadores nas áreas de influência do terminal portuário da CSA vem desorganizando as formas de manejo tradicional dos recursos naturais, já que esses pescadores, sobretudo do bairro de Sepetiba, foram obrigados a abandonar suas áreas tradicionais de pesca e procurar novos pesquei-

ros nas cercanias da restinga da Marambaia (figura 2). Esse fato foi demonstrado por meio de mapas mentais que os próprios pescadores de três comunidades de pesca artesanal da baía de Sepetiba desenvolveram, considerando as áreas em que pescavam antes da instalação do empreendimento e aquelas que passaram a usar depois.

Cabe ressaltar que a mudança de áreas de pesca não é um processo simples, porque a baía de Sepetiba apresenta uma vasta área, na qual as características oceanográficas variam muito, com diferenças na abundância e na composição dos cardumes. Assim, para alterar sua área de pesca, os pescadores podem ser obrigados a utilizar equipamentos (petrechos de pesca) diferentes e a modificar suas artes de pesca (todos os procedimentos já fixados por longa experiência). A mudança pode acarretar maiores custos com transporte para novas áreas mais distantes e levar ao aumento da intensidade de pesca para compensar essa perda. Considerando que muitas das novas áreas já são usadas por pescadores de outras comunidades, o aumento da competição entre eles e a consequente diminuição dos estoques pesqueiros certamente acirrará as disputas entre comunidades.

Além disso, para os pescadores artesanais, o mar não é somente um espaço físico, mas o resultado de práticas culturais e de relações sociais. Existem laços de sentimentos e estabelecimento de vínculos referentes aos processos que ocorrem por meio do mecanismo da territorialidade, que não se referem somente ao seu uso ou defesa, e sim ao sentimento de pertencimento ao território.

Reflexões para o futuro O intenso crescimento econômico do Brasil, sobretudo nos últimos anos, vem resultando na urgência de modernização e expansão das atividades portuárias, para atender à nova demanda e tornar o país mais competitivo no comércio internacional. Dessa maneira, a atividade portuária torna-se alvo de políticas públicas, com o objetivo de atrair grandes investimentos para o setor.

Foi sancionada recentemente a Lei dos Portos (Lei nº 12.815, de 2013), que tem como objetivo aumentar a competitividade no setor portuário, estimulando a concorrência por meio da participação de empreendedores privados. Essa estratégia complexa de descentralização das operações portuárias gera a expectativa de licitação de até 160 novos terminais portuários no país nos próximos anos, segundo a Secretaria Nacional de Portos.

O reflexo dos incentivos para expansão dos empreendimentos portuários pode ser observado ao longo de todo o litoral brasileiro. No Espírito Santo, existem mais de 30 propostas de terminais portuários, para serem implantadas nos próximos anos. No litoral norte de São Paulo, discute-se a ampliação do porto de São Sebastião, para acomodar terminais de contêineres, mas sem considerar aspectos relacionados à vocação turística e ambiental daquela região.

Com o crescimento do setor, os conflitos socioambientais entre comunidades de pesca artesanal e empreendimentos portuários tendem a se intensificar, já que essa última atividade traz impactos negativos sobre diversos ecossistemas costeiros, considerados extremamente importantes do ponto de vista social e ambiental. Segundo estudos científicos, as significativas mudanças no modo de vida dos pescadores artesanais ameaçam sua sobrevivência material e cultural e podem levar à extinção da memória coletiva e do saber específico desse grupo em relação ao ecossistema em que atuam. Portanto, se a pesca artesanal está condenada a desaparecer, em decorrên-

cia das novas formas de apropriação do espaço por grandes empreendimentos, com ela desaparecerá o pescador e toda uma tradição e conhecimento sobre aquele ambiente natural.

Como os portos são necessários, mas têm efeitos socioambientais negativos nos locais onde são instalados, é necessário um esforço coletivo para que o planejamento da expansão portuária no Brasil considere outros usos existentes ou potenciais na região costeira. Nesse contexto, o processo de licenciamento da atividade portuária precisa contemplar toda a dimensão de seus impactos, derivados da degradação dos ambientes costeiros e das transformações territoriais em ampla escala que essa atividade provoca. Esses impactos, além de potencialmente irreversíveis, são extremamente difíceis de ser compensados.

Deve ser reforçado ainda o papel do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), que completou 25 anos em 2013, no planejamento do uso e da ocupação da região costeira, integrando os diferentes interesses sob a ótica do desenvolvimento sustentável. É fundamental que a expansão portuária seja debatida em fóruns com essa competência, como o Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (Gi-Gerco), coordenado pela Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), e o Grupo de Trabalho sobre o Mar, ligado à Frente Parlamentar Ambientalista.

Os aspectos socioambientais desses empreendimentos devem ser considerados dentro da perspectiva do manejo integrado, visando reduzir e compensar os impactos negativos imediatos e cumulativos durante o processo de licenciamento ambiental. Mais que isso, o licenciamento deve estar amparado por uma política de planejamento consolidada, como o Zoneamento Ecológico-Econômico previsto pelo PNGC.

Por fim, é fundamental que os empreendimentos portuários, atuais e futuros, sejam monitorados de forma detalhada e precisa para que eventuais impactos sejam medidos e os custos ambientais incluídos nos custos de implantação do empreendimento. Nesse sentido, destaca-se a necessidade de apoio técnico e institucional aos órgãos licenciadores federal e estaduais para que essa tarefa, que não é mera formalidade, seja feita de forma a resguardar os interesses da população, que projeta no mar a base de sua prosperidade nas próximas décadas.



Sugestões para leitura

BRAGA, S. S. Coleção Oceanos: origens, transformações e o futuro (v. 3). São Paulo, Duetto, 2009.

DIEGUES, A. C. A pesca construindo sociedades. São Paulo, Nupaub/USP, 2004.

LOPES, A. P. Territorialidades em conflitos na Baía de Sepetiba. Conflitos entre os pescadores artesanais e atividade portuária na Baía de Sepetiba. São Paulo, Novas Edições Acadêmicas, 2013.



Tomateiros plantados ao lado das plantas atacadas geraram frutos mais resistentes às pragas

COMUNICAÇÃO ENTRE PLANTAS

Uma pergunta que podemos nos fazer: há comunicação entre as plantas? Químicos, ecólogos e fisiologistas vegetais, há tempos, vêm investigando, no laboratório e no campo, a comunicação entre plantas para responder a essa pergunta.

As plantas liberam substâncias voláteis para o ambiente responsáveis por odores característicos. Em muitos casos, essas substâncias são alguns dos constituintes de perfumes, como o de rosas ou jasmim.

Os cientistas descobriram que certas plantas, quando são atacadas por herbívoros, produzem odores que funcionam como sinais químicos, uma 'campainha' que avisa as plantas vizinhas não atacadas da chegada do inimigo. Alertadas, as plantas vizinhas organizam-se para se defenderem do ataque, ativando genes responsáveis pela produção de proteínas de defesa.

Os mecanismos de defesa – resultantes de eventos em cascata que culminam com a emissão de compostos voláteis – podem ocorrer de diferentes maneiras, da simples alteração de pigmentação, produção de substâncias tóxicas e aumento da quantidade de pólen ou néctar até a emissão de substâncias voláteis para atrair inimigos naturais predadores dos patógenos agressores.

Estudos feitos na Alemanha com o feijãofava mostraram que essa planta, quando atacada por besouros – no Brasil, conhecidos como carunchos-do-feijoeiro –, libera substâncias voláteis que estimulam as plantas não atacadas a produzirem um néctar que atrai insetos comedores dos besouros.

Entre as substâncias relacionadas com os mecanismos de defesa vegetal, destacam-se, por exemplo, o ácido jasmônico e seus derivados jasmonatos, indutores da expressão de genes envolvidos na produção de proteínas relacionadas à defesa das plantas.

Essas substâncias são as principais responsáveis pelo cheiro característico do jasmim.

Estudos de laboratório feitos na Suíça mostraram que plantas do gênero Artemisia atacadas por insetos passam a emitir a substância volátil denominada jasmonato de metila. Expostos a essa substância, tomateiros plantados ao lado das plantas atacadas geraram frutos mais resistentes às pragas, graças à produção de substâncias que interrompem a digestão dos insetos predadores.

Conhecer os mecanismos de defesa desencadeados por interações entre plantas e mediados por substâncias voláteis pode, no futuro, levar a um controle de pragas agrícolas menos agressivo para o meio ambiente. Isso, entretanto, exige muito mais conhecimento do que temos hoje, porque os estudos estão limitados a poucos sistemas-modelo, a quase totalidade deles realizados em laboratório.

Essa é uma janela de oportunidade para pesquisadores brasileiros. Afinal, o agronegócio brasileiro é responsável por grande parte das exportações do país. O feijão-fava estudado na Alemanha, por exemplo, é cultivado em quase todos os estados do Nordeste, região responsável por 96% de sua produção. Em 2011, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a safra foi de 16.680 toneladas de grãos secos desse feijão, sendo o estado da Paraíba o maior produtor.

Para saber mais, fica a sugestão do artigo 'Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros', de Paulo Zarbin e colegas, da Universidade Federal do Paraná, publicado em *Química Nova*, v. 36, p. 1395(2013), disponível EM http://bit.ly/18iHIIG.

ANGELO CUNHA PINTO

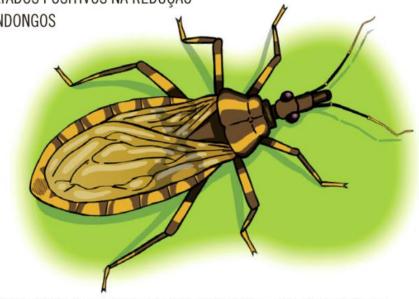
Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro angelocpinto@gmail.com

ALIADA CRUCIAL NO COMBATE A CHAGAS

VACINA TERAPÊUTICA OBTÉM RESULTADOS POSITIVOS NA REDUÇÃO DOS EFEITOS DA DOENÇA EM CAMUNDONGOS

Uma vacina capaz de impedir o avanço da doença de Chagas e reverter danos causados por essa enfermidade foi testada com sucesso em camundongos no Instituto Oswaldo Cruz, da Fundação Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz), no Rio de Janeiro. Os animais apresentaram melhora significativa nas funções prejudicadas pela doença, que, em sua forma crônica, atinge de 2 a 3 milhões de pessoas no Brasil, segundo dados do Ministério da Saúde.

Os resultados foram apresentados por pesquisadores do Laboratório de Biologia das Interações do IOC, do Centro de Pesquisas René Rachou (também da Fiocruz), em Belo Horizonte (MG), das universidades federais Fluminense, de Minas Gerais, de Santa Catarina e de São Paulo e da Universidade de Massachusetts Medical School, nos Estados Unidos, todos ligados ao Instituto Nacional de



Triatoma brasiliensis, espécie de barbeiro comum no Brasil que transmite a doença de Chagas

Ciência e Tecnologia de Vacinas (INCTV). O estudo foi publicado em janeiro deste ano na revista científica *PloS Pathogens*.

Causada pelo protozoário *Trypa-nosoma cruzi*, a infecção é transmitida pelo contato direto com as fezes do inseto popularmente conhecido como barbeiro (da subfamília Triatominae) ou por sangue contaminado

com o parasita. Na fase aguda da doença, são comuns sintomas como inflamação do miocárdio (que pode resultar em dor no peito, batida anormal do coração e parada cardíaca), do cérebro e das meninges (membranas protetoras do sistema nervoso central). Na fase crônica, cerca de 30% dos portadores da enfermidade desenvolvem a forma cardíaca (cardiomiopatia chagásica crônica), que pode levar a arritmias graves e insuficiência cardíaca.

