CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

NÚMERO 325 | VOLUME 55 | MAIO 2015 | R$ 10,95

FOTOGRAFIA
A história da técnica que eterniza imagens

ENXAQUECA
Os fatores que a deflagram e as substâncias que a tratam

SOBRECULTURA
Pensamento oriental sob novo olhar

Como um tapete mágico

Brasil detém tecnologia de levitação magnética

ESSA CHUVA PODERIA
REABASTECER
O SUDESTE,
RECUPERAR
O SERTÃO E MATAR A
SEDE
DE MUITA GENTE.
PENA QUE
CAIU NO MAR.
O planeta ainda tem muita água, mas menos de 1% dela está disponível para o nosso consumo. Por isso, não adianta só esperar pela chuva. Faça sua parte. Evite o desperdício.
nbs
Associação Alternativa
Terrazul
www.alternativaterrazul.org.br

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

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

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

REDAÇÃO
Editora Executiva | Alicia Ivanissevich; **Editor de Forma e Linguagem** | Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** | Ricardo Menandro; **Setor Internacional** | Cássio Leite Vieira; **Estagiários** | Everton Lopes Batista e Valentina Leite; **Colaborou neste número** | Marcelo Garcia.

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

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

PUBLICIDADE | Sandra Soares (gerente) | Rua Dr. Fabrício Vampré, 59, Vila Mariana, CEP 04014-020, São Paulo, SP. Telefax: (11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br).
Circulação e assinatura | Gerente | Fernanda L. Fabres. Telefax: (21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br)
REPRESENTANTES COMERCIAIS
BRASÍLIA | Joaquim Barroncas – Tels.: (61) 3328-8046/9972-0741.

EXPEDIÇÃO | Fernanda Fabres

IMPRESSÃO | EDIGRAFICA

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

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

APOIO:
CBPF FAPERJ UFRJ

LEVITAÇÃO A CAMINHO

Imagine poder se transportar de sua casa ao trabalho em um veículo sem rodas, que parece flutuar sobre o solo, como um tapete mágico. E em uma viagem bem mais silenciosa e rápida do que os trens ou ônibus de nossas cidades, com menos consumo energético e poluição atmosférica. Não, você não está dentro de uma história do Aladim; tampouco de um episódio dos Jetsons.

A tecnologia para alcançar esse sonho já está disponível no Brasil, o único país do hemisfério Sul a participar do seleto grupo dos que dominam a levitação magnética.

Pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro vêm trabalhando há 15 anos em pesquisa e desenvolvimento do chamado MagLev-Cobra, veículo projetado para transportar, em média, cinco pessoas por metro quadrado, que usa a levitação magnética supercondutora e se desloca sobre uma via elevada. O novo protótipo foi apresentado à comunidade científica internacional em uma linha-teste em escala real no fim do ano passado.

Segundo seus idealizadores, o MagLev-Cobra é muito mais do que um meio de transporte urbano: é um projeto sustentável, mais barato que o metrô, com benefícios econômicos e sociais e vários desdobramentos tecnológicos para a indústria nacional.

Resta agora governo e iniciativa privada encamparem o projeto para que possamos 'levitar' por nossas cidades como os japoneses fazem há anos.

CAPA: DIVULGAÇÃO/COPPE

Em tempo: verifique duas novas seções da *CH*: 'Pelo Brasil', um resumo dos principais avanços de ciência e tecnologia no país, e 'Fora do quadro', voltada para estudantes e professores do ensino médio.

A redação

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

Prêmio Fundação Banco do Brasil de Tecnologia Social 2015

Leve para todo o país as soluções que transformaram a sua comunidade.

Ideias que mudam a realidade dos brasileiros merecem ser reconhecidas. Inscreva as iniciativas da sua comunidade que representam efetivas soluções de transformação social e compartilhe as boas práticas com todo o país.

Realização:

30 ANOS FUNDAÇÃO

R$600 mil em prêmios

Inscrições até 31 de maio no site fbb.org.br/tecnologiasocial

Tecnologia Social Fundo Rotativo Solidário
no Sertão Baiano, finalista do Prêmio em 2013.

Parceria Institucional:

UNESCO Cooperação Representação no Brasil

BID

FOMIN Multilateral Investment Fund Member of the IDB Group

Patrocínio:

BR PETROBRAS

GOVERNO FEDERAL BRASIL PÁTRIA EDUCADORA

sumário

325 | MAIO 2015

CH ON-LINE 5

O LEITOR PERGUNTA 6 — Dormir com a televisão, o computador ou o celular ligados pode atrapalhar o sono ou fazer mal à saúde, em especial nos adolescentes? | Por que as frutas amadurecem mais rápido quando colocadas próximas da banana? | No calendário atual, existe o ano zero, ou pula diretamente do ano 1 a.C para o ano 1 d.C.?

ENTREVISTA 8 — MARCELO MORALES | UM DEFENSOR DE BICHOS E HUMANOS | Médico e biofísico fala do debate sobre experimentação com animais

EXATAMENTE 11 — FRUSTRAÇÃO CÓSMICA | Novo estudo desmente 'descoberta' anunciada em 2014 sobre as origens do universo

MUNDO DE CIÊNCIA 12

A PROPÓSITO 19 — A SEDUÇÃO DAS GEORGIANAS | Apesar do combate à ideia de raças humanas, alguns termos continuam em uso

MAGLEV-COBRA: TECNOLOGIA DE LEVITAÇÃO MAGNÉTICA NO BRASIL **20** — Projeto de veículo de transporte urbano que flutua sobre os trilhos revela que o Brasil já domina tecnologia de levitação magnética. Por Richard M. Stephan

FOTO-GRAFIA: NUMA PALAVRA... MUITAS HISTÓRIAS LUMINOSAS **26** — A história da fotografia conta como o uso da luz para fixar imagens do mundo se tornou realidade e se modificou ao longo de dois séculos. Por Maria Inez Turazzi

ASTROECOLOGIA **32** — Podem ocorrer trocas de organismos entre locais diferentes, no espaço exterior? A hipótese deu origem a uma nova disciplina, a astroecologia. Por Milton de S. Mendonça Junior

ENXAQUECA: ORIGEM E TRATAMENTO **38** — Doença que afeta milhões de pessoas, causando dor de cabeça, náuseas e outros distúrbios, pode estar associada a mutações em alguns genes. Por Maurice Vincent

LINHA DO TEMPO 43 — EXPANSIONISMO MONÁRQUICO (II) | Países unidos na guerra contra o Paraguai tinham interesses divergentes

PELO BRASIL 44

FORA DO QUADRO 48 — LEVITAÇÃO E MAGNETISMO | Projeto brasileiro do MagLev envolve importantes conceitos de física

50 — MUTAÇÕES QUE DÃO MUITA DOR DE CABEÇA | Enxaqueca ajuda a entender aspectos do funcionamento do cérebro

OPINIÃO 52 — VÍRUS CHIKUNGUNYA: UMA NOVA AMEAÇA | Doença recém-chegada às Américas poderá afetar até a economia

ENSAIO 54 — GASEIFICAÇÃO: O RETORNO | Tecnologia usada há cerca de dois séculos é opção para substituir o petróleo

MEMÓRIA 56 — O TAMANHO DE UMA MOLÉCULA DE AR | Primeira estimativa do tamanho de moléculas foi anunciada há 150 anos

CRÍTICA 58 — VIAGEM NO TEMPO | Filme *De volta para o futuro*, lançado há 30 anos, gerou debates sobre paradoxos temporais

RESENHA 60 — A GRAÇA DOS PROBLEMAS | Resenha do livro *Os maiores problemas matemáticos de todos os tempos*, de Ian Stewart

CARTAS 62

QUAL O PROBLEMA 63 — PROBLEMAS DE FERMI | Um método para resolver situações complexas por meio de aproximações

CIDADE INTEIRA 64 — BRASÍLIA, 55 | Ausência de planejamento urbano traz problemas para a capital do país

NOTÍCIAS | GALERIA | ENTREVISTA | VÍDEO

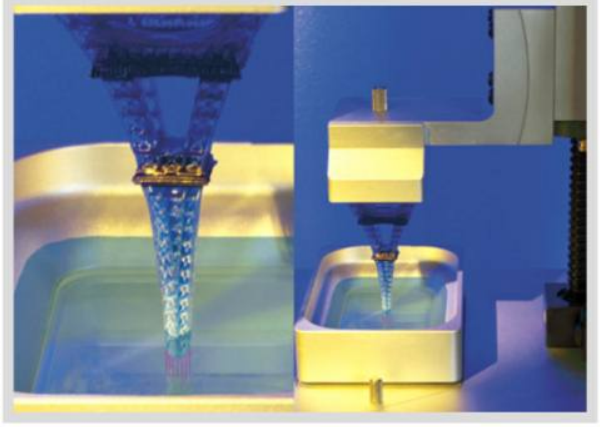


FOTO LARS SAHL

TECNOLOGIA > Revolução em 3D
Nova impressora 3D produz objetos com maior qualidade e até 100 vezes mais rápido que os equipamentos tradicionais. O processo de impressão, que é contínuo e usa resina líquida em contato com um feixe de luz, poderá ser usado em várias áreas, inclusive a médica.

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

FOTO FLICKR / SWONG95765 - CC BY 2.0

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

BIOFÍSICA > Betacaroteno, o protetor da fotossíntese
Pesquisadores observam pela primeira vez mecanismo molecular que evita falhas no processo de transformação da energia em biomassa quando a radiação solar é muito intensa. O tema é destaque da coluna de Carlos Alberto dos Santos.

FOTO ANSELMO D' AFFONSECA

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

ECOLOGIA > O boto vai virar lenda?
O famoso mamífero amazônico corre o risco de desaparecer: ele vem sendo morto em especial para a pesca da piracatinga – e a moratória da atividade por cinco anos, iniciada em 2015, pode ser pouco para salvá-lo.

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

INFORMÁTICA > Aplicativo para uma rede mais segura
Estudante cria ferramenta digital para testar e melhorar a segurança de redes contra invasões. O sistema une praticidade, mobilidade e rapidez no acesso a informações.

FOTO DAVIDE RESTIVO / FLICKR / CC BY-SA 2.0

GLIFOSATO / AUSTIN VALLEY / FLICKR - CC BY 2.0

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

MEIO AMBIENTE > Glifosato na mira
Herbicida mais vendido no Brasil e no mundo é classificado como provavelmente cancerígeno para humanos pela Organização Mundial da Saúde. O tema é destaque da coluna de Jean Remy Guimarães, que critica a falta de divulgação da notícia na imprensa nacional.

ROSANA MATTOS, CURITIBA/PR

Dormir com a televisão, o computador ou o celular ligados pode atrapalhar o sono ou fazer mal à saúde, em especial nos adolescentes?

SIM. Prejudica o sono e afeta a saúde.

Nosso corpo tem um relógio central, autônomo, que ajusta nossas reações à alternância entre dia e noite. Essa noção do tempo é muito importante, pois permite que o corpo se prepare para os ciclos de sono e vigília, inclusive antecipando certas ações. Muitas pessoas, por exemplo, se livram das cobertas um pouco antes de acordar naturalmente, em resposta a uma 'informação' do relógio interno. Todos os nossos órgãos são avisados se está claro ou escuro, e o aviso chega de duas maneiras diferentes, para que não haja erro: há nervos que conectam o relógio central aos órgãos e há um hormônio cuja liberação é estimulada pela escuridão e inibida pela luz. Esse hormônio, a melatonina, é produzido pela glândula pineal, no cérebro.

CLÁUDIA MARTINS, BELFORD ROXO/RJ

Por que as frutas amadurecem mais rápido quando colocadas próximas de bananas?

DURANTE O SEU AMADURECIMENTO, a banana produz etileno, hormônio vegetal diretamente responsável por tornar o fruto comestível. O etileno produzido pela banana é também liberado no ambiente de armazenamento. Outras frutas presentes próximas a bananas podem reconhecer esse etileno, que, por sua vez, fará com que o amadurecimento dessas frutas seja estimulado.

Geralmente, as bananas com a casca mais amarela que verde, ou amarela com as pontas verdes, apresentam maior produção de etileno e, portanto, terão maior capacidade de influenciar o amadurecimento das outras frutas ao seu redor.

Márcio Eduardo Canto Pereira
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE MANDIOCA E FRUTICULTURA TROPICAL, EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA (BA)

FOTO JEAN SCHEIJEN / FREEIMAGES

A melatonina é o hormônio do escuro e às vezes é chamada erroneamente de 'hormônio do sono'. Em ratos, que têm hábitos noturnos, a melatonina apresenta alta concentração durante a fase de atividade, enquanto, em humanos, isso ocorre durante o repouso. Quando a luz incide na retina, na hora errada, a glândula pineal recebe a mensagem 'não está escuro' e a produção de melatonina cai abruptamente, o que induz as reações que levam ao despertar. Que nível de luz é necessário para isso? Ainda não se sabe, mas estudos revelam que a luz de telas de televisores, computadores e celulares pode afetar os níveis de melatonina. Embora ainda seja noite, um leve sinal diz que é dia e, com isso, o organismo fica dessincronizado!

Qual o resultado dessa desinformação? Podemos responder comparando nosso organismo a uma orquestra. Nesse caso, o maestro foi retirado do comando e esse posto ficou vago. Órgãos e células individuais continuarão tocando sua 'música' e, se estiverem em bom estado, a possibilidade de um grande desastre é adiada. Com o tempo, porém, a dessincronização pode levar não apenas a problemas óbvios, como distúrbios de sono, mas a um estado que facilita a instalação de todo tipo de doença, inclusive as mais graves, como Alzheimer e câncer.