O grupo do INCTV, que reúne cientistas de diversas áreas, trabalha no desenvolvimento de uma vacina contra a doença desde 2004. Batizada de rAdVax, a vacina usa um adenovírus (vírus muito comum na população) modificado para transportar pequenas sequências genéticas de duas diferentes fases da vida do *T. cruzi*. Esses elementos são capazes de estimular a resposta imunológica do organismo nas duas fases da doença.



Causador da doença de Chagas, o protozoário *Trypanosoma cruzi* infecta células vermelhas do sangue

Aplicativo de combate

Um aplicativo para celulares desenvolvido por pesquisadores da Fiocruz Minas é alternativa prática e eficiente no auxílio de profissionais de saúde e da população para identificar espécies de triatomíneos (os barbeiros) — vetores da doença de Chagas.

O Triatokey — nome dado ao aplicativo — funciona de maneira simples e pode ser consultado mesmo sem acesso à internet. Composto por um banco de dados com imagens e características dos insetos, o aplicativo faz perguntas e orienta o usuário a identificar quais espécies são transmissoras da doença. Adicionalmente, o programa pode ser utilizado no ensino.

Disponível gratuitamente no sítio http://triatokey.cpqrr.fiocruz.br, o aplicativo pode ser baixado para telefones e tablets com o sistema operacional Android ou utilizado em sua versão para navegador no mesmo endereço.



PROFILAXIA E TRATAMENTO Em testes iniciais com camundongos, os pesquisadores tiveram sucesso ao prevenir a infecção pelo parasita. Então, passaram a testar a formulação em animais já infectados, como uma vacina terapêutica, para evitar a progressão dos sinais clínicos.

"Foi observado aumento de sobrevida nos camundongos que receberam o tratamento", conta Joseli Lannes, bióloga do Instituto Oswaldo Cruz e uma das autoras do estudo. "Após 200 dias, todos os animais infectados e não tratados com a vacina estavam mortos, enquanto 87% dos infectados que receberam o tratamento haviam sobrevivido", compara a pesquisadora.

Ainda nos animais tratados, a vacina promoveu a melhora dos batimentos cardíacos – que chegaram a ficar próximos do normal – e a redução da fibrose decorrente da degeneração do tecido cardíaco.

"O protocolo se mostrou eficiente e, pela primeira vez, temos uma preparação vacinal para uma doença negligenciada que, além de proteger da infecção, é capaz de reverter danos já instalados por meio da reprogramação da resposta imunológica", comenta Lannes. "Os tratamentos atuais são os mesmos de quem apresenta uma alteração cardíaca de outra natureza; com a rAdVax, talvez seja possível tratar a própria causa", ressalta a pesquisadora.

Em alguns países da América Latina, como Bolívia e México, os animais (cães, principalmente) também são infectados com a doença de Chagas de forma muito parecida com os humanos. Para tentar diminuir esse ciclo de infecção, os pesquisadores pretendem iniciar, entre o final de 2015 e o início de 2016, testes com uma vacina para uso veterinário. Somente depois dessa fase devem prosseguir com o desenvolvimento da vacina para humanos portadores da doença.

EVERTON LOPES I CIÊNCIA HOJE I RJ



DOCES E PERIGOSAS

CIENTISTAS DESENVOLVEM SORO ANTIVENENO PARA TRATAR PICADAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS

Elas produzem praticamente todo o mel que consumimos, mas não são lá muito dóceis: as abelhas africanizadas têm ameaçado a saúde de parte considerável da população brasileira. De acordo com o Ministério da Saúde, foram registrados no país cerca de 10 mil casos de picadas de abelhas em 2013, provocando a morte de 40 pessoas. Dado o quadro de risco, cientistas de várias instituições brasileiras desenvolveram um novo soro antiveneno para tratar pessoas atingidas. E estão prestes a iniciar os testes em humanos.

Durante o verão, é muito comum, em algumas regiões do Brasil, o aumento de ataques dessas abelhas, tanto no campo quanto na cidade. Segundo o toxinologista Rui Seabra Ferreira Jr., um dos responsáveis pela pesquisa na Universidade Estadual Paulista (Unesp), de Botucatu, os ataques ocorrem como forma de defesa desses animais. "Quando nos aproximamos de seu território, as abelhas acham que ameaçamos sua cria ou o alimento estocado. Por isso, usam o ferrão para se defender", explica Seabra. "Ao atacar, a abelha emana fe-

romônios que atraem todo o enxame", acrescenta.

SORO PROMISSOR Desenvolvido a partir do próprio veneno da abelha (inoculado em cavalos cujo sistema imunológico reage produzindo anticorpos), o soro combate o envenenamento tóxico, que pode matar rapidamente. "O envenenamento ocorre quando uma pessoa leva de 100 a mais de mil ferroadas", afirma o toxinologista da Unesp. "Nessas situações, há risco de morte e é preciso tomar providências rápidas."

Após o acidente, o soro deve ser administrado rapidamente por via intravenosa, o que deve ser feito por profissional de saúde treinado e em ambiente hospitalar. "É preciso ter cautela e saber diferenciar quem é alérgico de quem não é, para que sejam tomadas as medidas corretas sem prejuízos para a saúde", alerta Seabra.

O soro protege contra a picada da espécie A. mellifera mellifera, conhecida entre os cientistas como abelha africanizada. Ela pertence ao gênero Apis e é uma espécie híbrida, resultado de cruzamentos entre abelhas-africanas e raças europeias previamente introduzidas na América.

"São aquelas que muitas vezes sobrevoam nossas latas de refrigerante", exemplifica o pesquisador da Unesp. "Essa é a espécie predominante no Brasil e, apesar de ser importante produtora de mel e derivados, é agressiva para os seres humanos quando se sente ameaçada."

Além do Centro de Estudos de Venenos e Animais Peçonhentos da Unesp, outras duas instituições participaram da pesquisa que deu origem ao soro: Instituto Butantan (SP) e Instituto Vital Brazil (RJ).

Apesar de promissora, a nova técnica de tratamento ainda não está disponível no mercado. Já foram feitos os testes pré-clínicos em camundongos e, agora, os cientistas aguardam aprovação para iniciar testes em humanos. "Estamos otimistas e achamos que, com sorte, os ensaios clínicos serão feitos já no segundo semestre deste ano", espera Seabra.

Enquanto o soro não fica pronto, é preciso estar alerta para possíveis ataques de abelhas, tanto em regiões de matas quanto em zonas urbanas. "É cada vez mais comum em cidades o aumento do número de enxames, principalmente durante as estações mais quentes do ano, quando as abelhas têm mais alimento disponível", adverte o toxinologista.

AGROQUÍMICA

Sabão para proteger o gado

Uma iniciativa da Universidade Federal de Viçosa deu origem a um sabão que pode ajudar a prevenir uma grave doença do gado, a mastite bovina. O projeto surgiu durante um curso de produção de sabonetes artesanais ecológicos, promovido em comunidades rurais pela agroquímica Marisa Alves Nogueira Diaz. O objetivo da proposta era ensinar agricultores e donas de casa a fabricar sabonetes reutilizando o óleo de cozinha. "Muita gente ainda joga o óleo de cozinha usado no ralo da pia, o que pode levar ao entupimento de canos e à contaminação dos rios", alerta Diaz.

A agroquímica teve a ideia de acrescentar plantas medicinais ao óleo e decidiu testar em laboratório as alegadas propriedades terapêuticas de algumas das espécies escolhidas. "Estudamos uma planta aquática, agora protegida por sigilo de patente, e a partir dela isolamos um composto capaz de agir contra o principal agente causador da mastite bovina, o *Staphylococcus aureus*", relata a pesquisadora. "Fabricamos, então, no laboratório, um sabão com óleo de macaúba e com a referida planta, que ajuda a prevenir esse importante problema que afeta a saúde do gado leiteiro."

A bactéria pode ser transmitida de pessoas para animais no processo da ordenha e provoca, no gado, a inflamação das glândulas mamárias, debilitando as vacas e causando enorme prejuízo aos produtores de leite. No ser humano, também pode acarretar problemas de saúde decorrentes da ingestão do leite contaminado.

"O sabão, com propriedades antibacterianas, seria uma solução barata para realizar a assepsia necessária e minimizar a contaminação", explica Diaz. "O produto não apresentou nenhum efeito colateral e estamos esperando agora que alguma empresa se interesse em comercializá-lo."

Na Semana do Fazendeiro da UFV, durante a qual o curso é realizado, os agricultores aprendem a produzir sua própria versão do produto, para proteger o gado. Diaz também tem estudado outras plantas na tentativa de isolar mais compostos com propriedades medicinais que possam ser aplicados em novos produtos.



mastite bovina

UM ESPAÇO SÓ DE QUINASES

Membros de uma das maiores famílias de proteínas já estudadas, as quinases são alvo da indústria farmacêutica na síntese de novos medicamentos.

Dada a sua importância, foi inaugurado, pela Unicamp, o primeiro laboratório da América Latina especializado no estudo dessas moléculas. O centro de pesquisa, denominado Centro de Biologia em Proteínas Quinases, visa entender a sua importância no funcionamento celular, tendo como foco as quinases envolvidas na regulação do processamento de RNA — processo que, se alterado, pode gerar inúmeras doenças, incluindo alguns tipos de câncer. A iniciativa quer reunir pesquisadores de todo o país que tenham interesse em colaborar nessa área, ainda muito iniciante no Brasil.

PECUÁRIA

PANTANAL SUSTENTÁVEL

Um software capaz de medir o nível de sustentabilidade nas fazendas de gado de corte na região pantaneira — e indicar ações para sua melhoria — foi desenvolvido por pesquisadores da Embrapa Pantanal com o objetivo de auxiliar o produtor rural a avaliar o sistema de produção de sua propriedade. A ferramenta, chamada Fazenda Pantaneira Sustentável (FPS), calcula a sustentabilidade em escala de fazenda (sistema de produção) e também em nível regional, ou seja, se a pecuária é viável naquela região.

Utilizando um computador conectado à internet e após realizar a coleta de dados, a serem transformados em indicadores - como o escore corporal dos animais -, o pecuarista insere notas referentes a esses indicadores, componentes de cada um dos atributos analisados pelo software. O programa também tem um conjunto de regras de decisão que auxilia no resultado final. "No caso do atributo 'manejo e bem-estar animal', se o escore corporal dos bezerros é adequado, o das vacas de cria é inadequado, o índice de requerimento de água é excelente e o índice de estrutura e gestão é ótimo, esse atributo é considerado regular", exemplifica a zootecnista Sandra Santos, que coordena o projeto. "Cada um dos indicadores avaliados também será mostrado num gráfico com uma nota de 1 a 10, o que facilita a visualização dos aspectos fracos e fortes de cada critério avaliado, auxiliando o produtor na tomada de decisões de boas práticas de manejo."

Com aplicações da ferramenta já realizadas nas sub-regiões de Nhecolândia e Paiaguás e futuras parcerias visando à certificação da produção sustentável, a FPS estará em breve disponível para os pecuaristas pantaneiros.

A zootecnista explica que o software quantifica o impacto da atividade da pecuária de corte sobre os aspectos ambientais, econômicos e sociais, assim como a viabilização da atividade na região, que depende de políticas públicas voltadas ao setor. "Portanto, é uma das formas de monitorar e avaliar os sistemas extensivos de produção de gado de corte, o que possibilitaria certificar e agregar valor aos sistemas que são sustentáveis", aponta Santos.

Esquema de funcionamento do programa Fazenda Pantaneira Sustentável







ZOOLOGIA

GRANDE FAMÍLIA

Um estudo realizado na região neotropical da América do Sul mostrou que uma pequena perereca nativa, a *Dendropsophus minutus*, tem dezenas de linhagens genéticas diferentes, o que abre a possibilidade de que a espécie seja, na verdade, um complexo de espécies parecidas. A conclusão vem de um amplo mapeamento genético e geográfico, iniciado em 2010 com a participação de 30 cientistas de mais de 10 nacionalidades.

Os pesquisadores coletaram amostras da perereca em toda a sua distribuição espacial, que vai da Venezuela ao norte da Argentina, passando por Guiana Francesa, Tobago, Colômbia, Equador, Peru, Bolívia, Paraguai e todo o território brasileiro. Cerca de 400 animais tiveram o seu DNA mitocondrial (passado apenas da mãe para os filhotes) analisado em laboratório.

O DNA mitocondrial sugere a existência de 43 linhagens diferentes. "A análise genética nos permitiu identificar uma grande diversidade escondida dentro do que se considera ser apenas uma ou poucas espécies", conta um dos autores do estudo, o biólogo Marcelo Gehara, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).



A confirmação, ou não, da existência de novas espécies de pererecas correspondentes às linhagens encontradas depende de novas análises de características morfológicas e ecológicas, e de outras partes do genoma dos animais. "O estudo do canto dessas pererecas, por exemplo, pode nos ajudar nessa confirmação, já que espécies diferentes tendem a emitir sons distintos", explica Gehara, que acredita que novas espécies devem ser confirmadas em estudos futuros.

Segundo o pesquisador, a descoberta é importante porque permite conhecer mais um pedaço da história evolutiva da região neotropical. "A diversidade genética encontrada foi se acumulando em milhares de anos e por isso contém informação sobre parte da história biogeográfica da América do Sul", afirma. Os resultados

suportam a existência de rotas de dispersão entre a Amazônia e a mata atlântica que foram avaliadas usando, além da genética, modelos climáticos e teoria de circuitos.

Essa alta diversidade caracteriza a região onde a perereca pode ser encontrada: a neotropical. "É uma região extremamente diversa e ao mesmo tempo pouco conhecida. Com a ampla colaboração entre pesquisadores podemos acessar essa diversidade de forma mais completa e rápida. Nosso estudo é um exemplo disso", diz Gehara. Ele ressalta que mesmo que os estudos não apontem para espécies distintas dentro das linhagens identificadas, essas linhagens certamente representam uma diversidade até então não apreciada. Como algumas dessas linhagens parecem estar restritas a uma pequena região, elas podem estar em risco de extinção.

CIENTISTAS BRASILEIRAS EM DESTAQUE

A astrofísica Thaisa Bergmann, professora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), foi uma das cinco ganhadoras do 17º Prêmio Internacional para Mulheres na Ciência, iniciativa da L'Oréal e da Unesco para incentivar e reconhecer a presença feminina na ciência. Thaisa foi reconhecida por seus estudos com buracos negros. Nesta edição, também foi criado o programa Talentos Internacio-

nais em Ascensão, e a farmacêutica Carolina Andrade, pesquisadora da Universidade Federal de Goiás (UFG), foi contemplada por seu trabalho sobre tratamento da leishmaniose. Buscando favorecer o equilíbrio entre os gêneros, o Prêmio L'Oreal-Unesco-ABC para Mulheres na Ciência no Brasil, que completa 10 anos em 2015, apoia o avanço de pesquisas desenvolvidas por mulheres no país. As inscrições para projetos de jovens cientistas estão abertas até 31 de maio no sítio do programa: www.paramulheresnaciencia.com.br. Sete pesquisadoras brasileiras serão selecionadas e receberão bolsa-auxilio de US\$ 20 mil cada, convertidos em reais.



NUTRICÃO

ALIADO NATURAL AOS TREINOS

Durante a prática esportiva, os atletas se submetem a enorme gasto de energia. Visando melhorar o desempenho e repor a energia perdida desses esportistas, pesquisadoras da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) desenvolveram um suplemento energético à base de açaí que pode amenizar o estresse muscular em condições de treinamento extremo. A bebida já foi testada em atletas e obteve resultados positivos no grupo estudado.

O açaí é uma fruta típica da região amazônica muito consumida na forma de sucos, doces, geleias e sorvetes. Seu uso como bebida funcional surgiu, principalmente, devido ao seu caráter antioxidante (capaz de inibir reações químicas danosas às células). "Além de ser rico em vitamina E e magnésio, ele contém bom teor em fibras, que podem diminuir o pico glicêmico (máximo teor de glicose no sangue), o que é interessante para atividades intensas e de longa duração", explica a farmacêutica Mirian Moura, uma das autoras do projeto. "Daí a importância de seu consumo", complementa.

Para comprovar a efetividade da bebida, já foram realizados testes em atletas voluntários. Segundo a nutricionista Jacqueline Carvalho-Peixoto, que também participa do projeto, os resultados foram positivos. "Os testes mostraram, por exemplo, que a bebida energética à base de açaí manteve boa atividade antioxidante e controlou o estresse muscular dos atletas", afirma.

Apesar de benéfico, é preciso ter atenção na hora do consumo do açaí. "Ele tem alto valor calórico e, quando combinado a outras substâncias, como xarope de guaraná e confeitos diversos, pode influenciar no aumento de peso", atenta Carvalho-Peixoto. Por isso, as pesquisadoras ressaltam que o ideal é que o consumo de açaí faça parte de uma dieta equilibrada, combinando-o com cereais integrais, frutas e vegetais.

Além da bebida, as pesquisadoras também desenvolveram um gel para ser consumido por atletas com intuito de agregar nesses suplementos os chamados bioativos (compostos capazes de se integrar ao corpo humano com mínimos efeitos adversos). Nesse caso, o suplemento é destinado apenas a pessoas que realizem práticas mais intensas de exercícios.

O próximo passo da pesquisa da UFRJ, em parceria com o Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ), é avaliar o papel do açaí na melhora de parâmetros cardiovasculares e de inflamação. "O açaí também é um excelente anti-inflamatório e sua eficácia cardioprotetora já foi comprovada em muitas condições", conclui a farmacêutica.

Fruta típica da região amazônica, o açaí é rico em vitamina C e se mostrou benéfico para atletas com treinamento intenso





SAÚDE

MENOS CALORIAS, SONO MELHOR

Um corte de 800 calorias na alimentação diária pode contribuir para noites de sono mais tranquilas. Segundo estudo realizado na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Uerj), a redução na ingestão calórica diminui a ocorrência da apneia obstrutiva do sono (AOS) em pacientes obesos.

Caracterizada por eventos repetitivos de obstrução na respiração durante o sono, a AOS prejudica a qualidade do sono, resultando em fadiga e sonolência no dia seguinte. A obesidade é uma das principais causas da doença.

De acordo com a nutricionista Márcia Simas Klein, que orientou com Antonio Felipe Sanjuliani a pesquisa conduzida pela nutricionista Julia Fernandes na Uerj, a redução diária de 800 calorias diminuiu os eventos apneicos e levou à perda de aproximadamente 5 kg nas pessoas avaliadas, após 16 semanas de acompanhamento. "Observamos que essa redução do peso corporal inicial resultou em melhora significativa de diferentes parâmetros de avaliação da gravidade da AOS", diz Klein.

Para a nutricionista, o tratamento da obesidade é complexo e exige uma mudança no estilo de vida, o que inclui modificações na dieta e a prática de exercícios físicos. "É importante ressaltar que a obesidade é uma doença crônica e que as pessoas, com frequência, voltam a engordar após a perda de peso; por isso, devem ser acompanhadas por profissionais de saúde", adverte Klein.



Foi ao sul que o expansionismo português e, a seguir, brasileiro, se impôs com mais força

EXPANSIONISMO MONÁRQUICO

O enraizamento da monarquia em terras brasileiras, efetivado com a vinda da familia real em 1808, fez-se desde o início com as tintas do expansionismo territorial e o intuito de consolidar o Brasil como potência hegemônica sul-americana. Mal chegara e Dom João, príncipe regente, ordenava a invasão de Caiena, ao norte, tendo como um dos argumentos principais isolar o império luso-brasileiro das más influências da Revolução Francesa. Victor Hughes, o governador francês, rendeu-se no início de 1809 e a Guiana francesa foi incorporada ao império português. Em 1815, o tratado de Viena obrigou Portugal a devolver a Guiana à França reacionária de Luis XVIII, o que aconteceu apenas no final de 1817, após quase nove anos de ocupação.

Mas foi ao sul que o expansionismo português e, a seguir, brasileiro, se impôs com mais força. Carlota Joaquina, princesa do Brasil e infanta da Espanha, encasquetou de ser imperatriz das regiões platinas, enquanto o pai, Carlos IV, e o irmão, Fernando VII, permaneciam encarcerados por Napoleão Bonaparte. O marido, Dom João, tinha suas próprias aspirações: incorporar a Cisplatina – hoje Uruguai – ao império. Invadiu a região no final de 1808, mas logo teve de sair, diante das lutas internas travadas no contexto das independências hispano-americanas.

Os portugueses voltaram em 1816, comandados pelo general Carlos Frederico Lecor: em 1823, Montevidéu foi ocupada e a província integrada ao império, mas sublevou-se e, em 1828, foi reconhecida como independente. Nascia a República Oriental do Uruguai. Para ela convergiram o interesse e a cobiça dos habitantes das Províncias Unidas do Rio da Prata, controladas por Buenos Aires, e o das populações fronteiriças do Brasil. Pouco a pouco, boa quantidade de habitantes do Rio Grande do Sul se deslocaram para lá, controlando estâncias e pontos de comércio.

O Uruguai não entrou tranquilamente na fase de autonomia política. Dividido por facções (blancos e colorados), logo mergulhou na guerra civil e no caudilhismo. Juan Manuel de Rosas, chefe do governo das Províncias do Prata, sitiou Montevidéu (de 1843 a 1851), como também fizeram a França (de 1838 a 1840) e a Inglaterra (de 1843 a 1850), entendendo que lhes cabia bloquear o rio da Prata para defender seus interesses comerciais na região e seus súditos ali estabelecidos.

Os riograndenses ajudavam com tropas as facções uruguaias e pressionavam o governo monárquico para que interviesse. Talvez o imperador Pedro II preferisse, então, a neutralidade. Mas o Rio Grande dera terríveis dores de cabeça ao jovem Império, dele mantendo-se separado à época do levante farroupilha (1835 a 1845). De clara tendência liberal, os riograndenses contavam, na Corte, com o apoio desse partido. Decisivos, porém, foram o temor de ter impedida a livre navegação dos rios Paraná e Paraguai e a eclosão das lutas políticas na Confederação Argentina. Como observado por mais de um historiador, o Brasil viu-se inexoravelmente arrastado para o turbilhão que consumia a região platina desde a primeira década do século 19.