Nos adolescentes, o impacto dessas alterações do sono não é diferente do que ocorre em crianças ou em idosos. Em qualquer idade, as pessoas deveriam poder manter um período de escuridão sem interrupção, porque um tempo adequado de sono é essencial para diversos processos orgânicos.

Regina Pekelmann Markus
DEPARTAMENTO DE FISIOLOGIA GERAL,
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

GABRIELA FERREIRA, RIO DE JANEIRO/RJ

No calendário atual, existe o ano zero, ou pula diretamente do ano 1 a.C para o ano 1 d.C.?

EM NOSSO CALENDÁRIO, não existe o ano zero. Do ano 1 a.C. passa-se diretamente ao ano 1 d.C. Neste caso, ocorre ainda a passagem do século 1 a.C. ao 1 d.C.

Vale lembrar que, tal como os demais, nosso calendário é fruto de observações astronômicas e de convenções sociais e políticas estabelecidas historicamente. Assim, o nascimento de Cristo não era utilizado como referência temporal por seus contemporâneos: predominava, então, o uso do marco da fundação da cidade de Roma – segundo cálculos, criada em 753 a.C.

Acredita-se que o primeiro a mencionar o nascimento de Cristo (ou *Anno Domini*) como marco histórico tenha sido o monge Dionísio Exíguo, em 525 d.C. No entanto, tal contagem levaria séculos para ser aceita. Com frequência, as pessoas se situavam cronologicamente pelo tempo de governo de imperadores, reis e mesmo bispos.

Paulo Duarte Silva
INSTITUTO DE HISTÓRIA,
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

MARCELO MORALES

UM DEFENSOR DE BICHOS E HUMANOS

Anfíbios, répteis, aves, ratos, coelhos, macacos. O que esses animais têm em comum? Todos são usados na realização das mais variadas pesquisas. Fundamental nas décadas passadas para diversas descobertas científicas, a experimentação animal vem sofrendo duras críticas e muitos defendem que já é hora de encerrar esse capítulo. Outros acreditam que abolir essa prática dos laboratórios ainda é inviável para a pesquisa contemporânea.

O debate acalorado, que volta e meia ganha destaque no Brasil e no mundo, envolve ética e pragmatismo, e parece longe do fim. Para entender os vários aspectos dessa questão, a *Ciência Hoje* conversou com o médico e biofísico Marcelo Morales, do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Morales participou do processo de aprovação da Lei 11.794, de 2008 (Lei Arouca), que regulamentou a experimentação animal no país, e é ex-coordenador do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal.

Nesta entrevista, ele garante que seria um dos primeiros a comemorar o fim do uso de animais na ciência, mas acredita que esse momento ainda não chegou. Por isso, tornou-se um defensor ferrenho das regras que garantem ética e responsabilidade nesses procedimentos.

MARCELO GARCIA | ESPECIAL PARA *CIÊNCIA HOJE* | RJ
THAÍS FERNANDES | *CIÊNCIA HOJE* | RJ

FOTO ARQUIVO PESSOAL DO ENTREVISTADO

A utilização de animais em pesquisas científicas ainda é necessária ou eles podem ser substituídos por métodos alternativos? O mundo inteiro está trabalhando em métodos alternativos, mas precisamos entender que todos eles precisam ser validados, ou seja, cientificamente comprovados como substitutos satisfatórios para os animais em alguma etapa do processo científico. Só isso pode levar 10, 20 anos. Além disso, ainda não é possível utilizar métodos alternativos para todo tipo de pesquisa, ou seja, em muitas áreas os animais ainda são extremamente necessários, em especial para avaliar os efeitos de novas moléculas no organismo como um todo. A redução de seu uso tem que ser perseguida a todo custo – e vem sendo. Mas é muito difícil. Na Europa, por exemplo, na década de 1970, havia a perspectiva de diminuir em 50% o uso de animais até o ano 2000, mas na prática essa proporção aumentou com os animais transgênicos que são modelos de doenças humanas. O número de pesquisadores também vem crescendo em todo o mundo

e a necessidade de testar novas drogas e moléculas é grande. No Brasil, estamos preocupados com isso: em 2012, criou-se a Rede Nacional de Métodos Alternativos [Renama] ao uso de animais, para desenvolver e validar novos procedimentos substitutivos, inclusive os que surgem no exterior e são usados no país. Para esse fim, em 2013, foi criado o Centro Brasileiro de Validação de Métodos Alternativos [Bracvam].

Por que os animais são imprescindíveis para testar novas moléculas? Eles são parte fundamental do processo. No começo, são realizados testes *in vitro* de várias naturezas, como toxicidade, dependendo do tipo de moléculas de que estamos falando. O teste de uma pomada, por exemplo, começa com testes *in vitro*, em pele reconstituída e em membrana corio-alantoide do ovo embrionado da galinha. Depois, passa para um animal de pequeno porte, como rato ou camundongo, para avaliar sua toxicidade (já em número diminuído devido aos testes *in vitro*). Em seguida, o teste já com muita segurança (depois de testado previamente) chega a um animal de maior porte, como o cão – e aí é que se gera maior comoção, pela proximidade com as pessoas.

O cão beagle, por exemplo, é utilizado historicamente pelos ingleses por ser dócil, de porte médio e com um genoma controlado. Quando chega no cão, o teste é tão seguro que a toxicidade é quase inexistente. Depois vêm as fases de testes com humanos. A fase 1, de segurança, avalia em poucos voluntários se não ocorre nenhum problema grave. Na fase 2, o grupo aumenta para algumas dezenas e, na fase 3, alguns milhares de pessoas. Só depois o medicamento é liberado. Foi assim que chegamos à cura de diversas doenças e a medicamentos importantes, como os que compõem o coquetel antiAids e outros. Todos foram testados em animais e passaram por essas etapas e essa é uma exigência internacional.

Os computadores não poderiam substituir os animais na testagem de novos compostos? Deixe-me responder com outra pergunta: Você casaria com um computador? Namoraria com um computador? Talvez alguns até dissessem que sim, mas jamais um computador poderia substituir um mecanismo complexo, como o de um organismo vivo, animal ou vegetal, ou mesmo de uma célula. São níveis muito grandes de complexidade. Sempre ficará a pergunta: o que acontecerá com essa nova molécula quando for introduzida em um ser vivo? Se você injeta alguma substância estranha no organismo, tem o sistema imune, o sistema endócrino, vários outros sistemas agindo ao mesmo tempo e em sinergia. Isso é muito difícil de simular. Pode até ser que algum dia seja possível, mas ainda vejo o computador como um coadjuvante que auxilia na redução do uso de animais, uma ferramenta apenas.

GOSTARIA MUITO QUE ALGUM DIA A GENTE NÃO PRECISASSE MAIS DE ANIMAIS, MAS NESSE MOMENTO DA NOSSA HISTÓRIA, ELES AINDA SÃO NECESSÁRIOS

Alguns defendem que testes com animais poderiam ser substituídos por testes com voluntários. Isso é viável? Os voluntários fazem parte do processo. Nos Estados Unidos é comum participar de testes com drogas experimentais em troca de dinheiro. Mas isso é ético? Para mim, isso é preocupante, assim como é preocupante o uso de animais. Nós temos, sim, que perseguir métodos alternativos sempre que possível, mas acho muito complicado pôr vidas humanas em risco. Agora, se o teste foi feito *in vitro*, passou por todas as etapas em animais e chegou no ser humano, aí sim chega com muita segurança. E, mesmo assim, é preciso passar por fases. Imagine o que um medicamento ou vacina em teste poderia causar em uma criança se não tivéssemos todos esses procedimentos científicos estabelecidos.

Há muita reclamação hoje sobre o uso de animais na pesquisa de cosméticos. Como isso se diferencia de uma pesquisa de medicamentos ou de pesquisas mais básicas? Um cosmético pode ser tão deletério e perigoso como qualquer outro medicamento e pode causar câncer, infertilidade, intoxicação, danos irreversíveis a crianças, jovens e idosos. Não é porque é cosmético que é menos perigoso. Todas as novas moléculas precisam ser testadas em animais em algum momento antes de chegar ao homem. Mas não faz sentido que um produto acabado e já testado no exterior seja novamente testado em animais no Brasil. Por isso, já tramitou no Congresso uma modificação na Lei Arouca que proíbe o uso de animais para fins cosméticos de produtos acabados – e apenas desses. Novas moléculas precisam de animais para ser testadas. A biodiversidade brasileira é muito rica e com certeza dará origem a muitas novas moléculas de potencial interesse para a ciência e para saúde humana e dos próprios animais, e elas terão que ser testadas de forma sistemática *in vitro*, em animais e em seres humanos. Gostaria muito que algum dia a gente não precisasse mais de animais, mas eles ainda são necessários.

As legislações internacionais têm estabelecido parâmetros éticos para a utilização de animais. Como é a legislação brasileira nesse sentido? Gostaria de destacar que se eu pudesse não usar animais, não utilizaria. Mas como temos que fazê-lo, tive a oportunidade de contribuir com >>>

o processo de regulamentação do uso de animais em território nacional. Não era possível que um país com o nosso volume de produção científica, responsável por cerca de 2% da pesquisa produzida no mundo, não tivesse legislação que regulamentasse essa área, como era até 2008. Fomos, juntamente com outras lideranças científicas, ao Congresso Nacional para conscientizar os deputados da importância da aprovação de uma lei sobre o tema, que tramitava há mais de 10 anos no Legislativo. Finalmente conseguimos, assim, a aprovação da Lei Arouca, em 2008. Ela foi fundamental, criou o Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal, o Concea, que consolidou as regras sobre o que pode ou não ser feito com os animais no Brasil, como devem ser os biotérios [locais onde ficam os animais] e como os animais devem ser sacrificados no final do experimento para minimizar seu sofrimento.

E, no seu entender, nossa legislação dá conta da realidade nacional? Sim, a Lei Arouca é uma das mais avançadas do mundo, justamente porque foi espelhada em outras legislações de países com muita tradição na área. A Inglaterra, por exemplo, tem leis que regulamentam a experimentação animal desde 1870. Na Austrália, país muito parecido com o nosso no que se refere ao tempo de colonização, existem leis desde 1960. As leis do Canadá, dos Estados Unidos, da Europa serviram de base para a nossa, que é muito atual e muito rígida. Um pesquisador que faz uma pesquisa sem aprovação pode ser multado, suspenso da sua atividade, ou ficar impedido de receber verbas de fontes estaduais e federais – sanções bastante graves.

Como a experimentação é fiscalizada nas instituições de pesquisa? Existe diferença entre instituições públicas e privadas? Além do Concea, a Lei Arouca também criou as comissões de ética para o uso de animais em institutos de pesquisa e universidades onde ele acontece. Composta por pesquisadores, veterinários, membros da sociedade civil e das organizações protetoras dos animais, a comissão de ética analisa todos os protocolos de pesquisa envolvendo animais antes que os estudos sejam iniciados. Nenhuma pesquisa pode iniciar hoje sem prévia aprovação pelas comissões de ética locais. Em relação a instituições públicas ou privadas, a lei não faz distinção. Se uma indústria, por exemplo, faz experimentação com animais, ela tem que ter uma comissão de ética para esse fim.

Nossa legislação protege igualmente todos os animais? Ela protege os cordados, os animais com notocorda [estrutura que dará origem à coluna vertebral]. Isso porque, pelo que sabemos hoje, eles têm consciência da dor, do medo, do estresse. Sobre outros animais, como insetos, não temos essa certeza, por isso a lei não os contempla. No entanto, mesmo para animais não cordados, existem protocolos de pesquisa que precisam ser seguidos. Pessoalmente, acho que todos os animais deveriam ser protegidos, mas a lei não tem essa abrangência. Para mim, nenhum animal é inferior e de forma nenhuma deve ser submetido à crueldade, seja uma barata, uma formiga ou um elefante. Todos devem ser protegidos.

Como vê o debate sobre experimentação animal no Brasil? Ele é feito de forma informada? Essa discussão ainda é muito incipiente e passional, marcada por uma série de distorções, pela falta de informação. Mas esse precisa ser um debate muito aberto, muito franco, a verdade tem que ser dita. Não quero defender a experimentação animal, não estou fazendo isso. Muito pelo contrário, sou contra a experimentação animal, mas tenho que ser responsável e, portanto, não posso negar que nós ainda temos que utilizar animais para vários propósitos – a ciência é mais um deles.

O que aconteceria se deixássemos de usar animais na ciência a partir de amanhã? A população tem que saber que, se hoje fizéssemos isso, estaríamos colocando em risco os brasileiros, especialmente as nossas crianças. Isso porque, por exemplo, todos os lotes de vacina são testados em animais antes de sair dos centros de produção – repito, cada lote de vacinas. E isso é imprescindível para a segurança. Além disso, hoje o Brasil é um dos pioneiros em pesquisa em áreas como células-tronco, terapias gênicas, fitoterápicos, entre outros. Vamos deixar de pesquisar novos medicamentos e fazer descobertas no Brasil para ficarmos dependentes da tecnologia externa? Eu trabalho com células-tronco e sou servidor público, por isso quero que meu trabalho seja revertido para o bem da população brasileira. Para isso é imprescindível o uso de animais.