Entre 1851 e 1852, apoiou o general Urquiza na luta contra Juan Manuel de Rosas. Com a derrota deste, estabeleceu-se o sistema republicano na Argentina e o Brasil se firmou como importante potência regional, mantendo algum controle sobre o Uruguai, onde a população incluía de 10% a 15% de brasileiros. Em 1863, o império do Brasil apoiou o colorado Venâncio Flores na luta para depor o presidente eleito do Uruguai, o blanco Bernardo Berro. A Argentina também apoiou a rebelião colorada. Assim, pela primeira vez a república platina e a monarquia escravista brasileira ficaram do mesmo lado em um conflito uruguaio, como observou o historiador inglês Leslie Bethell em excelente capítulo no volume 2 da História do Brasil Nação, dirigida pela brasileira Lilia Schwartz. Estava dado o pontapé inicial para a deflagração da Guerra do Paraguai, mas isso é assunto para outro momento. 🖪

LAURA DE MELLO E SOUZA

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

A importância da biodiversidade

Redução do número de espécies pode levar à sexta grande extinção e ameacar nossa própria sobrevivência na Terra

ANDRÉ FRAINER

Departamento de Avaliação e Ciências Aquáticas, Universidade Sueca de Ciências Agrárias (Uppsala, Suécia) e Faculdade de Biociências, Pesca e Economia, Universidade de Tromsø (Tromsø, Noruega)

Com tantas espécies de animais e plantas no planeta, seria de se supor que a extinção de uma ou outra espécie causaria poucos danos à natureza ou à nossa vida. Infelizmente, as extinções, ou mesmo alterações na distribuição das espécies, que vêm acontecendo a uma velocidade inédita na história, afetam o funcionamento dos ecossistemas e podem levar ao colapso os processos e serviços ecológicos essenciais à vida humana.

m 1859, em seu livro sobre seleção natural, o naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882) lançou uma hipótese: campos cultivados com maior número de espécies vegetais produziriam mais biomassa do que áreas cultivadas com menos espécies. Essa hipótese havia recebido pouca atenção até a década de 1990 quando se constatou que a diversidade de animais e plantas na Terra estava em rápido declínio devido à larga destruição ambiental causada por atividades humanas. A partir de então, ecólogos puseram-se a testar a hipótese original de Darwin a fim de verificar se a extinção de espécies teria alguma consequência para o funcionamento dos ecossistemas.

Sabe-se que todos os ecossistemas do

nosso planeta, sejam eles terrestres, marinhos ou de água doce funcionam a partir de diferentes processos ecológicos que envolvem interações entre animais, plantas e elementos químicos presentes nas rochas, solo, ar e água. São exemplos de processos ecológicos: a ciclagem de nutrientes, como os ciclos do carbono, do nitrogênio e da água; a produção de biomassa vegetal e animal; e a polinização de plantas floríferas. O funcionamento dos ecossistemas depende da ação conjunta desses processos ecológicos, alguns dos quais estão diretamente relacionados às atividades humanas, como a produção de madeira, a absorção e eliminação de poluentes por bactérias e algas ou a polinização das culturas agrícolas.

Sabe-se, ainda, que a biodiversidade afeta o funcionamento dos ecossistemas e seus efeitos já foram verificados em vários hábitats e níveis ecológicos. A ausência de predadores em um ecossistema, por exemplo, ocasiona uma superpopulação de presas que tendem ou a dizimar os recursos locais (o que pode culminar no colapso de sua própria população), ou a desenvolver uma população de presas extremamente suscetíveis a doenças ou a infestações por parasitas. Nos hábitats terrestre e aquático, a diversidade de insetos é fundamental para a ciclagem de carbono, assim como a diversidade de algas é essencial para a retirada do excesso de nutrientes da água.

Diferentemente do que aconteceu no passado, quando as extinções foram causadas por eventos catastróficos, agora, pela primeira vez, só uma espécie — o ser humano é a responsável por uma grande extinção

Assim, além de aumentar a resistência de um ecossistema, a diversidade das espécies contribui para a recuperação desse ecossistema frente a distúrbios ambientais.

Finalmente, verifica-se que as atividades humanas podem alterar o funcionamento dos ecossistemas ao afetar a distribuição e a estrutura populacional das espécies mesmo sem sua completa extinção. A indústria da pesca marinha, por exemplo, percebe, há muitos anos, que o tamanho de algumas espécies de peixes vem diminuindo. Os pescadores apenas precisam pescar mais para compensar o menor peso do pescado. Porém, a redução do tamanho corporal médio dessas espécies de peixes acaba afetando o restante da cadeia alimentar e, em consequência, o funcionamento do ecossistema marinho.

HÁ ESPÉCIES DESNECESSÁRIAS? A

existência de diversas espécies exercendo funções ecológicas semelhantes há muito intriga os pesquisadores. Se elas são realmente similares, então podem ser eliminadas sem danos ao ecossistema? A resposta mais correta é 'não'. Espécies de plantas com características ligeiramente diferentes entre si (com enraizamento longo, médio, ou curto, por exemplo) tendem a se complementar, sem necessariamente competir por um mesmo recurso (água ou nutrientes, por exemplo). Já plantas que enriquecem o solo com nitrogênio (as leguminosas, como o feijão) facilitam o desenvolvimento de outras que precisam de mais nitrogênio para crescer.

Ainda que certas espécies sejam perfeitamente redundantes quanto a alguma função ecológica, como diversas gramíneas que parecem exercer o mesmo papel em um ecossistema de campos, dificilmente haverá redundância entre elas em outros processos ecológicos. Estudos recentes indicam que, se diversos processos ecológicos forem considerados simultaneamente, a diversidade de espécies se torna ainda mais importante do que se imaginava. Os diferentes invertebrados terrestres que se alimentam de restos



vegetais mortos auxiliando em sua decomposição, por exemplo, servem de alimento para diferentes predadores, têm distintas taxas de reciclagem de nutrientes ou migram para localidades diferentes quando adultos. Portanto, por mais semelhantes que sejam entre si, cada espécie afeta os processos ecológicos de um modo muito particular.

A SEXTA GRANDE EXTINÇÃO Desde que a vida surgiu na Terra, há mais de 4 bilhões de anos, os seres vivos evoluíram de maneiras até hoje inimagináveis, resultando em milhões de diferentes espécies de bactérias, fungos, animais e plantas. Estima-se que existam, hoje, algo entre 10 milhões e 100 milhões de espécies, das quais apenas 1,2 milhão foram identificadas e descritas pela ciência. Porém, esse alto número de espécies existentes esconde um problema muito sério. Devido a ações humanas, entre 10 mil e 140 mil espécies são extintas a cada ano - uma taxa 10 a 100 vezes maior do que a dos outros cinco grandes eventos de extinção em massa ocorridos em nosso planeta, incluindo o que extinguiu todos os grandes dinossauros. Diferentemente do que aconteceu no passado, quando as extinções foram causadas por eventos catastróficos (geológicos, climáticos ou astronômicos), agora, pela primeira vez, só uma espécie - o ser humano - é a responsável por uma grande extinção.

Uma diminuição drástica da biodiversidade é um risco bastante alto que a humanidade não pode enfrentar. Por exemplo, agricultores nos Estados Unidos, na Europa e até no Brasil já estão em alerta, pois constatam, ano após ano, uma redução na ocorrência de várias espécies de abelhas e de outros insetos que polinizam quase todos os produtos agrícolas mundiais. Caso essas espécies sejam extintas, não será possível manter os níveis atuais de produção agrícola mundial devido à queda da taxa de polinização.

Apenas recentemente, os cientistas começaram a testar 'se' e 'como' a diversidade da fauna e flora afeta os humanos e os ecossistemas. Nesses poucos anos de estudo, porém, já se constatou que a preservação da diversidade de animais, plantas e outros seres vivos ajuda a manter o funcionamento de diversos processos ecológicos e serviços ecossistêmicos essenciais para a vida.

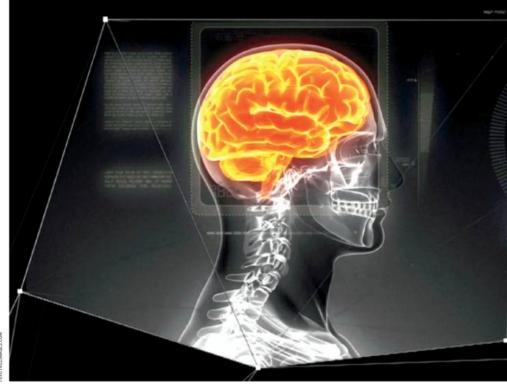
Do mesmo modo que os ecossistemas conseguem resistir à perda de espécies até certo ponto, nossa civilização também resistirá apenas até certo limite. O risco de haver alteração aos processos e serviços ecológicos que nos sustentam é imenso. Portanto, é mais que urgente agirmos e mudarmos nossos modos de produção, consumo e uso dos recursos naturais, antes que os ecossistemas deixem de funcionar a nosso favor.

O cérebro humano Um mapa para a todos governar

DIEGO A. GOLOMBEK

Universidade Nacional de Quilmes (Argentina) Pesquisador principal do Conicet N o princípio era o cérebro. E logo vieram as tentativas de entendê-lo. Já que nosso órgão de pensamento é possivelmente o objeto mais complexo do universo conhecido, o paradoxo é que entender o cérebro não deixa de nos dar dores de cabeça. Calcula-se que o cérebro humano tenha em torno de 86 milhões de neurônios e, é óbvio, muitas mais conexões e circuitos entre eles. Conhecer cada um desses neurônios e suas circunstâncias, seguir seus passos e identificar suas conversas parece, por enquanto, tarefa impossível.

Por que, então, não fazer um modelo digital desse cérebro, em supercomputadores, de modo a simular seu funcionamento, sua resposta a fármacos ou o efeito de enfermidades? É esse o objetivo do Projeto Cérebro Humano (HBP, na sigla em inglês), lançado em 2013 na Suíça e financiado pela União Europeia. Muito financiado: cerca de 1,2 bilhão de euros, divididos entre diversas instituições de pesquisa. Convencidos de que a tarefa era, no mínimo, ciclópica, os pesquisadores começaram, mais modestamente, propondo



DEFINANCE COM

Feito o projeto, feita a controvérsia: já desde o início houve vozes dissidentes acerca dos objetivos do HBP, que, segundo alegavam, se apresentava como um projeto de neurociências quando, na verdade, se tratava de um esforço computacional de duvidosa aplicação

modelos para ratos e já estão divulgando fiozinhos (digitais) coloridos pelo mundo. O problema, para muitos cientistas, é o próprio projeto – são mais do que fios coloridos –, pois talvez seja prematuro demais propor um projeto com essas características.

Do outro lado do Atlântico, os Estados Unidos também têm seu projeto de mapeamento cerebral, pomposamente chamado Iniciativa Brain (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies). Lançado pelo presidente Barack Obama em 2013, o



projeto pretende revelar a atividade real de cada um dos neurônios do cérebro humano, o que levaria ao menos 10 anos. Chegará a vez dele, mas quem está mergulhado em polêmicas por enquanto é o programa europeu.

De fato, feito o projeto, feita a controvérsia: já desde o início houve vozes dissidentes acerca dos objetivos do HBP, que, segundo alegavam, se apresentava como um projeto de neurociências quando, na verdade, se tratava de um esforço computacional de duvidosa aplicação. Culminou com uma carta pública, assinada por cerca de 130 neurocientistas que se queixaram abertamente não apenas da pesquisa, mas também - e sobretudo - da forma como as decisões são tomadas e da governabilidade do projeto. Mostraram preocupação especial com a relativa falta de interesse por temas de neurociência cognitiva (consciência, pensamento e outros). Mais ainda: mostraram-se dispostos a boicotar o HBP e a convencer a União Europeia de que estava jogando dinheiro fora. Pediram uma revisão completa do projeto e, possivelmente, uma intervenção maior na forma de encarar as

pesquisas.

Os defensores argumentam que o objetivo não é a pesquisa básica em neurociências, mas o desenvolvimento de tecnologias de informação que permitam entender a enorme quantidade de dados resultantes das pesquisas que buscam conhecer o cérebro. Em resposta oficial, a HBP pediu um pouco mais de tempo para poder avaliar melhor a iniciativa – afinal, a simulação leva menos de um ano – e prometeu informes anuais que, de fato, deem conta dos avanços que vêm sendo obtidos.

Enquanto isso, vão se acumulando as assinaturas contra o HBP: já são 800 que pedem transparência e prestação de contas. O mesmo projeto chegou a propor, ironicamente, que se faça uma petição em seu apoio; ou seja, declarou-se uma verdadeira guerra de assinaturas. Enquanto isso, nosso cérebro espera paciente para ser desvendado.



Texto originalmente publicado na edição 141 (outubro-novembro/2014) da revista argentina *Ciencia Hoy*

A crise hídrica no Rio e em São Paulo

PAULO CANEDO MATHEUS SOUSA

Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe), Universidade Federal do Rio de Janeiro

os últimos 18 meses, a situação do sistema Cantareira, que abastece de água a região metropolitana de São Paulo, varia de ruim para calamitosa. Com o desenrolar do ano extraordinariamente seco de 2014, São Paulo viu suas reservas encolhendo e escolheu a pior maneira de agir diante da crise: ignorando-a. Em consequência dessa escolha, agora é quase inevitável que a população da cidade de São Paulo enfrente em 2015 sérios desconfortos no abastecimento de água potável. Além disso, será preciso contar com boas chuvas, caindo no local adequado, nos próximos anos, para que se possa 'virar a página' da crise da água. Quanto à gestão hídrica, 2014 foi um ano a ser esquecido - ou melhor, a ser lembrado para que se aprenda com os erros.

Felizmente, a situação da região metropolitana do Rio de Janeiro é um pouco melhor, pois há chances reais de a cidade ficar livre do racionamento de água nas torneiras. No entanto, para que o Rio permaneça incólume em 2016, sem depender das benesses de um dilúvio, a hora de agir já está passando.

Para melhor entender a situação do Rio de Janeiro, precisamos saber de onde vem a água que a região metropolitana consome. Quase toda ela é fornecida por uma transposição de águas do rio Paraíba do Sul, feita no município fluminense de Barra do Piraí. Ali, essas águas são transferidas para o sistema Guandu, responsável pelo abastecimento da região metropolitana. Bebemos, portanto, a água do Paraíba do Sul, o único rio de porte nas proximidades do Rio de Janeiro.

O que garante água para o sistema Guandu é a regularização da vazão do rio Paraíba do Sul, feita por quatro grandes reservatórios que armazenam as águas excedentes do verão para aproveitá-las no inverno só depois de passar por eles a água é transposta para o Guandu. Desses reservatórios, três (Paraibuna, Santa Branca e Jaguari) situam-se em solo paulista e somente Funil, o menor deles, fica em solo fluminense. Por isso, a quantidade de água armazenada no sistema do Paraíba do Sul costuma ser avaliada usando-se a expressão 'reservatório equivalente', que é a soma do volume dos quatro reservatórios mencionados.

No final de 2010, o reservatório equivalente estava praticamente cheio. A primeira grande queda em seu nível ocorreu em 2012, mas a situação começou a se mostrar mais crítica em meados de dezembro de 2013, porque as chuvas que deveriam cair naquela ocasião não apareceram.

HOLO SEDVINE SELECTION ASSUMPTION ASSUMPTION OF THE PROPERTY O



O reservatório equivalente chegou à metade e não estava recebendo a água necessária para voltar a ficar cheio.

ALERTA DA NATUREZA Na verdade, o período natalino de 2013 deveria ter despertado a atenção dos administradores das duas maiores metrópoles do país. O período chuvoso no Sudeste começava bastante seco e, enquanto as reservas do Rio de Janeiro estavam pela metade, as de São Paulo, no sistema Cantareira, não atingiam um terço, situação agravada por uma afluência de água a esse sistema bem abaixo do mínimo histórico.

Não detectar o alerta que a natureza enviava no Natal de 2013 foi o primeiro de uma série de erros consecutivos. Ao final de fevereiro de 2014, já perto do término do período chuvoso, já estava delineada, nas duas metrópoles, a situação de criticidade hídrica. E a resposta aos nítidos sinais era o silêncio. O Rio de Janeiro ainda tinha água reservada, mas caminhava para situação similar à de 2003, quando o Grande Rio e os municípios ao longo do Paraíba do Sul enfrentaram sérios problemas de abastecimento. Em São Paulo, a criticidade já era muito severa. Em vez de exercer forte controle sobre suas reservas quase exauridas, São Paulo apostava, para evitar o racionamento, em uma pluviosidade excepcional no final de 2014. Ou seja, São Paulo contava com o ovo que ainda estava dentro da galinha.

A imprevidência cobrou seu preço. Doze meses se passaram, o Natal de 2014 chegou, mas as chuvas não vieram. Mais um verão seco para afligir uma população não preparada pelas autoridades.

Enquanto São Paulo ignorava completamente a crise, o Rio de Janeiro, desde meados de 2014, articulava com a Agência Nacional de Águas (ANA) a implantação de algum controle da saída de água dos quatro reservatórios do Paraíba do Sul. Graças a essa articulação, o Rio tem

real possibilidade de passar 2015 sem racionar água potável, embora suas reservas estejam severamente fatigadas.

Antes disso, em marco de 2014, na Universidade Federal do Rio de Janeiro, já se discutia a necessidade de modificar a gestão das águas do rio Paraíba do Sul, para reduzir os efeitos da seca no abastecimento do Rio. Por isso, ou independentemente disso, o Instituto Estadual do Ambiente (Inea) e a ANA definiram as medidas de controle da vazão dos reservatórios daquele rio, garantindo mais água para o Grande Rio e outras cidades fluminenses. Envolver a população e as empresas de saneamento no combate aos efeitos da seca atual, bem como adotar medidas que aumentem a capacidade de recuperação do sistema Guandu, são deveres ainda por cumprir.

PERIGOSA INAÇÃO Como se vê, as situações das duas maiores metrópoles do país, quanto ao risco de desabastecimento, são distintas, atualmente. A crise paulista é muito mais aguda. É verdade que a falta de chuva foi maior em São Paulo do que no Rio, e que 2014 começou com as reservas hídricas da capital paulista em situação potencialmente mais crítica. Mas esses fatos deveriam reforçar a necessidade de medidas preventivas por parte das autoridades paulistas. Em vez de medidas mitigatórias para os efeitos de uma clara situação de seca extraordinária, o que se viu nos 365 dias de 2014 foi uma política de perigosa inação.

É importante entender, conceitualmente, o que se deve esperar dos gestores das águas, em especial nos períodos de escassez. Trata-se de fazer o balanço de 'entradas' e 'saídas' das águas reservadas – algo semelhante ao controle de depósitos e retiradas da poupança familiar em uma casa onde a renda mensal, além de não ser fixa, depende da situação econômica futura. Da mesma forma que a poupança pode suportar os gastos familiares, as águas reserva-

Não detectar o alerta que a natureza enviava no Natal de 2013 foi o primeiro de uma série de erros consecutivos

das garantem o abastecimento normal de uma cidade por vários meses. As 'entradas' são as chuvas e as 'saídas' são as demandas de água para os mais diversos usos.

No caso das 'entradas' de água, é preciso imaginar vários cenários de chuvas futuras, com as respectivas probabilidades de ocorrência. As chuvas futuras estão fora de nosso controle e tudo o que podemos fazer é acompanhá-las e refinar os cálculos de probabilidade. No entanto, as 'saídas', ou seja, os consumos de água pelos vários setores (elétrico, industrial, agrícola e residencial) estão, ou deveriam estar, dentro de nosso controle. O acompanhamento cotidiano dessas 'entradas' e 'saídas' ensina aos administradores das águas o que se deve fazer, assim como ensina ao controlador da poupança familiar o que cada um precisa fazer para a família não ir à falência.

Dar ciência da situação e procurar o apoio participativo de todos é a primeiríssima medida. Sine qua non. Não permitir e punir o desperdício é a segunda. Daí em diante, as medidas variam com o recuo, ou avanço, da gravidade da situação. Quem já esteve gravemente enfermo, sob controle médico, sabe o quanto é bom ter um médico que informe sistematicamente a real situação da enfermidade. Todos rejeitam o médico que nega a doença, mesmo que não haja óbito.

Sem menosprezar a gravidade da crise gerada pela seca meteorológica que atacou o Sudeste, devemos ter mais temor da nossa capacidade de gerir nossas águas ou da inação das nossas autoridades perante a crise.



A VIDA EM TEORIA DE STEPHEN HAWKING

Filme A teoria de tudo dá mais destaque à biografia do físico britânico do que à sua busca por uma equação capaz de explicar todos os fenômenos da natureza

O FILME A teoria de tudo tem como enredo principal a vida do físico britânico Stephen Hawking. Hawking é conhecido não só por seus trabalhos em cosmologia e física de buracos negros, mas também por sua doença, que acabou por colocá-lo dentro de um estereótipo de gênio com cérebro brilhante em condições físicas limitadas.

O título do filme é uma menção direta à ideia das chamadas teorias finais, as quais seriam capazes de explicar todos os fenômenos da natureza com um único formalismo. A afeição de Hawking por esta ideia aparece no filme, por exemplo, quando ele faz uma pergunta retórica a Dennis Sciama, seu orientador de doutorado: não seria bom se houvesse uma simples

EDDIF REDMAYNE FILICITY JONES

ATEORIA De

TUDO

AESTRAGADINARIA HISTORIA DE JASIE ESTEPHEN HABIKING

BIRTERIORIO DE LOS CINERAS DE LOS

equação que pudesse explicar tudo? Mas infelizmente, até o momento, as teorias de unificação são apenas um pote de ouro no fim do arco-íris.

É verdade que na física moderna encontramos exemplos de unificação entre teorias outrora independentes. O próprio eletromagnetismo é em si a unificação dos fenômenos elétricos e magnéticos que, antes do século 19, eram entendidos como manifestações independentes. Outro exemplo é a teoria eletrofraca – com validade para altas energias – que unifica o eletromagnetismo e as interações nucleares fracas (responsáveis pelo decaimento radiativo).

Há uma postura filosófica e científica por trás das ideias de busca da construção de uma teoria completa, irretocável e capaz de explicar tudo. No longa-metragem, Hawking demonstra essa inclinação (desejo) pela busca da teoria de tudo, embora sua produção científica não se enquadre propriamente nesse ramo de pesquisa.

Podemos apontar pelo menos três contribuições de peso acertadamente salientadas no filme. Hawking contribuiu de modo significativo no desenvolvimento dos teoremas de singularidade aplicados à cosmologia, fez a proposta pioneira de que buracos negros emitem radiação térmica (hoje chamada de radiação Hawking) e publicou trabalhos relevantes na área de cosmologia quântica, área fenomenológica que descreve o passado

O filme de James Marsh salienta algumas das principais ideias de Hawking remoto do universo e na qual a gravitação é uma interação quântica.