Todos os medicamentos nas prateleiras das farmácias, não sejamos hipócritas, foram testados em animais. Se alguém é radicalmente contra a experimentação animal, tem todo o direito de não tomar remédio nem usar sabonete, pasta de dente ou qualquer cosmético, pois todos, em algum momento tiveram seus componentes testados em animais. Não venham me dizer que parte da indústria de cosméticos hoje não utiliza animais. Não usa hoje, pois os produtos que algumas dessas empresas vendem já foram testados em animais no passado e hoje já sabemos que são seguros. Esse debate precisa se aprofundar e precisa ser sempre muito claro, não podemos nos basear em meias verdades e naquilo que alguns acham, a ciência não funciona assim. CH

VEJA A VIDEOENTREVISTA COMPLETA NA *CH ON-LINE* (WWW.CIENCIAHOJE.ORG.BR)

FOTO CICERO RODRIGUES

FRUSTRAÇÃO CÓSMICA

Alguns pesquisadores se perguntaram se a equipe do Bicep2 teria descontado corretamente contaminações espúrias vindas da poeira galáctica

Em março do ano passado, a colaboração norte-americana Bicep2, com seu radiotelescópio no polo Sul, anunciou ter observado 'impressões digitais' do universo recém-criado. O resultado, digno de um prêmio Nobel, foi amplamente festejado pela mídia mundial e virou tema desta coluna (*CH* 319) sob o título 'Suspense cósmico'.

Trazemos aqui o desfecho desse episódio.

O tempo e o espaço, assim como os concebemos, tiveram origem em um evento chamado *Big Bang*, que aconteceu há uns 13,8 bilhões de anos. O universo original era extremamente quente e denso, mas foi se esfriando, à medida que se expandiu. Hoje, o espaço é preenchido por um 'calor' remanescente do *Big Bang* – a chamada radiação cósmica de fundo –, que está a uma temperatura de aproximadamente 270°C negativos.

Acredita-se que, imediatamente depois do *Big Bang*, o universo tenha se expandido de modo muito, muito rápido por um lapso de tempo incrivelmente curto. A teoria prevê que, como efeito colateral desse período de 'inflação cósmica', foram criadas perturbações gravitacionais que se propagaram como ondas à velocidade da luz (em torno de 300 mil km/s).

Essas ondas de perturbação gravitacional devem ter 'tatuado' uma marca permanente na radiação cósmica de fundo, quando esta foi liberada do plasma primordial, uns 380 mil anos depois do *Big Bang*, e começou a evoluir livremente. Essa marca estaria codificada no modo como os fótons (partículas de luz) que formam a radiação cósmica de fundo vibram: o chamado modo B.

Assim, ao observarmos os modos B criados no período inflacionário pelas ondas gravitacionais, estaríamos nos deparando com um 'fóssil' que remonta ao nascimento do universo.

Foi precisamente esse fóssil que a equipe do Bicep2 parecia ter encontrado no ano passado.

Contudo, apesar do tom alvissareiro do anúncio, alguns pesquisadores se perguntaram se a equipe do Bicep2 teria descontado corretamente contaminações espúrias vindas da poeira galáctica – nossa galáxia é permeada de poeira que também emite radiação eletromagnética que 'vibra' na forma de modos B.

Seriam os modos B detectados pelo Bicep2 aqueles criados pelas ondas gravitacionais do período inflacionário?

A dúvida ficou de ser resolvida por uma colaboração conjunta entre a equipe do Bicep2 e o time do telescópio espacial Planck, da Agência Espacial Europeia, que, posteriormente ao anúncio, mediria em detalhes a 'vibração' (polarização) da radiação emitida pela poeira galáctica.

Então, em 30 de janeiro deste ano, uma declaração conjunta das equipes do Planck e Bicep2 – incluindo as do Keck Array, outro experimento no polo Sul – deixou claro que os modos B observados pelo Bicep2 podem ser totalmente atribuídos à poeira galáctica, não havendo, no momento, evidências de que eles tenham sido produzidos pelas ondas gravitacionais primordiais.

Por mais que a ciência seja feita de tropeços e que a complexidade das medidas e dos conceitos envolvidos torne impossível a qualquer equipe ter a certeza de que não cometeu enganos, o capítulo final desse episódio não deixou de ser um grande balde de água fria na comunidade.

Resta-nos torcer para que a água seja bem utilizada, haja vista a crise hídrica pela qual passamos! CH

GEORGE MATSAS
Instituto de Física Teórica,
Universidade Estadual Paulista

DESTAQUE > MEDICINA > **VACINA E TERAPIA TRAZEM ESPERANÇA CONTRA DOIS INIMIGOS DA SAÚDE HUMANA**

Ebola e HIV: esperança renovada

Dois resultados trazem grandes esperanças no combate a uma dupla de vírus que já causaram muitas mortes: ebola e HIV. Contra o primeiro, foi apresentada uma nova vacina. Para combater o segundo, uma terapia baseada em anticorpos. Duas excelentes promessas.

A equipe de Yoshihiro Kawaoka, da Universidade de Wisconsin, em Madison (EUA), desenvolveu uma vacina que emprega o ebola 'inteiro'. Em testes com macacos, a vacina foi capaz de proteger primatas posteriormente expostos ao vírus.

O termo 'vacina com o vírus integral' pode assustar. Mas Kawaoka garante: "Ela é muito segura". O vírus é inativado, e isso é sinônimo de 'morto'. Para isso, os pesquisadores 'apagaram' um dos oito genes do ebola. No caso, um de nome VP30, responsável por dar as instruções para a fabricação de uma proteína que faz o vírus se replicar dentro das células. Além disso, a vacina também foi inativada quimicamente, com o uso de água oxigenada.

Outras vacinas usam o vírus inativado em sua forma integral. Por exemplo, hepatite, poliomielite, gripe e câncer cervical.

Há vacinas que só usam parte das proteínas que ficam na capa (superfície) do vírus. Nesse caso, o sistema imune só cria anticorpos contra esses alvos específicos. Na nova vacina – descrita na *Science* (26/03/15) –, todo o arsenal de proteínas e genes do vírus é apresentado às células de defesa do organismo, que, assim, desenvolve uma resposta imune mais completa e robusta contra o invasor.

Vacinas anteriores baseadas em vírus inativados por outros métodos (irradiação e com produtos químicos) não protegeram contra a doença macacos infectados. Daí essa nova ser uma esperança.

O ebola emergiu em 1976 no Zaire e Sudão e, desde então, já matou milhares de pessoas, incluindo 10 mil delas em seu mais recente surto na parte ocidental da África (ver 'O impacto do ebola', em *CH* 321).

A vacina da equipe de Kawaoka ainda não foi testada em humanos – quatro outras já chegaram atualmente a essa fase.

IMUNOTERAPIA 2.0 Injetar em um organismo anticorpos para combater um vírus não é uma estratégia nova, inclusive contra o HIV, vírus causador da Aids. Em geral, pelo fato de os vírus sofrerem mutação com rapidez, os anticorpos passam a não mais reconhecê-los como inimigos.

Mas, agora, a equipe de Michel Nussenzweig, da Universidade Rockefeller (EUA), empregando uma nova geração de anticorpos com maior capacidade de neutralizar o HIV, obteve resultados muito animadores e promissores. O anticorpo 3BNC117 é capaz de neutralizar cerca de 80% dos tipos (cepas) de HIV conhecidos hoje.

Nussenzweig e colegas – entre eles, a brasileira Marina Caskey, que encabeça a lista de autores – testaram o 3BNC117 em 12 voluntários não infectados e 17 deles com o HIV. Segundo os pesquisadores, a proteína – que foi bem tolerada pelos voluntários – reduziu significativamente a quantidade de HIV (do tipo 1) no sangue dos indivíduos infectados por 28 dias. Esses resultados estão em *Nature* (08/04/15 *online*).

Dos 17 infectados, oito tomaram a dose máxima do anticorpo (30 mg/kg de massa corporal). Monitorado por 56 dias, esse grupo chegou a reduzir em até 300 vezes a quantidade de vírus no sangue. E quatro deles ficaram, por cerca de dois meses, com uma carga viral inferior àquela de antes da imunoterapia.

Essa foi a primeira vez que anticorpos neutralizantes potentes foram testados em humanos. Acredita-se que tais anticorpos sejam capazes de neutralizar até o HIV que permanece 'escondido' em reservatórios no organismo, inatingíveis pelo atual coquetel de drogas usado para tratar a Aids.

O 3BNC117 – isolado por Johannes Scheid, também da equipe de Nussenzweig – é um anticorpo que se liga ao local na 'capa' (envelope) do HIV usado pelo vírus para 'atracar' nas células-hospedeiras, onde irá se reproduzir, aproveitando os genes da célula invadida. Ou seja, sem esse sítio específico, o HIV não consegue invadir a célula e se reproduzir.

Estudos mostram que entre 10% a 30% dos soropositivos são capazes de fabricar anticorpos neutralizantes potentes, como o 3BCN117. Mas isso leva anos depois da infecção. E, passado esse tempo, é bem provável que o vírus já tenha sofrido mutação e agora 'engane' o anticorpo.

Um tratamento baseado somente em anticorpos, reconhecem os autores, não conseguirá controlar a infecção. Será preciso complementá-lo com drogas ou com outros anticorpos, por exemplo. Mesmo assim, os resultados de Nussenzweig e colegas abrem um vasto cenário de abordagens para a prevenção e o tratamento. E, quem sabe, um dia, a cura da Aids.

Uma dessas possibilidades é usar anticorpos neutralizantes potentes como uma vacina preventiva: ou seja, vacinar indivíduos saudáveis para que desenvolvam uma defesa imunológica contra o vírus.

Mas é sempre bom alertar que, em ciências médicas, estradas largas e iluminadas transformam-se, não raramente, em trilhas tortuosas e escuras, por onde jovens promessas se perdem para sempre. No caso de vírus (principalmente), as pesquisas avançam iluminando cada metro à sua frente. Esses dois resultados, sem dúvida, foram passos importantes.

POR CÁSSIO LEITE VIEIRA

PALEONTOLOGIA

‘BISAVÔ’ DOS ARTRÓPODES

Os que costumam seguir o noticiário de ciências talvez estejam acostumados a ver seres bizarros habitando os oceanos primitivos, de centenas de milhões de anos atrás. Mas uma dessas criaturas, recém-descoberta, bem que poderia ser *hors concours* no quesito esquisitice.

A figura abaixo traz uma concepção artística e os restos fósseis do *Aegirocassis benmoulae*. O animal (hoje, extinto) tinha pernas modificadas, guelras nas costas e um sistema de filtragem para alimentação. Com cerca de 2 m de comprimento, a criatura está entre os maiores artrópodes que já viveram.

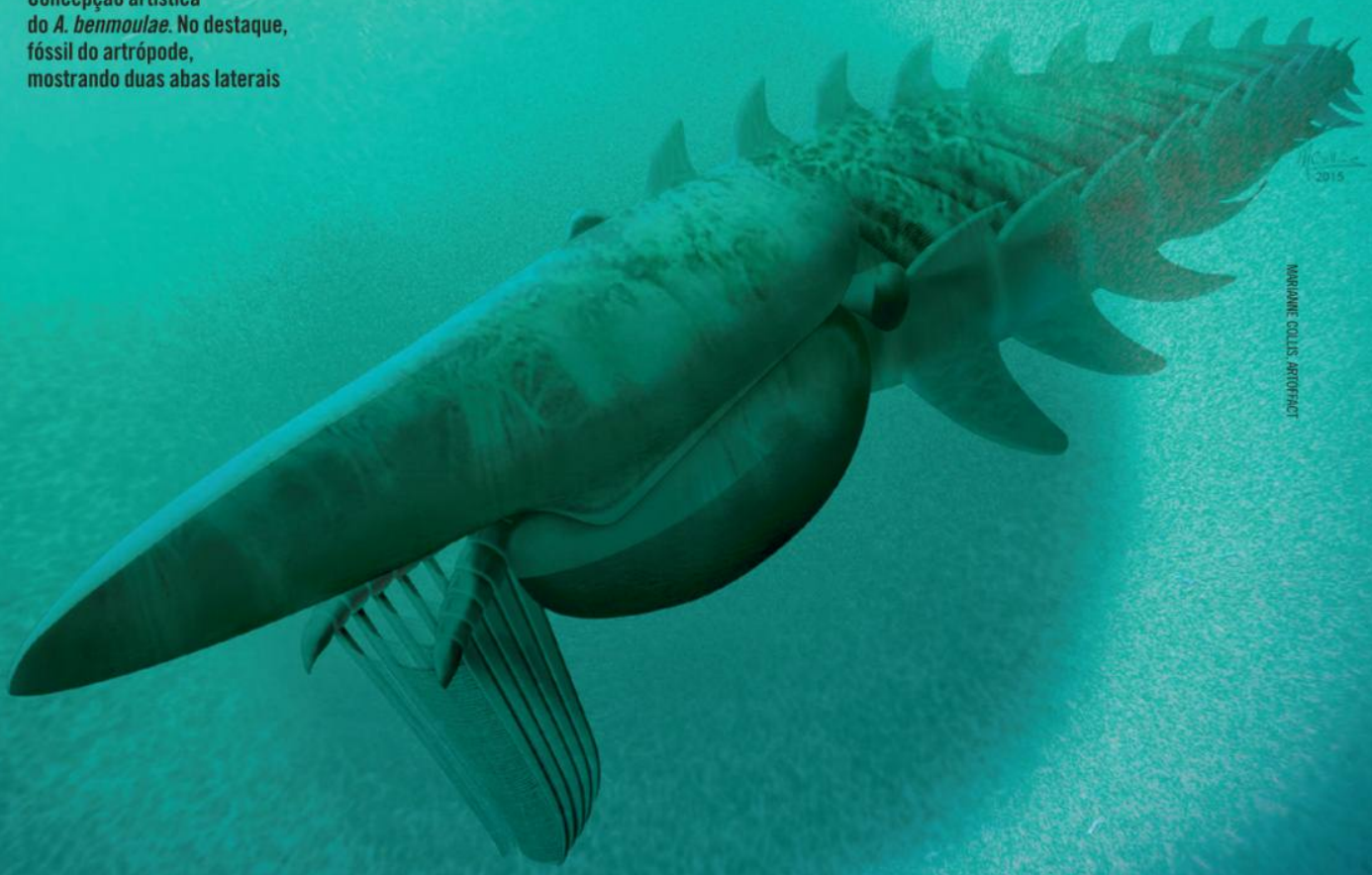
Sim, artrópode. E isso o faz ‘primo’ distante não só dos camarões, lagostas e caranguejos, mas também de besouros e formigas, por exemplo. Artrópodes têm esqueletos externos (exoesqueletos), bem como corpo e pernas segmentados.

O fóssil – descrito em *Nature* (11/03/15 *online*) – foi encontrado no sul do Marrocos, onde viveu há cerca de 480 milhões de anos. Uma característica nova e marcante do fóssil, segundo Peter Van Roy, da Universidade Yale (EUA) e um dos autores do artigo, é o fato de o animal ter dois pares de abas (*flaps*) em cada segmento do corpo. Segundo os autores, isso representa uma fase anterior à fusão dessas abas (superior e inferior) em membros segmentados dos artrópodes modernos.

O *A. benmoulae* – homenagem ao pesquisador marroquino Mohamed Ben Moula, colecionador de fósseis – era um ‘filtrador’ de plâncton – e isso bem antes dos ancestrais dos tubarões e baleias que hoje usam essa forma de alimentação. A maioria das espécies do grupo anomalocaridídeos – ao qual o *A. benmoulae* pertence – agarrava suas presas com as duas ‘pinças’ frontais.

Artrópodes, segundo os registros fósseis, surgiram há cerca de 530 milhões de anos. Hoje, são o grupo de animais com maior número de espécies na Terra.

FOTO PETER VAN ROY, YALE UNIVERSITY



MARIANNE COLLIS, ARTOFFACT

Concepção artística do *A. benmoulae*. No destaque, fóssil do artrópode, mostrando duas abas laterais

SINTONIA FINA

Miopia e ar livre

Londres, 1997. Dois portadores de miopia pesada entabulam o seguinte diálogo: "Meus antepassados deveriam ter sido devorados por leões nas savanas, por não enxergarem praticamente nada de longe. Ou seja, eu não deveria existir". O outro, intrigado pela questão, se pergunta: "Por que a seleção natural não eliminou os míopes, já que eles teriam dificuldade para caçar e seriam presas fáceis?"

A conversa era só uma digressão, passatempo de dois não especialistas em biologia – com formação em física. Agora, Elie Dolgin, em reportagem para a revista *Nature* (19/03/15, pp. 276-278), explica por que as dúvidas desses dois diletantes em darwinismo estavam fora de foco. O culpado (indireto) pela miopia de ambos pode ter sido o fato de eles terem passado boa parte da infância e adolescência com a cara nos livros ou na TV, sem darem muita atenção à luz do Sol.

Um portador de miopia tem dificuldade de enxergar com nitidez objetos que estão longe de seus olhos. Isso se deve ao olho 'achatado nos polos', ou seja, oval. O resultado é que o foco da imagem se forma antes da retina, que está no fundo olho, o que obriga os míopes a usar lentes (divergentes) corretoras, para 'empurrar' o foco um pouco para trás.

Há especialistas que defendem uma 'epidemia' de miopia no planeta. As estatísticas realmente dão o que pensar: 90% dos adolescentes e jovens adultos chineses são míopes, e igual percentual dos jovens coreanos com mais de 19 anos também o são. Nos Estados Unidos e na Europa, o problema já atinge metade dos jovens adultos. Dolgin sintetiza o problema com um número impressionante: no final desta década, um terço da população mundial (cerca de 2,5 bilhões de pessoas) pode ser afetado pela miopia.

Há séculos, a origem da miopia tem sido questionada. A principal suspeita tem, em geral, recaído sobre um ponto: ler muito. A versão moderna dessa hipótese é passar muitas horas na frente de uma tela (TV, computador, celular etc.).

Obviamente, a herança genética não pode ser descartada: hoje, sabe-se que há cerca de uma centena de genes ligados ao quadro. Mas estudos feitos recentemente são quase taxativos em relação a um ponto: a genética não explica tudo, o que parece ser consenso entre especialistas.

A surpresa – pelo menos para um não especialista – é que atualmente a hipótese que ganha mais força quando o assunto é miopia é essa: quanto tempo a criança passa ao ar livre – principalmente, nos anos de desenvolvimento.

Certo, ao se ouvir isso, a primeira coisa é relacionar ar livre com atividades físicas. Mas estudos mostram que não há essa relação. O que se está fazendo parece pouco importar – pode até se estar lendo um livro ou com a cara grudada na tela de computador ou jogo eletrônico.

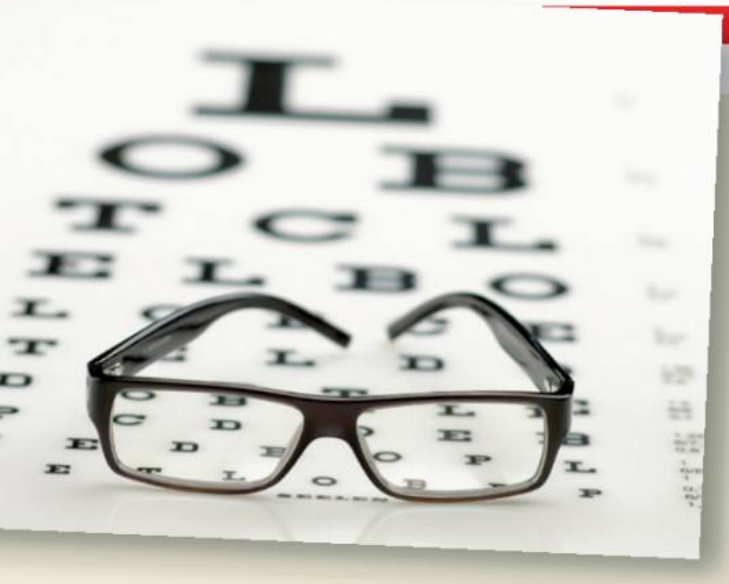
Corra, Brutus, corra!

Uma possível lição a ser extraída do livro *O silêncio dos animais* (ainda sem tradução), do filósofo britânico John Gray, é que a única situação em que realmente demonstramos humanidade é em nossa relação (obviamente, humana, no sentido de bondosa) com os animais – a relação entre humanos é intraespécie e nem sempre... humana. Brutus, mostrado na imagem aí ao lado, corrobora essa afirmação.

Com as quatro patas amputadas, o cão de dois anos de idade ganhou próteses e já dá os primeiros passos. O mais novo cão biônico – ou Bionicão, como no desenho animado – recebeu esse ato humano. Mas isso só ocorreu depois que seu antigo 'dono' (com aspas) o deixou, quando filhote, do lado de fora, no frio intenso. A ponta de suas patas, congeladas, foram amputadas pelo próprio dono... – a maldade do *H. sapiens*, como diz Gray, às vezes, não tem limites.

Depois da amputação caseira, Brutus mal conseguia andar.

Mas a nova dona (sem aspas) – que encontrou Brutus sendo vendido em um parque pelo antigo 'dono' – decidiu que algo teria que ser feito para fazer Brutus voltar a andar e correr. Fez uma campanha pública de arrecadação de fundos, angariou cerca de R$ 40 mil e pagou as próteses e a fisioterapia, que está sob a supervisão de uma especialista do Hospital de Ensino de Veterinária da Universidade do Estado do Colorado (EUA). A esperança no *H. sapiens* foi restituída.



O importante é a quantidade de luz.

Estudos têm mostrado que quanto mais tempo uma criança passa ao ar livre, menor o risco de desenvolver miopia. Uma explicação – que conta com alguma comprovação experimental – é que a luz faz com que a dopamina (uma das substâncias que banham o cérebro) seja liberada na retina. E a ação desse neurotransmissor evitaria que o olho se alongasse durante o desenvolvimento desse órgão. A ausência desse neurotransmissor, no entanto, faria o olho crescer de modo irregular (alongado).

Há os que acham que a luz não é o único fator. Por exemplo, distância – enxergar ao longe – também deve ser considerada. A base do argumento é que a vida moderna encurtou nosso campo de visão, enquanto nossos antepassados olhavam para o horizonte, em busca de caça ou para evitar predadores.

Ler muito ou ficar na frente do computador, portanto, seriam causas indiretas da miopia. Países asiáticos, escreve Dolgin, nas últimas cinco décadas, viram crescer significativamente os casos de miopia. Lá, informa a reportagem, o número de horas gastas por semana com tarefas escolares é quase três vezes maior do que o de um estudante nos Estados Unidos ou no Reino Unido.

Os resultados experimentais dão até uma receita aparentemente simples para diminuir o risco da miopia: três horas por dia de exposição a 10 mil lux, nível de luz equivalente ao da sombra de uma árvore em um dia ensolarado, com a pessoa usando óculos escuros. Não parece muito, mas ambientes internos, dizem os especialistas, mesmo bem iluminados, têm nível 20 vezes menor, em média.

Se os genes, então, têm papel secundário – como dá a entender a reportagem da *Nature* –, então, é possível que os ascendentes dos dois colegas míopes não tenham acabado como refeição de leões.

Mas é importante lembrar que a relação miopia-luz ainda é uma hipótese. E, nessa condição, precisa de dados experimentais para corroborá-la. Ou refutá-la. Até lá, no entanto, fazer as crianças passarem mais tempo ao ar livre tem seus próprios benefícios.

Brutus com sua fisioterapeuta e sua nova dona (agachada) e com as quatro próteses. No detalhes, ele, filhote, com uma das patinhas amputadas

A companhia que fez as próteses já tinha alguma experiência na área: havia feito quatro delas para outro cão, Naki'o – Brutus é, portanto, o segundo do gênero.

Nesse filminho (http://bit.ly/1DItd7r), em inglês, é emocionante ver Brutus voltar a andar com as próteses, ainda auxiliado pela dona e pela fisioterapeuta. Os especialistas acham que ele voltará a andar, correr e brincar com outros cães. Mas isso dependerá ainda de muita fisioterapia. E a tecnologia por trás das próteses e o estudo das articulações e movimentos de Brutus poderão ajudar a devolver próteses para humanos.

FOTOS JOHN EISELE, COLORADO STATE UNIVERSITY

BIOMEDICINA

A PROTEÍNA FORMA O CÉREBRO... OU A PELE?

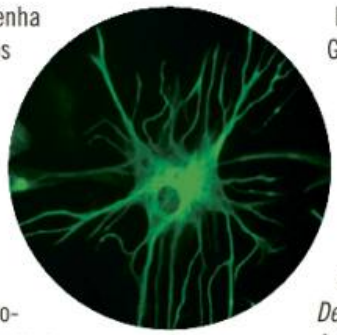


FOTO DE BRUNO PASCAL/WIKIMEDIA COMMONS

É bem possível que a equipe de pesquisadores tenha tido uma reação de surpresa (bem-vinda) com os resultados de um experimento em que uma proteína foi injetada em embriões de anfíbios. A conclusão a que chegou a equipe tem mérito não só por desvendar mais uma peça do intrincado desenvolvimento do cérebro embrionário, mas também pelas possíveis aplicações que traz para a área da biologia e medicina.

Conhecida pela ciência desde 2002, a tal proteína está presente em muitos animais, de moscas a humanos. Nas primeiras, sabe-se que ela é responsável por fazer crescer as asas. Mas restava a dúvida sobre seu papel no desenvolvimento do cérebro de humanos e outros vertebrados.

Para tentar elucidar a questão, o pesquisador José Garcia Abreu, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e colegas de Harvard e Oxford, injetaram a proteína denominada notum em embriões de rãs: estes ficaram com uma cabeça e cérebro extremamente grandes. Quando a proteína estava ausente, os embriões se tornaram apenas uma bolsa de células da pele, sem cabeça e com um cérebro diminuto. O artigo está publicado em *Developmental Cell* (23/03/15).

A descoberta abre uma larga avenida para simplificar a vida dos pesquisadores que trabalham com células-tronco. Para fazer estas últimas se diferenciar nos mais variados tipos de tecido do organismo (de músculos a ossos), é preciso uma receita in-

MEDICINA

ULTRASSOM E ALZHEIMER

Imagine se o tratamento para Alzheimer fosse mais ou menos assim: a pessoa iria uma vez por semana a uma clínica e lá se submeteria apenas a um ultrassom da cabeça. Um artigo científico acaba de mostrar que isso não soa tão ficcional quanto parece.

Esse método não invasivo e sem drogas, neste momento, pertence mais ao campo das promessas. Mas, pouco a pouco, com resultados importantes (e impressionantes), a técnica começa a chamar a atenção de especialistas. Um desses resultados foi agora apresentado por Jürgen Götz e Gerhard Leinenga, do Instituto do Cérebro de Queensland (Austrália) e está citado em reportagem de Emily Underwood, para a revista *Science* (13/03/15, pp. 1.186-1.187).

Para entender essa nova fronteira da pesquisa, o melhor é começar pela chamada barreira corpo-cérebro. O nome diz muito sobre o papel dela: evitar que toxinas e micro-organismos, entre outras ameaças, saiam do corpo e cheguem ao cérebro. Mas esse obstáculo natural é também um problema para tratamentos de quadros cerebrais, pois evita que drogas, por exemplo, cheguem ao local onde devem agir.