Essa aspiração pela teoria de tudo se afina, embora não tenha nenhuma relação direta, com a explícita postura cética do cientista ateu. Em um dos momentos finais do filme, Jane, sua então mulher, lê uma passagem do livro Uma breve história do tempo em que Hawking parece rever sua postura de cético ateu. Ela pergunta com ar de surpresa se ele passou a reconhecer a presença divina. A cena é bem construída e pode deixar dúvidas pelas reticências de Hawking, mas seu silêncio provavelmente é apenas mais uma amostra de seu respeito e carinho por Jane.

Apesar do título escolhido, o filme não desenvolve o assunto de teorias de unificação. A trama tem um enfoque pessoal, centrado nas relações e nos desdobramentos da vida do casal. A história foi inspirada no livro *Travelling to infinity: my life with Stephen*, escrito por Jane, o que nos permite reinterpretar o título como as visões e lembranças (a teoria) dos fatos e acontecimentos (de tudo) na vida de Jane e Hawking.

Para os amantes de ciência, é inevitável a atração por assistir *A teoria de tudo*. Por isso, vale ressaltar que há pouca informação sobre os trabalhos de Hawking no filme. Alguns diálogos são inteligentes e sarcásticos, como a explicação de Hawking sobre o que é cosmologia. O leitor não deve esperar um filme melodramático; ao contrário, existe não só um tempero refinado e bem equilibrado, com pita-

Por sua interpretação de Stephen Hawking, o inglês Eddie Redmayne (ao lado) ganhou o Oscar de melhor ator. Abaixo, Hawking em seu casamento com Jane Wilde (à esquerda) e a reprodução da cena no filme, com Redmayne e Felicity Jones

das de humor, delicadeza, demonstrações de estima e respeito mútuo, mas também a narrativa da difícil luta contra uma doença avassaladora.

O retrato caricato da vida acadêmica não é muito original e tem, como sempre, mitificações e endeusamentos, embora não prejudiquem o bom andar da história. E como a abordagem dos temas científicos é escassa, fora um detalhe ou outro, não há qualquer ressalva quanto aos conceitos descritos no filme. Contudo, é praticamente impossível abordarmos temas como buracos negros, início do universo e natureza do tempo sem aflorar o interesse até dos mais apáticos. Assim, me vejo absorvido pelo desejo de comentar os assuntos relacionados aos três trabalhos mais famosos de Hawking, mesmo que brevemente.

O modelo padrão da cosmologia descreve um universo em expansão a partir de um estado extremamente quente e denso no passado. A expansão cuida de esfriá-lo e sua densidade diminui com o passar do tempo. Porém, ao olharmos para o passado, deve ter havido um momento em que a temperatura e a densidade do universo se tornaram infinitas, o que chamamos de singularidade inicial do modelo – erroneamente, essa singularidade chegou a ser interpretada como o início do universo.

Na ciência, os modelos são simplificações necessárias para descrever as propriedades mais relevantes de um sistema. Assim, cogitou-se que essa singularidade fosse apenas um problema da simplificação usada no modelo cosmológico. A contribuição dos teoremas de singularidade foi mostrar que a presença da singularidade inicial do modelo cosmológico é uma propriedade genérica. Em condições pouco restritivas, a singu-





laridade deve estar presente em todos os modelos cosmológicos.

Um buraco negro é um objeto astrofísico que tem um horizonte de eventos. Esse horizonte atua como uma membrana que só deixa passar em uma direção (entrando no buraco negro). Nada pode escapar dessa região, nem mesmo a luz, e, por isso, o nome buraco negro. A novidade proposta por Hawking foi que, ao interagir com campos quânticos, os buracos negros podem emitir uma radiação térmica cuja temperatura depende do inverso da massa do buraco negro - ou seja, quanto menor a massa de um buraco negro, mais rapidamente ele evaporaria. Esse trabalho inovador serviu de base para novas linhas de pesquisa - por exemplo, a analogia entre as propriedades dos buracos negros e as leis da termodinâmica.

Por fim, a cosmologia quântica foi uma das áreas extremamente influen-

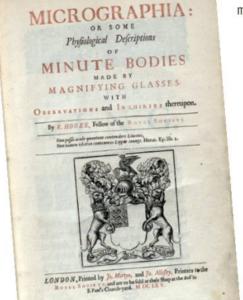
ciadas por Hawking. Esse campo de pesquisa descreve modelos de universo em uma fase em que efeitos de gravitação quântica seriam dominantes. No filme, Hawking menciona que não há fronteiras para a diligência humana ("there are no boundaries to human endeavor"). Tal citação se conecta com uma proposta feita pelo cosmólogo em que o universo seria descrito por um estado sem condições de contorno (boundary). Essa é uma ideia elegante que pretende evitar o problema da arbitrariedade das condições iniciais em cosmologia. Entretanto, a ideia de Hawking acaba por ser apenas uma nova proposta de condição inicial do universo.

Felipe Tovar Falciano

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas ftovar@cbpf.br

1665. PUBLICADO O LIVRO MICROGRAPHIA. Escrita por um influente filósofo natural inglês, a obra — que abrange amplo espectro de temas – tornou-se um marco na produção científica de sua época, por estabelecer bases experimentais e aspectos teóricos importantes para várias ciências. Ricamente ilustrado, Micrographia – como

> o título sugere - apresenta e discute um conjunto de observações feitas, em sua maioria, com a ajuda de um microscópio.



Frontispício da primeira edição

de Micrographia. No destaque,

observações, e, na página ao lado, a pulga, talvez a imagem

microscópio usado nas

mais famosa do livro

JOÃO JOSÉ CALUZI

Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista (campus Bauru)

DEVIDO À SAÚDE FRÁGIL, o filósofo natural inglês Robert Hooke (1635-1703) recebeu sua formação inicial em casa. Em 1648, após a morte de seu pai, a família o enviou para Londres para estudar, pois demonstrava talento artístico. Na capital, frequentou a Escola de Westminster, sob a proteção do reverendo Richard Busby (1606-1695). Esgotadas as possibilidades de estudo lá, mudou-se em 1653 para Oxford, onde ingressou como corista na Igreja de Cristo (Christ Church). Segundo o historiador da ciência nor-

te-americano Richard Westfall (1924-1996), aparentemente, Hooke nunca obteve o grau de bacharel.

Em Oxford, Hooke entrou em contato com um grupo de pessoas a partir do qual se formaria a Royal Society. Entre eles estavam, por exemplo, Robert Boyle (1627-1691), Christopher Wren (1632-1723) e John Wilkins (1614-1672). Por intermédio de sir Robert Moray (c. 1608/9-1673), foi indicado curador de experimentos da sociedade e encarregado de fazer "três ou quatro experimentos notáveis", além de outros que poderiam ser propostos pelos membros.

Segundo Westfall, "provavelmente, nenhum homem poderia ter chegado tão perto de cumprir esta demanda, quase impossível, como Hooke fez. Ele forneceu a maior parte do conteúdo intelectual das reuniões semanais. É difícil imaginar que a Royal Society tivesse sobrevivido à apatia que sucedeu seu impulso inicial de entusiasmo sem o estímulo de experiências de Hooke."

Na década de 1660, Hooke deu contribuições fundamentais para o desenvolvimento da filosofia natural – que, hoje, está separada basicamente em física, química e biologia. Contribuiu para o aperfeiçoa-

mento de instrumentos científicos, como o telescópio, termômetro, barômetro e microscópio. Em 1665, publicou Micrographia, or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with observations and inquiries thereupon" (Micrografia, ou algumas descrições fisiológicas de pequenos corpos, feitas com lentes de aumento, com observações e investigações sobre os mesmos). Hoje, a obra é conhecida simplesmente por Micrographia e se tornou um marco na história da ciência.

Ela é composta de 60 observações, sendo 57 delas feitas com microscópio, e as restantes, com telescópio. O microscópio usado por Hooke era composto de duas lentes, uma ocular e outra objetiva. Ocasionalmente, usava uma terceira – hoje, denominada lente de campo.

GRANDE DIFERENCIAL Aspecto importante do microscópio de Hooke é o sistema de iluminação e de sustentação das amostras a serem observadas. Para dias claros, o sistema de iluminação era composto por um globo de vidro e uma lente plano-convexa, para concentrar os raios luminosos; para dias nublados ou noites, era usada iluminação artificial que concentrava a luz por meio de um globo de vidro, com salmoura.

O sistema de sustentação da amostra — e do próprio microscópio — era composto por uma articulação que permitia maior liberdade para o posicionamento tanto do corpo a ser observado quanto da postura de observação, além de facilitar a iluminação.

Vale notar o valor que Hooke atribuiu ao uso do telescópio e do microscópio. No prefácio, ele escreveu: "Por meio de telescópios, não há nada, até agora, tão distante que não possa ser apresentado às nossas vistas; e pela ajuda de microscópios, não há nada tão pequeno que escape da nossa investigação; por conseguinte, há um novo mundo visível descoberto para o entendimento."

As observações descritas na *Micrographia* estão ordenadas da seguinte forma: i) observações 01 a 17, objetos inanimados (ponta de uma agulha, lâmina de uma navalha, pedaço de mica, carvão, madeira petrificada etc.); ii) observações 18 a 31, itens relacionados ao mundo vegetal (pedaço de cortiça, folhas etc.); iii) observações 32 a 57, relacionadas à zoologia (pulga, piolhos etc.); iv) observações 58 a 60, observações astronômicas, feitas com um telescópio.

O livro contém um grande diferencial em relação a outros de microscopia do período: 100 belíssimas ilustrações, que acompanham as observações. Talvez, a figura mais conhecida seja a da pulga (prancha 34), descrita na observação 53. O desenho é muito detalhado, e temos a impressão de um objeto em três dimensões. Hooke inicia a descrição do seguinte modo: "Mesmo se não ti-

vesse qualquer outra relação com o homem, a força e a beleza desta pequena criatura mereceriam uma descrição." Nota-se um encantamento com a criatura a ser observada – e isso é uma constante na obra.

QUATRO CONTRIBUIÇÕES O livro trouxe contribuições fundamentais, em pelo menos quatro aspectos. A primeira é a discussão sobre óptica, principalmente a teoria das cores, abordada na observação 09 ('Das cores observadas na mica e outros corpos finos'). Na teoria proposta por Hooke, a causa das cores é a refração que a luz sofre ao passar de um meio para outro, bem como a alteração sofrida, nessa passagem, pela frente de onda, que, segundo Hooke, fica oblíqua ao raio de luz.

A segunda contribuição está na observação 16 ('Sobre o carvão'), em que propõe uma teoria segundo a qual a combustão é feita pela mistura de uma substância característica (isto é, carvão) e ar. Hooke chega a essa conclusão ao observar que, quando se limita a entrada de ar, o fogo se extingue. Ele também ironiza as teorias que consideram o fogo uma substância.

A terceira – na observação 17 ('Da madeira, e outros corpos, petrificados') – discute os fósseis e sua origem. Alguns dos objetos dos estudos em *Micrographia* são conchas encontradas em locais altos e distantes do mar. Hooke conjecturou que o mar, em determinada época, chegava até o local onde foram achadas as conchas.