A estratégia de Götz e Leinenga foi, de modo simplificado, esta: injetaram microbolhas no sangue de camundongos alterados geneticamente para apresentar um quadro semelhante ao Alzheimer, incluindo a formação de placas anormais da proteína beta-amiloide, que se desconfia ser a causa da doença em humanos.

Feito isso, aplicaram o ultrassom, em ziguezague, cobrindo toda a área do crânio dos roedores – um grupo-controle recebeu apenas as injeções. As sessões de 'ultrassom-microbolhas' – que têm a capacidade de abrir a barreira corpo-cérebro – repetiram-se semanalmente, por cerca de dois meses.

Os animais que passaram pelo ultrassom, segundo os autores, "recobraram plenamente a memória", o que foi verificado em três testes padronizados. Götz e Leinenga disseram ainda que houve diminuição (de duas a cinco vezes) da quantidade de placas de beta-amiloide nos cérebros dos roedores submetidos ao ultrassom.

Os dois pesquisadores verificaram que as células micróglias do cérebro – responsáveis pela 'faxina' do órgão – tinham engolfado muito mais beta-amiloide no grupo que passou pelo ultrassom do que naquele que serviu de controle. A hipótese deles é que o binômio 'ultrassom-microbolhas' estimulou as micróglias a desempenhar melhor suas tarefas.

A técnica também poderia ser usada para tratar tumores cerebrais, dizem os autores. A ideia seria semelhante: injetar microbolhas no sangue, aplicar o ultrassom e, com isso, facilitar a chegada de quimioterápicos ao local do câncer. Especialistas já vislumbram usar a técnica para fazer um pré-tratamento do paciente, antes de submetê-lo a uma neurocirurgia.

Nessa infância da técnica, muito se vislumbra sobre seu alcance e suas possibilidades – e detalhes de sua eficácia são ainda obscuros. E, como era de se esperar, há ceticismo em relação a muitos de seus resultados. Por exemplo – e como esta seção sempre enfatiza –, o que serve para camundongos e ratos nem sempre vale para humanos.

Há também dúvidas sobre efeitos colaterais do ultrassom sobre o cérebro – apesar de resultados com coelhos e macacos terem mostrado que aparentemente não há consequências deletérias para o órgão. Outras questões em aberto: quanto tempo pode-se manter a barreira corpo-cérebro 'aberta' e qual o tamanho dos poros abertos?

O fato é que não há jovem promessa que venha sem 'poréns'. E essa técnica não é exceção.

trincada e variados ajustes finos. Agora, com o resultado de Abreu e colegas, para os especialistas que buscam criar em laboratório células neurais (incluindo humanas), fica a certeza da inclusão de um ingrediente obrigatório: a proteína notum.

O estudo trouxe um bônus: a equipe demonstrou como desativar a ação de uma família de proteínas (wnt) ao se lidar com células-tronco. Por que 'desligá-las'? Razão: se deixadas ativas, elas podem fazer com que as células-tronco evoluam para um tecido canceroso.

O estudo contou ainda com a participação de duas pesquisadoras brasileiras: Nathalia Amado – hoje, em pós-doutorado em Harvard – e Alice Reis, outra pós-doutora, que fez os experimentos no laboratório de José Garcia, na UFRJ.

Garcia resume o alcance dos resultados, obtidos em seu laboratório no Instituto de Ciências Biomédicas na UFRJ: "O trabalho terá impacto na compreensão de muitas doenças [câncer, por exemplo] e, sobretudo, na possibilidade de obter células específicas a partir de células-tronco".

FOTO JULIA FREEMAN/WOOLPERT/FREEIMAGES

MEDICINA

CÂNCER E PNEUMONIA

Um paciente com câncer chega ao hospital com um quadro severo de pneumonia. Em geral, a avaliação dos médicos é a de que o quadro é causado por uma superbactéria, pelo fato de o doente transitar com frequência por ambientes hospitalares. O protocolo, então, é administrar um coquetel de dois ou três antibióticos que combatam todos os micro-organismos resistentes a esses medicamentos. No entanto, agora, esse procedimento pode mudar, graças a um estudo recente de pesquisadores brasileiros que examinaram o problema em detalhes.

Uma paciente com câncer tem, em algum grau, o sistema imune debilitado – quimio e radioterapia contribuem para isso. Acrescente-se a esse cenário as constantes idas a hospitais para consultas e/ou tratamentos, o que aumenta consideravelmente o risco de exposição a bactérias multirresistentes. Entre todos os tipos de infecção, a pneumonia é a mais comum entre pacientes com câncer e causa frequente de internação em UTIs.

A equipe de Jorge Salluh, pesquisador do Instituto D'Or para Pesquisa e Educação (Idor), no Rio de Janeiro (RJ), estudou 325 adultos com câncer, internados com pneumonia severa em três UTIs no Brasil. A conclusão da análise dos dados coletados aponta para um número que surpreende e que talvez ajude a mudar o protocolo baseado em um coquetel de antibióticos: menos de 14% dos pacientes apresentavam infecção causada por superbactérias, como está relatado no artigo publicado pela equipe em *PLoS One* (24/03/15).

A consequência imediata de se tratar todos os pacientes com o mesmo protocolo é que antibióticos levam à criação de superbactérias – daí a necessidade de seu uso e sua venda serem controlados. Outro aspecto: esses medicamentos – como a maioria dos remédios – têm seus efeitos colaterais.

O resultado da equipe de brasileiros ainda esbarra em um problema técnico: um exame para indicar que bactérias estão causando a infecção em uma paciente leva até 72 horas para ficar pronto. E há pacientes que não podem esperar tanto. Em uma linha paralela de pesquisa, Salluh e colaboradores estão estudando novas formas de diminuir essa janela temporal. Uma delas é um teste que detecte os patógenos em até 6 horas, o que possibilitaria dar um tratamento mais personalizado ao paciente, evitando antibióticos desnecessários.

Por quem os cogumelos brilham?

Talvez, você nunca tenha visto um cogumelo brilhar. Mas isso é conhecido desde a Antiguidade. O mistério estava em uma questão (falsamente) simples: por quê? Agora, a equipe liderada por Cassius Stevani, do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, e Jay Dunlap, da Escola de Medicina Geisel, em Dartmouth (EUA), apresentou uma resposta para essa pergunta milenar: a luz atrai insetos. E estes espalham os esporos desse fungo, colonizando novos hábitats.

Publicado em *Current Biology* (30/03/15), o artigo mostra que essa bioluminescência é uma adaptação do fungo, pois obedece ao ciclo noite-dia (circadiano). Assim, a luz é emitida com mais intensidade (no caso, à noite) quando é maior a chance de ser vista pelos insetos, evitando que o cogumelo 'desperdice' energia. Stevani e Dunlap tentam agora identificar o gene responsável pelo brilho.

Encontrado no Brasil, o cogumelo da imagem é o flor-de-coco (*Neonothopanus gardneri*), que se aloja na base de jovens palmeiras e é um dos maiores e mais brilhantes da natureza. Entre as cerca de 100 mil espécies de fungos descritas, apenas em torno de 90 emitem luz.

FOTOS CASSIUS V. STEVANI/IQ-USP, BRASIL

FOTO CICERO RODRIGUES

A SEDUÇÃO DAS GEORGIANAS

Nada pode ser mais enganoso do que essa classificação [caucasiano como sinônimo de branco] e surpreende o fato de ela ainda existir

Basta um cientista transgredir as regras do método científico para, muitas vezes, gerar noções que, mesmo sem sustentação nos fatos, se tornam duradouras e ficam impregnadas nas mentes alheias. Um caso assim teve como protagonista o médico, antropólogo e zoólogo alemão Johan Friedrich Blumenbach (1752-1840), um dos muitos estudiosos que tentaram classificar os humanos em raças, em função da cor da pele. Na opinião de Blumenbach, existiriam cinco raças humanas: caucasianos (brancos), mongóis (amarelos), malásios (marrons, ou morenos), etíopes (pretos) e americanos (vermelhos).

Seu legado mais importante e longevo talvez seja a introdução da etnia caucasiana como sendo sinônimo do branco. Essa definição ainda é comum em prontuários médicos, fichas policiais e outros documentos para descrever o biótipo do indivíduo que supostamente descende do europeu de pele clara. Entretanto, nada pode ser mais enganoso do que essa classificação e surpreende o fato de ela ainda existir sem que as pessoas sequer se mostrem curiosas sobre a sua origem.

Felizmente, ainda existem historiadores dedicados que levam a sério sua missão de esclarecer como surgiram certos conceitos e, sobretudo, explicar como persistem ao longo do tempo. A historiadora inglesa Bettany Hughes tomou para si a tarefa de abordar esse tema e realizou interessantíssimo trabalho *in loco* na região do Cáucaso, na Ásia. Seu fascinante relato, intitulado *Caucasian roots* (*Raízes caucasianas*), é dividido em dois episódios e pode ser ouvido na emissora de rádio britânica BBC-3.

Hughes revela que Blumenbach foi atraído ao Cáucaso pela fama legendária da região, que abriga, entre outros acidentes geográficos, o monte Elbrus (montanha mais alta da Europa) e o emblemático monte Ararat. No último teria surgido, segundo o texto bíblico, a civilização difundida pelo *H. sapiens*, uma das espécies incluídas na lista de passageiros da Arca de Noé. Como benefício extra, Noé teria implantado ali o cultivo de uvas, que em verdade se estabeleceria solidamente na região onde estão hoje Espanha, França, Portugal e Itália (diretamente agraciados com essa bênção).

Portanto, a civilização teria começado no Cáucaso, tese que satisfez e ainda satisfaz grande proporção da população branca da Europa. A linguística histórica confirma o nascimento na região do Cáucaso das línguas indo-europeias, que deram origem a muitos idiomas, falados ainda hoje por cerca de 3 bilhões de pessoas.

Paradoxalmente, os russos da época de Blumenbach divergiam quanto ao uso do termo 'caucasiano'. Para eles, que viviam mais a leste, esse termo era reservado a pessoas de pele escura e aos bárbaros de maneira geral – uma forma de, literalmente, denegrir os vizinhos. Mais adiante em sua narrativa, a historiadora mostra que o antropólogo alemão se convenceu de que os caucasianos (mais especificamente os georgianos e circassianos) eram o povo mais bonito do mundo. Blumenbach chegou a tal conclusão a partir do exame de crânios que apresentavam proporções perfeitas – ou melhor, que ele considerava perfeitas. Ele chegou a dizer nunca ter visto mulheres tão bonitas quanto as georgianas.

Hugues comenta que Blumenbach, assim como artistas e escritores do mesmo período que forjaram a imagem do Cáucaso por meio de uma lente carregada de romance, foi tomado pelo espírito do imperialismo sexual. As caucasianas eram famosas por suprir o mercado de escravas, que então valorizava muito a sua beleza. Assim, o antropólogo baseou sua escolha pelos caucasianos em uma opinião apoiada em não mais que uma estética subjetiva. Sua obra não trazia qualquer análise técnica, além dos vieses que contemplavam prioritariamente o belo. Em outras palavras, Blumenbach cedeu à mítica da odalisca e, embora não advogasse a causa racista, sua tese traiu o método científico. CH

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

MAGLEV

Ao projetar, desenvolver e construir um veículo que flutua sobre o solo, como um 'tapete mágico', o Brasil passou a fazer parte de um seleto grupo de países que detêm a tecnologia de levitação magnética voltada ao transporte.

Resultado de 15 anos de pesquisa e desenvolvimento, o MagLev-Cobra é muito mais do que um meio de transporte urbano: é um projeto sustentável, com benefícios econômicos e sociais e vários desdobramentos tecnológicos para a indústria nacional.

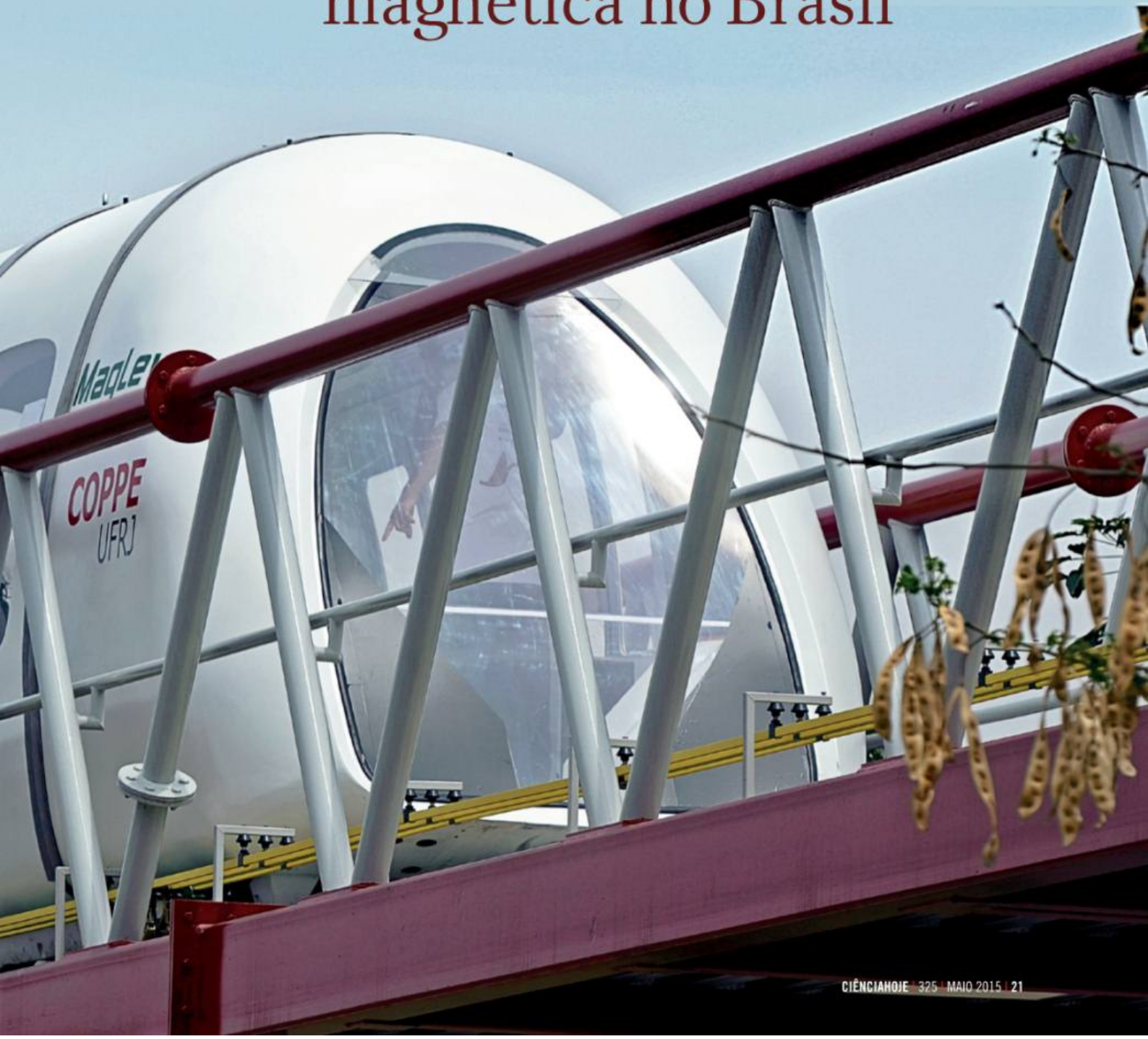
Richard M. Stephan
Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe) e Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Um veículo para transporte de passageiros, flutuando como um 'tapete mágico', sem a necessidade de rodas ou de qualquer outra forma de contato com o solo, tornou-se possível com os avanços tecnológicos de hoje. Esse tipo de veículo emprega a chamada levitação magnética, mais conhecida pela sigla, em inglês, MagLev. Com essa tecnologia, o transporte fica mais silencioso; o consumo energético e a poluição atmosférica são menores e velocidades e acelerações maiores do que os produzidos por trens convencionais; e o desgaste com atrito mecânico é inexistente. Mais uma vantagem: a baixa interferência com obras civis de implantação quando comparada a sistemas que usam rodas e trilhos. >>>

FOTOS CEDIDAS PELO AUTOR

-COBRA

Tecnologia de levitação magnética no Brasil



Na tecnologia MagLev, forças magnéticas – as mesmas que conhecemos ao brincarmos com ímãs – permitem vencer a ação da gravidade e promover o fascinante estado de levitação. Naturalmente, controlar essas forças para transformar uma possibilidade tecnológica em um equipamento de uso corriqueiro, vencendo dificuldades de ordem industrial e econômica, não é tarefa trivial e exige o trabalho de engenheiros, técnicos, físicos, arquitetos, economistas, desenhistas industriais etc. Afinal, nas sábias palavras do engenheiro anglo-australiano Alec Broers (lorde Broers), a "tecnologia, por necessidade, deve ser factível e economicamente viável. Para a ciência, a descoberta é suficiente".

Grupos de levitação

As técnicas MagLev promissoras para aplicações em transporte de massa podem ser divididas em três grupos. O primeiro deles é a chamada levitação eletrodinâmica, que necessita do movimento de um campo magnético nas proximidades de um material condutor de eletricidade (figura 1A).

A levitação eletrodinâmica está baseada no fato de que, se um material magnético fizer um movimento relativo a uma lâmina condutora (e.g., alumínio), correntes elétricas serão induzidas no condutor. Essas correntes, por sua vez, gerarão outro campo magnético, o qual, com base em uma lei da física (lei de Lenz), irá se opor à variação do campo criado pelo material magnético.

A interação entre esses dois campos gerará uma força repulsiva no material magnético. Essa força aumenta com a velocidade de deslocamento do veículo e é a responsável pela levitação. O sistema, se convenientemente ajustado, apresenta comportamento estável, sem precisar de controle, mas necessita de rodas de apoio nas baixas velocidades.

Calcado nesse princípio, o JR-MagLev, proposta japonesa de trem de levitação, já conta, desde 1997, para demonstração e testes, com uma linha dupla, de início com 18,4 km e, posteriormente, estendida para 42,8 km, em Yamanashi, entre Tóquio e Osaka. O veículo atingiu, em abril de 2015, a velocidade de 603 km/h – recorde mundial para essa categoria de transporte.

O Japão planeja prolongar essa linha – que, por enquanto, não opera comercialmente –, para substituir o Shinkansen (sistema com rodas e trilhos), que liga essas duas cidades. Isso será feito em duas etapas: Tóquio-Nagoia, em 2027; e Nagoia-Osaka, em 2045.

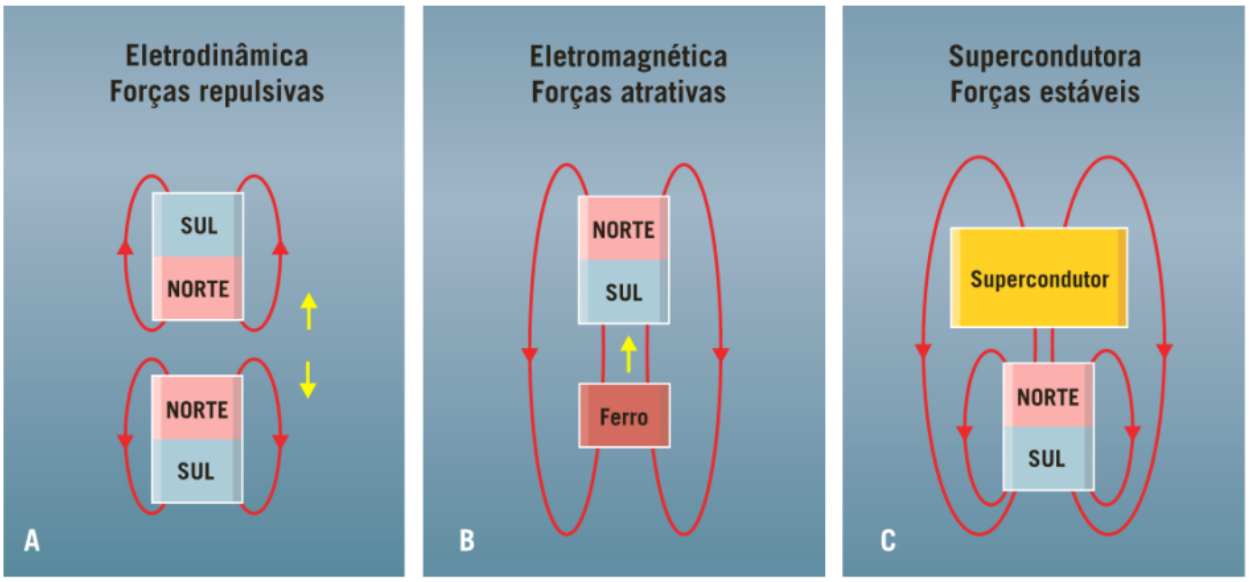
O segundo grupo é a chamada levitação eletromagnética (figura 1B), usada no Transrapid, proposta alemã de trem de levitação, implantada comercialmente, desde 2003, em uma conexão de 30 km, em linha dupla, em Xangai (China), entre o aeroporto internacional da cidade e um distrito financeiro perto dela. A Alemanha também operou uma linha singela de demonstração e teste, com 30 km de extensão, em Emsland.

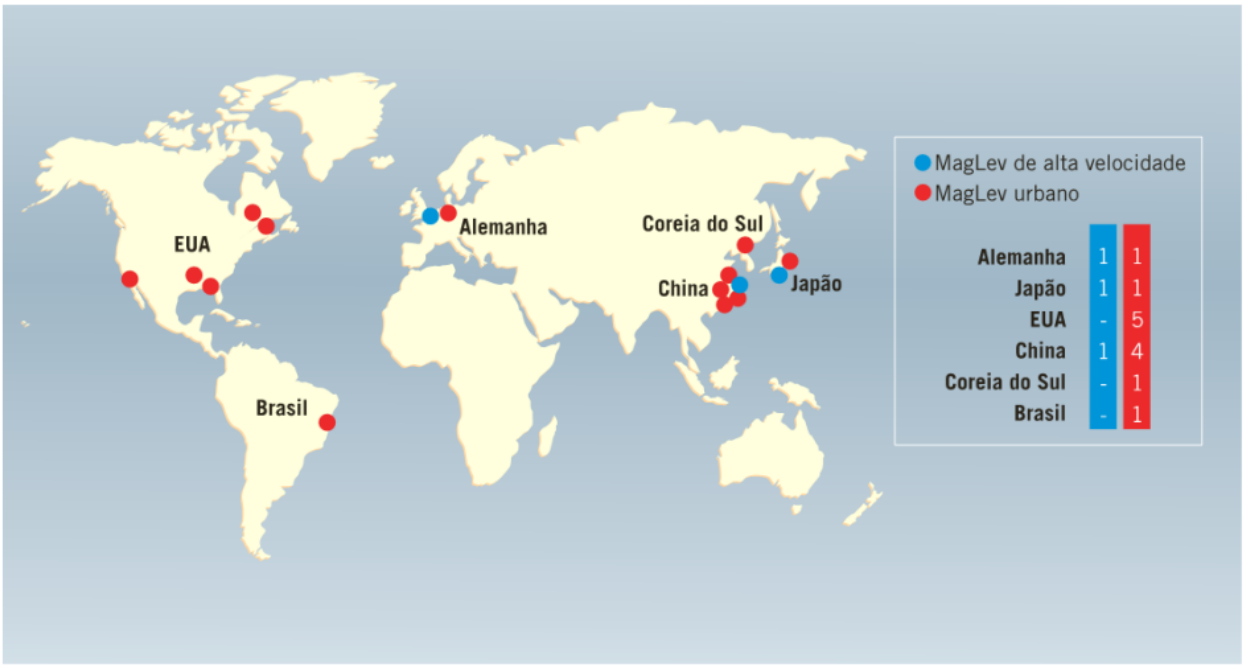
Essa tecnologia explora a força de atração que um eletroímã exerce sobre um material ferromagnético – ou seja, aquele que é atraído por um ímã. A estabilização do veículo, nesse caso, só é possível com um sistema de controle devidamente sintonizado, para manter a altura de levitação próximo de 1 cm.

Grande diferencial

O terceiro e último grupo é o da levitação supercondutora, baseada em uma propriedade (diamagnetismo) presente nos supercondutores (materiais que conduzem eletricidade sem perda de calor): a 'expulsão' do campo magnético de seu interior – portanto, é o comportamento oposto ao dos materiais ferromagnéticos (figura 1C).

Figura 1. Três métodos de levitação magnética empregados em veículos MagLev e suas respectivas forças. Em A, levitação eletrodinâmica. Em B, eletromagnética. Em C, supercondutora





CEDIDO PELO AUTOR

Figura 2. Projetos de veículos MagLev no mundo

Em uma classe (tipo II) de supercondutores, essa 'expulsão' é parcial, o que diminui a força de levitação, mas conduz à estabilidade da levitação em função do chamado efeito de aprisionamento (*pinning* ou pinagem) das linhas de campo magnético que penetram no material. Essa propriedade – grande diferencial em relação à levitação eletrodinâmica e eletromagnética – só pôde ser devidamente explorada a partir do final do século passado, com o advento de novos materiais magnéticos (à base dos elementos químicos neodímio, ferro e boro) e dos supercondutores ditos de alta temperatura crítica – 'alta', no caso, significa temperaturas por volta dos 200 graus celsius negativos.

Vale ressaltar que o Brasil, com o projeto MagLev-Cobra, foi o primeiro país do mundo a ter uma linha de demonstração em escala real dessa tecnologia, apresentada para a comunidade de especialistas na 22ª Conferência Internacional sobre Sistemas Magneticamente Levitados e Tração Linear (MagLev), de 28 de setembro a 1 de outubro do ano passado, no Rio de Janeiro (RJ).

Tração e velocidade

Uma vez que não há mais o contato de rodas com trilhos, a tração de veículos MagLev se dá por meio dos chamados motores lineares, nos quais o movimento de rotação é substituído por um de translação. Os motores lineares são como motores rotativos de raio infinito.

Como não há contato do veículo MagLev com os trilhos, o fornecimento de energia para os motores é um desafio. O uso de um contato elétrico deslizante entre o motor e trilhos energizados torna-se proibitivo para altas velocidades, pois, à medida que a velocidade aumenta, a continuidade desse contato fica comprometida.

Portanto, para veículos MagLev de alta velocidade (cerca de 500 km/h), usa-se um tipo de motor linear (chamado de primário longo) que dispensa esses contatos. Mas essa tecnologia é cara, pois obriga o uso de enrolamentos de cobre distribuídos ao longo da via. Já para aplicações de baixa velocidade, o motor (chamado de primário curto) – que usa esses contatos, como no chamado 'terceiro trilho' do metrô – apresenta vantagens econômicas.

Assim, em relação à velocidade, a tecnologia MagLev encontra-se dividida em dois grandes grupos: i) MagLevs de alta velocidade; ii) MagLevs urbanos. A figura 2 apresenta a localização dos principais projetos.