Finalmente, a quarta contribuição: a descrição de uma célula de cortiça, na observação 18 ('Dos poros da cortiça e outros corpos'). Aqui, é preciso cuidado ao se atribuir a Hooke a "descoberta da célula". Em sua observação, ele estava interessado em características da cortiça, como sua flexibilidade e leveza. Ele escreve: "Mas a julgar pela leveza e flexibilidade da cortiça, cuja textura, certamente, não poderia ser mais curiosa [...], se eu usasse algumas outras aplicações adicionais, eu poderia discerni-la com um microscópio [...] e incidindo luz sob uma lente grossa, plano-convexa, pude perceber claramente que ela era toda perfurada e porosa, como um favo de mel, mas os poros não eram regulares; contudo não se diferenciam de um favo de mel nesses detalhes".

A *Micrographia*, mesmo 350 anos após sua primeira edição, ainda encanta pela diversidade das temáticas e pelo número de campos de pesquisa que iniciou. Segundo Margaret 'Espinasse, biógrafa de Hooke, "[a *Micrographia*] tem encantos para um leitor moderno que não dependem de um conhecimento dos interesses particulares de Hooke, ou da história da ciência em geral."

APENAS UMA TEORIA

Porque a evolução é uma verdade

Jerry A. Coyne

São Paulo, JSN Editores, 320 p., R\$ 58



OS NOVE CAPÍTULOS DO LIVRO do biólogo norte-americano Jerry Coyne trazem evidências sobre as cinco teorias do sistema de teorias evolutivas: evolução (apenas mudanças), descendência com modificações (árvores filogenéticas), especiação (formação de espécies a partir de ancestrais), gradualismo (mudanças lentas e graduais) e seleção natural (indivíduos singulares são diferencialmente selecionados). A linguagem é acessível aos leigos e a tradução não compromete a clareza.

O primeiro capítulo trata do que é evolução, e traz vários exemplos de previsões das cinco teorias. Coyne adverte que as teorias são incapazes de prever como as espécies serão no futuro, mas a comparação entre espécies fósseis e viventes permite previsões no presente. Destaco a previsão da ação da seleção na natureza e a das imperfeições resultantes do processo. A existência de más adaptações é um bom argumento, que se opõe à crença na criação de seres perfeitos. Cada indivíduo tem desempenho diferencial. Alguns deixam mais descendentes, pois a seleção favorece os melhores desempenhos relativos os animais e as plantas não têm desempenhos 'ótimos' (o termo 'otimização' se refere a máquinas e é inadequado em biologia).

A diversidade de espécies registradas nas rochas é o tema do capítulo 2. Comparações entre fósseis e espécies viventes são costumeiras, mas a comparação sequencial a partir do que ocorreu na água, na terra e no ar é adequada para se entender que a evolução é dinâmica. Já o capítulo seguinte discute órgãos vestigiais e malformações embriogênicas, que são bons testemunhos da imperfeição da evolução. Nos humanos, são exemplos caudas vestigiais e o apêndice cecal. A cauda não desempenha função em humanos e o apêndice pode inflamar e resultar em morte. O significado dessas 'anomalias' e da evolução regressiva em peixes cavernícolas poderia ser discutido comparativamente.

O capítulo 4 trata das causas da distribuição de espécies. O texto traz exemplo de evolução de equivalentes ecológicos: certos marsupiais australianos têm aspecto similar a mamíferos placentários americanos porque evoluíram em condições ecológicas similares. Ótimos exemplos seriam os equivalentes ecológicos em florestas equatoriais africana e brasileira, até porque evidenciam que África e Brasil já foram unidos, no 'supercontinente' Gondwana. Coyne fala das ilhas oceânicas, laboratórios naturais para estudos evolutivos, por serem isoladas do continente, sua fonte original de espécies. O arquipélago de Galápagos foi bem estudado pelos biólogos ingleses Peter e Rosemary Grant, mas Coyne não cita a síntese de 30 anos desses estudos publicada em 2002 pela revista *Science*. Seria importante, pois mostra que a evolução é previsível apenas em curto prazo.

'O motor da evolução' – outro capítulo – traz bons exemplos de seleção natural. Faltou mencionar que essa seleção acontece no decorrer de uma geração. Se as características selecionadas forem transmitidas aos descendentes, haverá evolução. Coyne menciona flutuação genética como causa de evolução não hereditária, mas poderia ainda comentar sobre evidências mais recentes de evolução influenciada pelo desenvolvimento (conhecida como EvoDevo).

A seleção sexual é abordada no capítulo 6. A evolução de galhadas em cervos e cores vistosas em pássaros resulta da escolha de machos pelas fêmeas. A seleção sexual interessa ao leitor por causa dos resultados fantásticos que produz. O capítulo 7 é sobre especiação, tema de pesquisa do autor, obviamente muito bem tratado. Embora haja vários conceitos de espécie, ele enfatiza o conceito biológico, por ser o mais adotado pelos biólogos evolutivos. Destaca novamente a importância de extrair da teoria previsões testáveis - por exemplo, que a formação de novas espécies é muito dependente do isolamento geográfico. O livro menciona que a espécie é a unidade sobre a qual atua a seleção, mas

não diz que há outras unidades de seleção, como grupos de indivíduos. Embora o indivíduo seja mais aceito como unidade, o tema é controverso. A existência de alternativas competidoras é saudável para a evolução do conhecimento biológico.

O oitavo capítulo trata da evolução humana, tema sempre controverso. Cita o professor de biologia John Scopes (1900-1970), julgado em 1925, nos Estados Unidos, por ensinar evolução humana no Tenessee, um estado criacionista. O autor mostra ainda que inexistem razões biológicas para admitir superioridade entre raças.

Embora o conhecimento sobre evolução tenha avançado muito desde a época de Charles Darwin (1809-1882), o autor adverte, no último capítulo, que ainda há questões não esclarecidas, como as causas da 'explosão' da diversidade ocorrida no período Cambriano, há cerca de 500 milhões de anos. Apesar do cuidado do autor em seu uso, a palavra 'verdade' deve ser evitada em livros de divulgação. Muitos ainda acreditam em verdades científicas absolutas, mesmo que sejam provisórias as teorias sobre a natureza dos fenômenos.

O filósofo grego Platão acreditava que apenas no mundo das ideias seria possível conhecer os objetos do mundo. Assim, chegaríamos à verdade absoluta. Por isso discordou da afirmação de outro filósofo, Heráclito, de que tudo muda. Argumentou que, se tudo muda, nunca seria possível chegar à verdade. Platão teve razão ao criar o idealismo. Heráclito também, com sua afirmação: afinal, o que evolução é senão mudança?

Rogério Parentoni Martins

Departamento de Biologia, Universidade Federal do Ceará

Cultura ilegal — As fronteiras morais da pirataria

Arthur Coelho Bezerra

Rio de Janeiro, Mauad X, 240 p., R\$ 48

Gerando grandes discussões no âmbito das produções culturais, a pirataria é um problema real do século 21. Por isso, nesta obra, o sociólogo Arthur Coelho Bezerra aborda essa questão de maneira crítica e conclusiva, demonstrando a dificuldade de se usar meios legais para impedir práticas consideradas razoáveis por grande parte da sociedade. Ele pontua que o avanço tecnológico atual permite a produção de mercadorias técnicas que podem ser facilmente gravadas ou reproduzidas, tornando possível que se alcance o valor de uso cultural dos produtos sem passar pelo valor de troca. Este livro, baseado em acurada pesquisa de campo com consumidores, comerciantes de mídias piratas e defensores de direitos autorais, aborda a circulação de bens culturais em redes digitais e mercados clandestinos de rua, em face da condição de ilegalidade dos atos de compartilhamento, compra e venda de cópias não autorizadas.



Nobres selvagens – Minha vida entre duas tribos perigosas: os ianomâmis e os antropólogos

Napoleon A. Chagnon

São Paulo, Três Estrelas, 608 p., R\$ 89,90

O trabalho de uma vida está relatado neste livro. O antropólogo e professor Napoleon A. Chagnon, que viveu em meio aos ianomâmis, na Amazônia, para realizar seus estudos, nos oferece um texto informativo — com traços autobiográficos — a respeito desse grupo indígena, seus costumes e sua estrutura social. Polêmico e afiado, o autor faz reflexões abrangentes, mobilizando a sua experiência e o suporte teórico para levar o leitor a participar de suas vivências.



Uma breve história da ciência

Patricia Fara

São Paulo, Fundamento, 440 p., R\$ 58.30

Uma das historiadoras da ciência mais proeminentes da atualidade, Patricia Fara, nos conduz pela evolução da ciência ao longo de 4 mil anos de forma simples e agradável. Professora da Universidade de Cambridge (Inglaterra), a autora relata fatos, observações, descobertas e incertezas com crítica e discernimento, derrubando mitos e falsos ídolos e resgatando cientistas esquecidos. Em sua narrativa, as mudanças científicas se interligam com transformações políticas e sociais, contextualizando os feitos e ações dos cientistas. O livro é para todos os que desejam, de alguma forma, entender um pouco mais como se formou o mundo ao nosso redor.







FUMO E CÂNCER I

A moda [ver 'Câncer: por que eu? Má sorte, talvez', em CH 322, p. 10] é dizer que teve câncer porque era fumante. E com isso, outros fatores são ignorados, pois já existe uma 'causa'. Os médicos do SUS adoram! Quanto ao cigarro eletrônico ['Ressurreição das cinzas', em CH 322, p. 46], uma coisa é certa: os antitabagistas não poderão usar o argumento 'quem não fuma, não é obrigado a fumar'. Já basta dessas restrições antitabagistas. Aos fumantes não sobrou nenhum espaço.

Cláudio D'Amato Comentário na *CH On-line*

FUMO E CÂNCER II

A Aliança de Controle do Tabagismo (ACT) mente descaradamente ao dizer que o cigarro mata 200 mil fumantes por ano no Brasil. Essa organização é patrocinada pelo Michael Bloomberg [empresário, filantropo e ex-prefeito de Nova York], que fez as leis antifumo novaiorquinas.

Paulo Machado Comentário na *CH On-line*

FUMO E CÂNCER III

Essas 'pesquisas' visando 'proteger a saúde pública do tabagismo' são todas mera empulhação.

Aloísio David Pedri Comentário na *CH On-line*

Ma verdade, estudos de várias instituições, muitas sérias e neutras, confirmam há décadas que o vício do tabagismo é fator de risco para uma série de doenças, inclusive de cânceres — principalmente os de laringe e pulmão.

ANTIMEDICINA

A edição 322 da CH está bastante interessante, com diversas matérias que prendem a atenção. Em particular, a entrevista 'Medicina e superstição' é digna de nota, ao apresentar a pesquisa sobre a Inquisição lusa e a participação dos médicos nela.