Digno de nota também é que três projetos MagLevs estão em operação comercial no mundo: um de alta velocidade, em Xangai, e dois urbanos, um no Japão e outro na Coreia do Sul. Os três empregam tecnologia de levitação eletromagnética.

Patentes históricas

Duas patentes marcam historicamente o desenvolvimento da tecnologia de levitação magnética aplicada em transportes: i) a do inventor francês Emile Bachelet (1863-1946), patenteada em março de 1912, nos Estados Unidos, com base na levitação eletrodinâmica; ii) a do engenheiro alemão Hermann Kemper (1892-1977), cuja patente é de março de 1937, na Alemanha, baseada na levitação eletromagnética.

No entanto, apenas a partir da metade do século passado, com a invenção do transistor (microeletrônica), em 1947, e, anos depois, o advento do tiristor (eletrônica de potência), tornou-se possível realizar de forma economicamente atrativa veículos de transporte com tecnologia baseada nesses dois tipos de levitação magnética. Com o

>>>

amadurecimento dos trabalhos, a comunidade internacional interessada no tema passou a organizar, a partir de 1977, as conferências internacionais MagLev, como anteriormente mencionado.

Inicialmente, o evento pendulou entre os EUA, a Alemanha e o Japão, onde estavam os maiores esforços tecnológicos. A participação de outros países da Europa, Ásia e América do Norte também se fez presente com o passar dos anos.

O Brasil ingressou nesse circuito em 2000, quando foi iniciado o projeto atualmente denominado MagLev-Cobra. Até agora, é o único país do hemisfério Sul a participar dessa conferência, a qual já sediou duas vezes, em 2000, e no passado, quando o MagLev-Cobra foi apresentado ao público.

A tecnologia de levitação supercondutora empregada no MagLev-Cobra precisou esperar pelo desenvolvimento comercial de ímãs especiais – feitos à base de elementos químicos denominados terras raras –, bem como de supercondutores de elevada temperatura crítica, o que se deu apenas no final do século passado.

Por essa ocasião, ocorreu outro fato importante para a concretização do projeto do MagLev-Cobra: o físico Roberto Nicolsky, do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), fundou o Laboratório de Aplicações de Supercondutores (Lasup), que permitiu desenvolver inovações tecnológicas, valendo-se desses novos materiais.

2000-2006

Etapa financiada pelo CNPq, pela Capes e Faperj*

Nosso MagLev O MagLev-Cobra desloca-se sobre uma via elevada (figura 3). No centro da pista de deslocamento, encontra-se uma das partes (o secundário) de seu motor linear, empregado na tração. À direita e à esquerda da parte central da via, está a linha de ímãs permanentes. Os criostatos ('garrafas térmicas' de alta qualidade) são mostrados no destaque da figura 3. No interior deles, estão os supercondutores refrigerados com nitrogênio líquido (196 graus celsius negativos), fornecendo uma altura de levitação da ordem de 1 cm. Cada criostato é capaz de sustentar uma carga de 250 kg, e, com isso, o MagLev-Cobra foi projetado para transportar, em média, cinco pessoas por metro quadrado.

O desenvolvimento de um produto com base tecnológica, desde sua concepção até a disponibilidade final para uso seguro pela sociedade, passa basicamente por quatro etapas de amadurecimento: i) prova de conceito, usualmente em modelo reduzido; ii) protótipo funcional, que opera em ambiente controlado, demonstrando a funcionalidade do produto; iii) protótipo operacional,

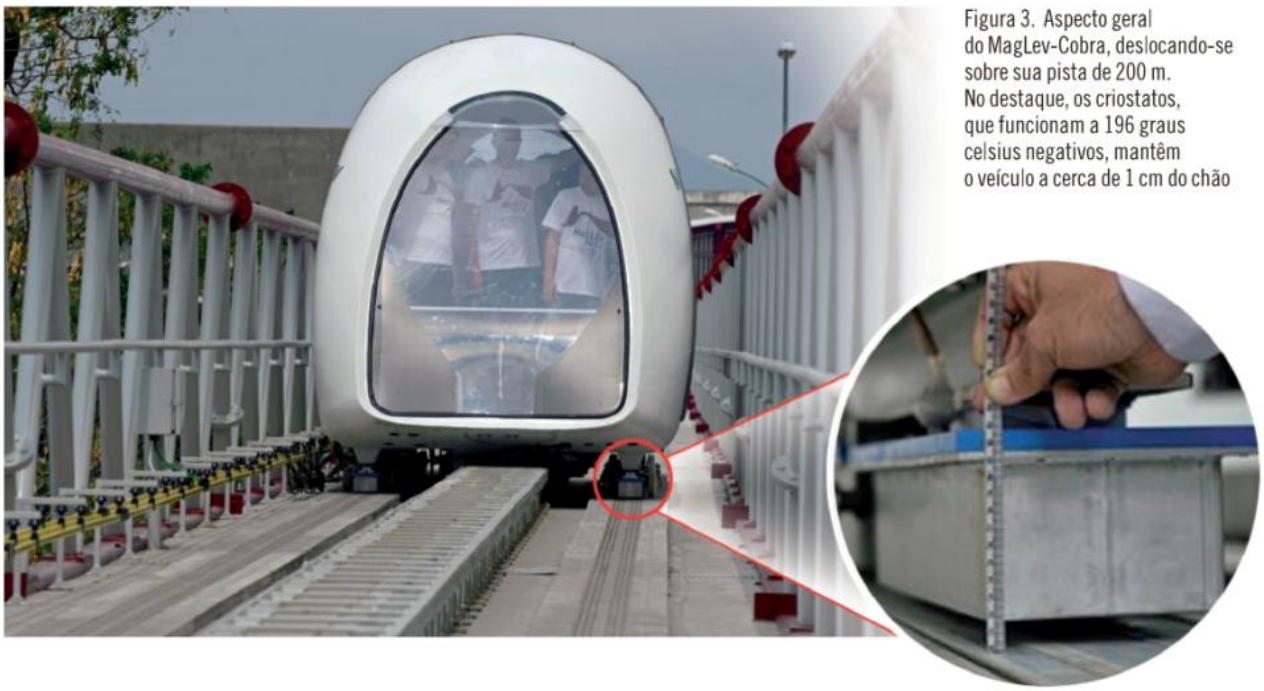
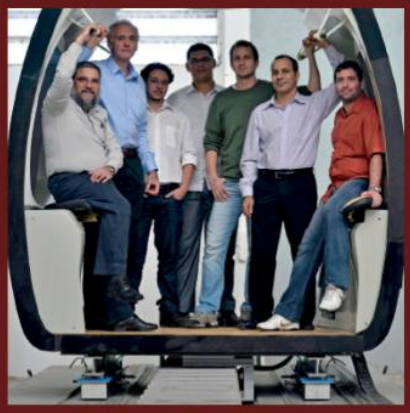


Figura 3. Aspecto geral do MagLev-Cobra, deslocando-se sobre sua pista de 200 m. No destaque, os criostatos, que funcionam a 196 graus celsius negativos, mantêm o veículo a cerca de 1 cm do chão

CEDIDO PELO AUTOR

2008-2012



Etapa financiada pela Faperj

2012-2015

Etapa financiada pelo BNDES*

Figura 4. A evolução do projeto MagLev-Cobra

* CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e Faperj (Fundação Carlos Chagas Filhos de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro) e BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social)

CEDIDO PELO AUTOR

que atua regularmente em ambiente para o qual se destina; iv) industrialização, quando o produto foi testado na segurança de sua operação e no cumprimento da missão a que se destina.

Ao longo de últimos 15 anos, o MagLev-Cobra passou por tês dessas quatro etapas (figura 4). Os projetos da Universidade Jiaotong, em Chengdu, na China, e do IFW-Dresden, na Alemanha, com a mesma tecnologia, ainda estão no interior de laboratórios.

Bem-estar e crescimento Com o projeto MagLev-Cobra, pretende-se mais do que a produção de um veículo para transporte urbano. Existem desdobramentos que derivam naturalmente desse desenvolvimento, como a produção de ímãs de terras raras, que podem ser usados na indústria de máquinas elétricas, por exemplo. O Brasil tem os materiais e o conhecimento tecnológico para o desenvolvimento desse tipo de ímã, restando, apenas, o esforço de industrialização.

Outro desdobramento é a produção de supercondutores, com inúmeras aplicações também no setor elétrico. Aqui, também o Brasil tem os materiais e detém muito do conhecimento para a produção, bastando catalisar esforços para a produção industrial.

Há também a possibilidade de desenvolvimento de mancais magnéticos – que usam os mesmos princípios dos três tipos de levitação – para máquinas rotativas em aplicações que exigem baixo atrito e/ou alta velocidade de rotação (equipamentos para armazenamento de energia, ultracentrífugas, bombas especiais etc.). A lista de possíveis desdobramentos tecnológicos é longa: motores lineares, componentes eletrônicos, veículos leves para transporte. E cada um deles pode contribuir para o crescimento de empresas brasileiras com tradição nessa cadeia industrial. Por fim – e igualmente importante –, é a atração de jovens para a formação acadêmica e industrial em uma área multidisciplinar de alto conteúdo tecnológico.

Os cenários descritos acima poderiam ser estabelecidos por meio das chamadas PPP (parcerias público-privadas), nos moldes do que se fez na construção da linha-teste do MagLev-Cobra – com extensão de 200 m, localizada no *campus* da ilha do Fundão, da UFRJ – que contou com financiamento de quatro empresas.

O projeto MagLev-Cobra enquadra-se na categoria de 'projeto sustentável', pois tem baixo impacto ecológico, baixo consumo de energia, baixo ruído audível e baixo impacto em obras de construção civil – consideravelmente mais barato que a construção de um metrô, por exemplo.

É um projeto de grande alcance social, pois contribui para a mobilidade urbana de qualidade e gera número significativo de empregos. Em resumo: contribui para o bem-estar social e o crescimento industrial, técnico e científico brasileiro. CH

Sugestões para leitura

LIVINGSTON, J. *Rising force*. Cambridge: Harvard University Press, 2011.

STEPHAN, R. M.; DE ANDRADE JR, R.; FERREIRA, A. C. 'Superconducting light rail vehicle: a transportation solution for highly populated cities'. *IEEE Vehicular Technology Magazine* v. 7, pp. 122-127, 2012.

STEPHAN, R. M.; CASTRO PINTO, F.; GOMES, A. C. SANTISTEBAN, J. A.; ORTIZ, A. *Mancais magnéticos: mecatrônica sem atrito*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2013.

NA INTERNET

Sociedade Internacional para o Transporte MagLev (inglês):

http://magnetbahnforum.de/

FOTO-GRAFIA

Numa palavra... muitas histórias luminosas

O ser humano já imaginou muitas formas para eternizar as imagens do mundo à sua volta, fixadas por meio da ação da luz sobre uma superfície qualquer. Entre erros e acertos, tentativas e experimentos, descobertas e invenções, esse anseio acabou se tornando realidade na primeira metade do século 19, com o anúncio de uma grande novidade: a fotografia.

De lá para cá, a expressão que deu nome ao invento, inspirada pelas infinitas possibilidades de 'escrita com a luz', incorporou os mais diversos significados. Hoje, a palavra fotografia continua nomeando praticamente qualquer elemento visível fixado em uma superfície fotossensível. Mas ela também abrange a quantidade imensurável de imagens que circulam nos computadores, celulares e em outras mídias eletrônicas, introduzidas nas últimas décadas, assim como o enorme acervo cultural reunido por quase dois séculos em arquivos, museus e bibliotecas do planeta.

Ciência e arte, hoje e sempre, de histórias luminosas.

FOTO DE HARPREET SINGH / FREEIMAGES

Maria Inez Turazzi
Laboratório de História Oral e Imagem, Universidade Federal Fluminense

2015 - ANO INTERNACIONAL DA LUZ

Há cerca de 200 anos, designamos por 'fotografia' uma variedade quase infinita de imagens. A junção do prefixo *foto* (φωτος, *photós*: luz, claridade) com o sufixo *grafia* (γραφειν, *gráphein*: grafar, escrever), ambos de origem grega, formou o novo vocábulo, incorporado a todos os idiomas no decorrer do século 19 (fotografia, *photography*, *photographie* etc).

A difusão da palavra inspirou-se no fato de que a recente invenção de um tipo de 'escrita' por meio da ação da luz era uma tremenda novidade e, portanto, exigia do mundo científico um nome original e apropriado para batizá-la. Desde então, os sentidos que lhe são atribuídos se diversificaram bastante, mas, de modo geral, seu uso continua servindo para caracterizar a imagem resultante da fixação de qualquer elemento visível sobre uma superfície fotossensível (fotografia/fotografias).

A palavra também passou a ser empregada para definir o conjunto de procedimentos técnicos ou a ação destinada a obter tal resultado ('a' fotografia). Com ela, designamos todas as imagens fotográficas que formam o imenso patrimônio visual guardado em álbuns e livros, assim como em arquivos, bibliotecas e museus espalhados pelo mundo afora. Pelo mesmo nome, chamamos as imagens onipresentes em nossos celulares, computadores e demais mídias eletrônicas.

Mas a natureza físico-química do que ainda vemos como uma 'fotografia' já não é mais a mesma de antes. Muita coisa mudou depois que a revolução digital, na segunda metade do século passado, tornou obsoletas as formulações químicas e os procedimentos técnicos tradicionalmente usados na obtenção de uma fotografia convencional, isto é, por processo analógico. Hoje, muitos preferem tratá-la, mais precisamente, por imagem digital (*digital imaging*, em inglês; *système numerique*, em francês).