Todavia, chamou-me também a atenção a opinião exposta pelo pesquisador Timothy Walker a respeito das chamadas 'medicinas tradicionais' e 'medicinas alternativas', no sentido de que elas manteriam um valor, seja sociocultural, seja clínico, sugerindo como critério de relevância o efeito placebo. Esse gênero de opinião traz pelo menos dois problemas: (1) um especialista em uma área (história moderna) opina sobre uma outra área, que por sinal é muito mais especializada; (2) valoriza práticas e 'saberes' que são valorizados apenas porque são 'tradicionais' (...). O autor, sem conhecimentos médicos, afirma que a 'medicina tradicional' é válida e que deveria ser mantida. Ora, o mero caráter tradicional de algo não é motivo para sua permanência: a extirpação do clitóris, o trote violento dos calouros universitários, a coivara, o estupro e o machismo, o dote feminino, o tratamento de doenças com sanguessugas e sangrias e até a corrupção, além de inúmeras outras práticas e 'saberes', são perfeitamente tradicionais; mas o conhecimento científico e o desenvolvimento social, filosófico e humanístico já os indicou como errados, daninhos e/ou atentatórios contra a dignidade humana. A valorização da tradição sempre desconsidera esses problemas. (...) O efeito placebo não é e não pode ser parâmetro para valorizar as 'medicinas tradicionais'. O autor valoriza o efeito placebo afirmando que ele traria benefícios indiretos aos pacientes: mas o efeito placebo consiste basicamente em enganar o paciente, ao administrar uma droga inócua. Ora, não apenas é melhor administrar uma droga eficiente, que produza efeitos, como ainda mais importante é não enganar os pacientes. (...) O conhecimento da realidade é o que está em questão: saber como a realidade funciona, saber quais os mecanismos efetivos por que o corpo humano funciona e de que maneira as diversas substâncias interagem com os órgãos e com os tecidos, isso é fundamental. O efeito placebo e, em particular, aquele associado a 'medicinas tradicionais' defendido pelo autor, simplesmente joga fora esses desenvolvimentos. (...) É importante conhecer a realidade para saber lidar psicologicamente com ela. Desde o Iluminismo até Sigmund Freud, passando por Augusto Comte, mas na verdade desde antes e depois desses autores, muitos pensadores salientam que a realidade é rebelde à vontade humana, que desejar submeter a realidade à pura volição é ato de imaturidade, de egoísmo, de irracionalidade – e, por todos esses motivos, é fonte de profunda infelicidade. (...) A defesa que o historiador inglês faz

da 'medicina tradicional', usando para justificá-la o efeito placebo, desconsidera olimpicamente esses sérios problemas de relacionamento com a realidade. (...) Infelizmente, pesquisadores das ciências humanas que se dedicam a investigar as disciplinas ligadas à saúde tendem a valorizar os 'saberes tradicionais' - e, não por acaso, sempre se referindo ao efeito placebo como legitimador clínico de suas perspectivas -, ao mesmo tempo em que desvalorizam, ou desprezam, a medicina 'ocidental'. Há um forte viés antimedicina, assim como um forte viés antimédicos, em muitas dessas pesquisas (...). No Brasil, o viés antimédico e antimedicina da sociologia da saúde é extremamente forte, mesmo em instituições de pesquisa que são primariamente dedicadas ao avanço do conhecimento médico. (...) Sem dúvida que estudar a influência dos médicos na Inquisição lusa é interessante; também é interessante saber que foi devido à sua influência que os curandeiros, os xamanistas foram perseguidos em Portugal e suas colônias. Isso é trabalho de historiador e deve ser valorizado (...). Algo totalmente diverso é um historiador querer defender a 'medicina tradicional' contra a 'medicina científica': não apenas ele não tem formação específica para isso, como ele é incapaz de avaliar as consequências filosóficas, sociais e psicológicas mais profundas dessa defesa (...).

Gustavo Biscaia de Lacerda Sociólogo e cientista político Curitiba. PR

ROMANCE

O artigo 'O romance: uma longa história', de Jacyntho Lins Brandão [suplemento Sobrecultura nº 18] ajudaria no projeto sobre romantismo para a segunda série do ensino médio.

Samira Fontes Comentário no Facebook da *CH*

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



DESAFIO

E se o mapa fosse formado por quadrados, em vez de círculos, o argumento do 'problema das duas cores' ainda valeria?

BRINCANDO DE COLORIR MAPAS



Em matemática, não raramente, uma brincadeira simples, de criança, pode revelar questões bem profundas. Um dos problemas mais famosos da matemática surgiu em uma situação assim: o problema das quatro cores.

O problema é fácil de explicar: quantas cores são necessárias para colorir um mapa no plano de forma que as regiões adjacentes – que fazem fronteira entre si – tenham cores diferentes?

O matemático sul-africano Francis Guthrie (1831-1899) estava 'brincando' de colorir o mapa da Inglaterra quando percebeu que quatro cores bastavam. Intrigado, tentou provar isso, sem sucesso. Mencionou o problema a seu irmão, Frederick Guthrie (1833-1886), físico e químico, que o passou a um professor dele, o grande matemático britânico Augustus De Morgan (1806-1871). Daí em diante, o problema tomou vida própria, e muitos tentaram mostrar – sem sucesso – que quatro cores bastavam.

Só em 1976 o problema sucumbiu aos esforços dos matemáticos, depois do trabalho conjunto do norte-americano Kenneth Appel (1932-2013) e do alemão Wolfgang Haken.

A demonstração trouxe duas surpresas: i) o uso pesado de computadores na verificação de passos importantes (algo inédito no mundo da matemática até então); ii) um total de mais de 1,2 mil páginas.

Mas há muitas situações em que menos de quatro cores bastam – e não precisamos daquelas mais de mil páginas para entender o porquê! Vejamos, por exemplo, 'problema das duas cores'.

Considere um mapa – sim, para os matemáticos é um mapa! – formado pela interseção de vários círculos (figura).

Para mapas assim, duas cores bastam. Se você começar a colorir o mapa, usando azul e vermelho, por exemplo, verá que, feita a escolha da cor para uma região, o processo fica muito natural. Experimente.

Mas a questão, agora, é como provar que esse método funciona sempre?

Vamos usar um argumento engenhoso: considere um ponto qualquer dentro do mapa – ele estará no interior de um ou mais círculos, necessariamente. A regra que usaremos é: se o ponto estiver dentro de um número par de círculos, pintamos a região de azul; se o número de círculos for ímpar, usaremos vermelho.

E por que isso funciona sempre? Por que duas regiões fronteiriças não acabam com a mesma cor?

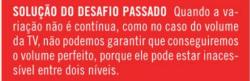
Imagine que estamos em certa região englobada por um número par de círculos. Se atravessarmos uma de suas fronteiras, estaremos: i) saindo de um dos círculos; ii) entrando em um novo círculo.

Como nossa região inicial estava no interior de um número par de círculos, então, nos dois casos acima (i e ii), passaremos forçosamente para uma região englobada por um número ímpar de círculos.

Ou seja, qualquer travessia de fronteira em nosso mapa nos jogará em uma região pintada com outra cor. Portanto, não haverá regiões

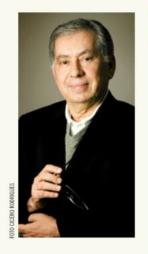
fronteiriças pintadas com a mesma cor.

Claro que nem todo mapa é formado só por círculos. Mas já é um passo entender como uma classe de mapas pode ser pintada. Na prática, a maior parte dos mapas (atlas, livros escolares etc.) usa apenas três cores. Porém, assim como as crianças, não estávamos preocupados com mapas reais. E, a partir de uma brincadeira simples, encontramos um problema importante e desafiador. Isso é muito divertido.





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



O binômio
planejar e projetar
é visto por muitos
governantes como
um redutor de
velocidade na
implantação de
seus desejos

SÉRGIO MAGALHÃES

Programa de Pós-graduação em Urbanismo (Prourb), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro sfmagalhaes@hotmail.com www.cidadeinteira.blogspot.com

PECULIAR METODOLOGIA

Em recente edição da *Ciência Hoje* (n° 322), nesta mesma coluna, abordei o tema da ausência de projetos para a licitação de obras públicas, e fiz um paralelo entre a construção do Panteão de Paris e o modo de contratar obras adotado pela Petrobras. Volto ao tema por imposição de novo exemplo muito ilustrativo. Trata-se da Refinaria Premium, que ficaria em Bacabeira, no Maranhão.

A Petrobras anunciou que não mais construirá a refinaria, depois de ter realizado obras que custaram mais de R\$ 2,1 bilhões. Convém relativizar: recursos equivalentes poderiam produzir moradias para abrigar mais de 100 mil pessoas no padrão Minha Casa Minha Vida; ou cerca de uma Pasadena, refinaria nos Estados Unidos cuja compra custou, em 2008, US\$ 1,24 bilhão e teria causado prejuízo de US\$ 792 milhões, segundo o Tribunal de Contas da União.

As obras da refinaria do Maranhão começaram sem projeto, apenas com os estudos conceituais (e a decisão política). Antes de concluir o projeto completo, a Petrobras verificou sua inviabilidade e desistiu da construção, não sem antes erguer algumas edificações e executar a terraplenagem. Essas informações constam do depoimento prestado pelo ex-presidente da empresa a uma Comissão Parlamentar de Inquérito da Câmara dos Deputados.

Tal declaração foi feita sem nenhuma emoção, naturalmente, como se fosse metodologia correta para grandes obras. Mas não é. De fato, trata-se de uma metodologia peculiar que o Brasil tem exercitado ultimamente com constrangedores resultados.

Não é o caso, neste artigo, nem sou preparado para avaliar a viabilidade da refinaria. Contudo, é preciso situar o tema em um debate mais amplo.

Planejar, projetar, licitar e executar a obra é um caminho sequencial, construído empiricamente, rotina indispensável na gestão pública de todos os países bem organizados institucionalmente.

O caso do Maranhão, infelizmente, não é isolado. Nas últimas décadas, os governos brasileiros desmobilizaram os incipientes quadros funcionais capacitados em planejamento e em projeto, em benefício de decisões discricionárias dos agentes públicos. O binômio planejar e projetar é visto por muitos governantes como um redutor de velocidade na implantação de seus desejos. É tratado como um empecilho para obras necessárias.

O Brasil é um país rico, todos sabemos, com muitas carências e grandes desigualdades. Há um enorme caminho a percorrer para se alcançar um padrão razoável de infraestrutura e de serviços públicos em nossas cidades. E esse percurso não será frutuoso sem uma base de estudos continuados, com sistemas técnicos permanentes no serviço público dedicados ao planejamento e aos projetos.

Estes tempos de perplexidade, de exacerbação de sentimentos, talvez sejam o momento para repensarmos o rumo em que atolamos nosso desenvolvimento urbano. De qualquer modo, e desde logo, é preciso repactuar a Lei das licitações, exigindo-se projeto completo como embasamento para a escolha da empreiteira e o início das obras. O exemplo do Maranhão é contundente.

Quisesse o governo aplicar parte desses R\$ 2 bilhões na promoção do saneamento básico da capital maranhense, São Luís, faria a cidade alcançar a universalização do abastecimento de água e de esgotos tratados, que hoje beneficiam 55% dos domicílios. Enquanto isso, a Petrobras elaboraria os estudos para a refinaria sem maiores dispêndios – e, quem sabe, poderia encontrar um modelo compatível com a viabilidade desejada.

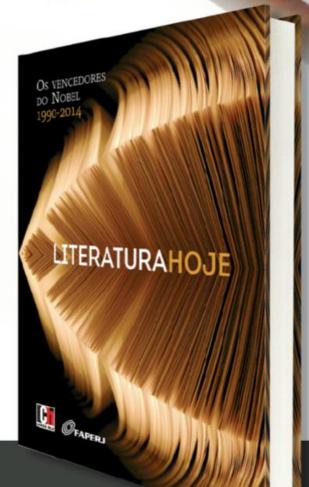
Mas são águas passadas. Agora, é recolher a experiência e refletir sobre ela.

LITERATURALOUE

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







APENAS 0,007% DÁ ÁGUA DO PLANETA É POTÁVEL.

EVITE O DESPERDÍCIO.



nagam cedida pelo Grupo Keystone, Manipulação e 30: Ozônio Studio