A persistência da noção de uma natureza 'foto-gráfica' nas imagens que povoam nosso cotidiano não deixa de ser reveladora da existência de uma longa – e já sedimentada – cultura histórica, visual e técnico-científica ligada à fotografia, seus fundamentos e suas práticas. Os novos componentes da eletrônica incorporaram à obtenção de imagens digitais os componentes ópticos largamente conhecidos no mundo fotográfico (câmara, obturador etc.), ainda que os minúsculos cartões de memória acoplados aos equipamentos atuais arquivem apenas sinais que, por sua vez, são capazes de transformar as informações luminosas em matrizes de impressão, se assim desejarmos.

No entanto, a maior parte das fotografias que criamos não chegará jamais a uma folha de papel, porque agora, além da quantidade infindável de imagens, também já nos acostumamos a vê-las, preferencialmente, na tela de nossos equipamentos eletrônicos.

>>>

MONTAGEM A PARTIR DE FOTOS DE MARTINTOZ/ E MIKAH BURKE / FREEIMAGES

Primazia e disputa Ao longo da história da fotografia, a luz nunca deixou de ser um elemento essencial (e definidor) desse tipo de imagem. Com a fotografia analógica – e, agora também, com sua versão digital –, incorporamos um novo meio de comunicação que pode até prescindir de outros modos ancestrais, como o gesto, a fala, o alfabeto e a escrita (textual), para criar, transmitir ou compreender mensagens, mas não pode dispensar a ação da luz, seja ela natural ou artificial.

Dotada de imenso valor simbólico, a luz tem sido associada ao conhecimento e à razão desde tempos bem mais remotos à sua aplicação na fotografia e, por esse motivo, legou ao novo invento parte de seu fascínio e sua sedução. Indispensável à vida e à visão, fonte de inspiração para a ciência e a arte, a luz é personagem insubstituível da história das imagens fotográficas.

Pintores, gravadores, cientistas e inventores, em geral, procuravam explorar os avanços da física e da química para a captação de imagens pela câmara escura e sua fixação e reprodução por meio de processos físico-químicos, em suportes como o papel e o metal. A daguerreotipia (processo fotográfico sobre metal) foi, então, anunciada pelos franceses, em janeiro de 1839, como a grande novidade do momento, cujos segredos de execução seriam posteriormente revelados ao mundo em uma reunião da Academia de Ciências de Paris (figura 1).

Nos meses seguintes, as notícias sobre aquela invenção correram o planeta, comentadas pela imprensa de diversos países. Como outras invenções, a daguerreotipia era 'um' processo fotográfico, e a sua invenção, o resultado da convergência de descobertas e experimentações de múltiplos atores. Mas a novidade foi anunciada como a invenção 'da' fotografia e logo trouxe consigo um bom número de disputas envolvendo inventores e seus países de origem.

A disputa pela primazia na invenção de um modo de escrever e imprimir imagens pela ação da luz logo se estendeu à disputa pela prioridade no uso da palavra fotografia. Na Inglaterra, o cientista John Herschel (1792-1871), realizando experiências com o escurecimento dos sais de prata pela ação da luz, descobriu as propriedades do hipossulfito como fixador, fato então divulgado no meio científico. A informação deu ao francês Louis Daguerre (1787-1851), pintor e cenógrafo, a ideia de empregar essas propriedades no procedimento que vinha trabalhando, batizado pouco depois com seu próprio nome.

Nesse ambiente de aprendizados recíprocos e experimentações aceleradas – mas também de disputas entre

Figura 1. O indivíduo (à esquerda, na parte inferior da imagem) flagrado no Bulevar do Templo, em Paris, é a primeira figura humana representada em uma fotografia – no caso, um daguerreótipo – e até hoje provoca inúmeras especulações

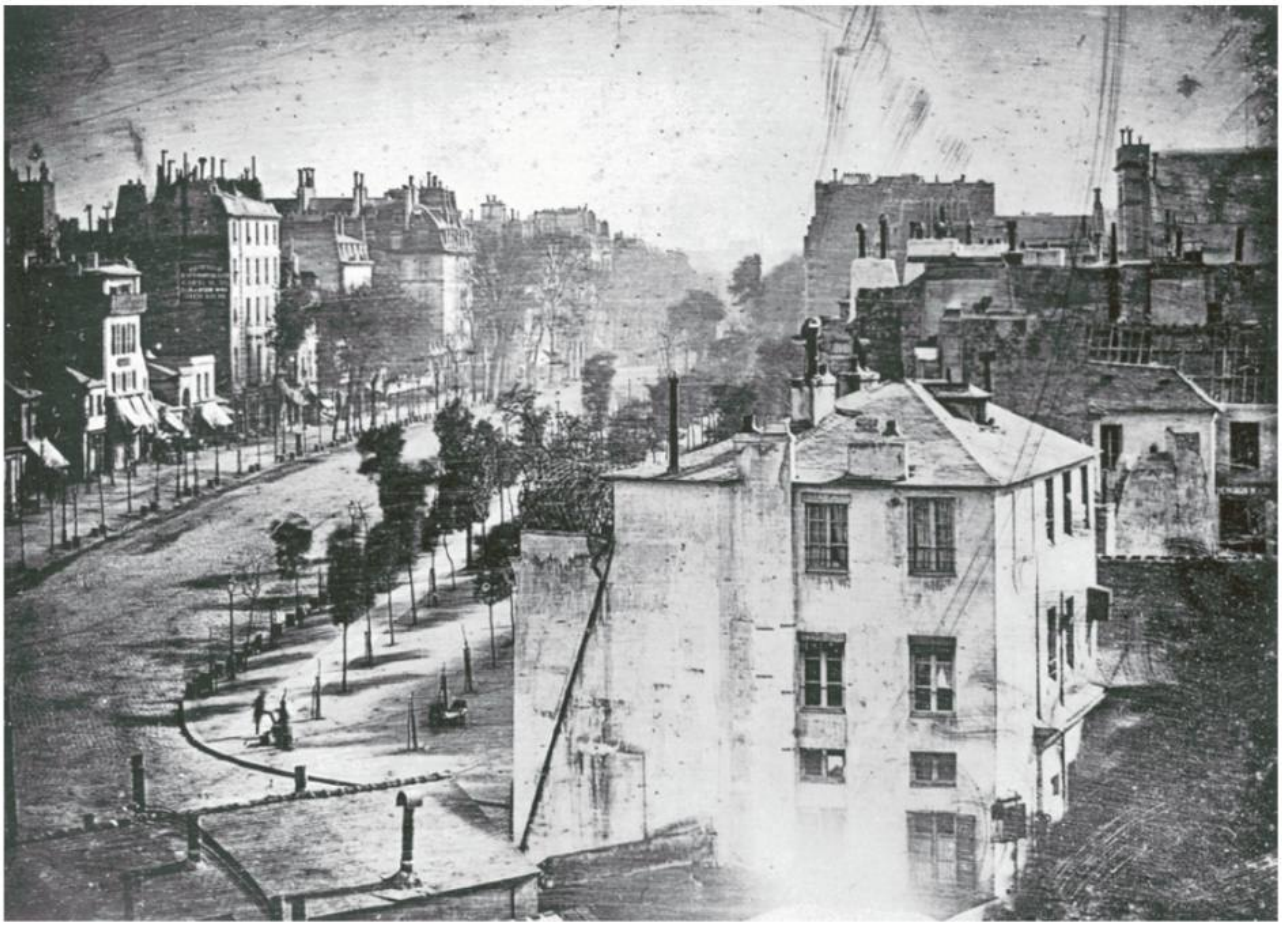


FOTO LOUIS JACQUES MANDÉ DAGUERRE / DOMÍNIO PÚBLICO

FOTO DE HERCULE FLORENCE/ACERVO INSTITUTO MOREIRA SALLES

ingleses e franceses pela anterioridade das experiências fotográficas –, a palavra *'photography'* foi usada por Herschel em uma comunicação na *Royal Society*, de Londres. Não demorou nada para que ela fosse adotada pela comunidade científica internacional. Em julho de 1839, o astrônomo francês François Arago (1786-1853) já se referia à invenção da daguerreotipia usando tão somente a palavra 'fotografia', a exemplo dos jornais franceses e da imprensa de todo o mundo.

Na Inglaterra, o matemático Henry Talbot (1800-1877) também realizava, desde a década de 1830, experiências com a fixação de imagens, ao empregar determinadas substâncias (cloreto de sódio e nitrato de prata) sobre papéis de escrita comum. Talbot submeteu esses papéis à ação da luz – primeiro, diretamente, e, mais tarde, usando a câmara escura –, até que a imagem ali formada se tornasse visível, depois de algumas horas de exposição.

Batizados pelo inventor com o nome de 'desenhos fotogênicos', esses papéis podiam reproduzir, por simples contato com outros suportes, as imagens assim obtidas, embora sua qualidade fosse um tanto precária. Essas experiências, no entanto, culminariam em um processo fotográfico que, depois de aperfeiçoado, recebeu o nome de calótipo ou talbótipo.

Patenteado na Inglaterra em 1841, o calótipo é considerado o primeiro processo fotográfico viável baseado no princípio do negativo-positivo, fundamental para a reprodutibilidade das imagens 'foto-gráficas' e para toda a história da fotografia na era analógica. A imagem formada em uma superfície sensibilizada com sais de prata e exposta à luz aparece com os valores claros-escuros invertidos (em negativo). Essa mesma superfície, quando colocada em contato e novamente exposta à luz com outra superfície sensibilizada, reproduz a mesma imagem com os valores claros-escuros reais (em positivo). Um 'negativo' pode gerar vários 'positivos', nomenclatura também atribuída por Herschel em suas comunicações sobre a fotografia.

'Photographier'

A invenção em terras brasileiras de um processo fotográfico – fato hoje bastante conhecido – ocorreu bem antes de 1839, quando a palavra ainda não era usada com esse sentido em qualquer idioma. Desde o começo do século 19, o vocábulo '*photographie*', com o significado um "ramo da história natural que trata da luz solar" já figurava em alguns dicionários da língua francesa, como o *Dicionário geral da língua francesa e vocabulário universal*, de François Raymond (1832), e o *Dicionário geral e gramatical dos dicionários franceses*, de Napoléon Landais (1834).

Mas o artista e inventor francês Hercule Florence (1804-1879), radicado na antiga vila de São Carlos (atual Campinas, SP), foi o primeiro a adotar a palavra 'photographie' com o sentido moderno, isto é, para batizar a ideia que lhe surgira, ainda em 1832, de um procedimento destinado a "fixar as imagens da câmara escura, por meio de um corpo que mude de cor pela ação da luz", segundo lemos em suas anotações (ver 'Encontro de duas culturas' no suplemento *SobreCultura* que circula com esta edição).

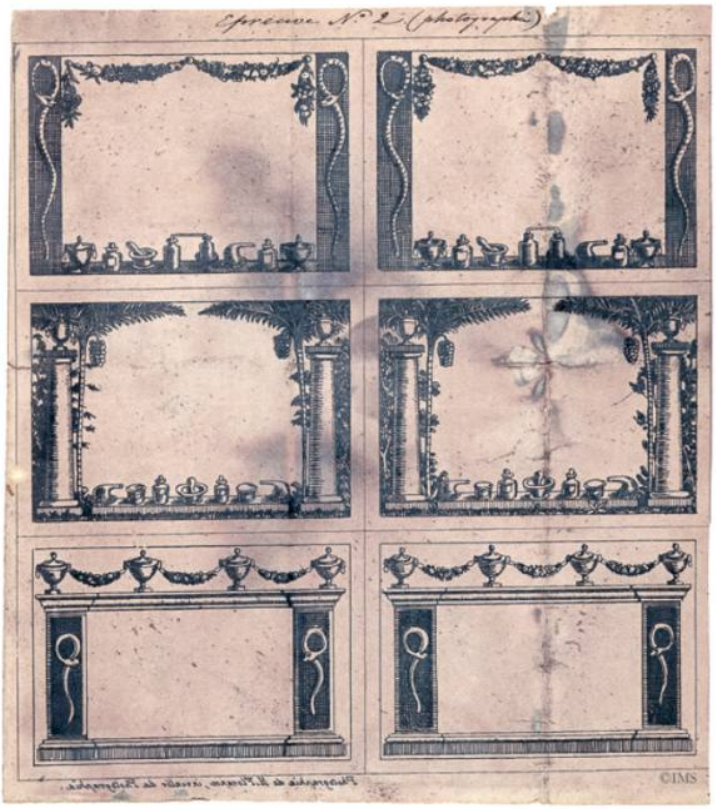


Figura 2. Etiqueta para farmácia, de 1833, produzida no Brasil por Hercule Florence

Enquanto cuidava da aplicação e comercialização da poligrafia (método próprio de impressão), Florence concebeu um processo para "multiplicar os desenhos e os escritos somente pela ação da luz solar", como atesta um manuscrito de 1833. Naquele ano, ele já produzia, por esse sistema, cópias de rótulos de farmácia (figura 2) e diplomas da maçonaria e, em 1834, empregava, pela primeira vez, a palavra *'photographier'*, deixando-a registrada em seu "livro de anotações e primeiros materiais", no qual agradeceu ao farmacêutico brasileiro Joaquim Correa de Mello (1816-1877) – à época, seu principal interlocutor em história natural e outras matérias científicas – pela colaboração na escolha daquela palavra, conforme relatado no livro do historiador e fotógrafo brasileiro Boris Kossoy (ver 'Sugestões para leitura').

A originalidade e a viabilidade da invenção de um processo fotográfico por Florence são hoje internacionalmente reconhecidas, graças às pesquisas de Kossoy, feitas desde a década de 1970. Mas, a despeito desse reconhecimento, a primazia de Florence no uso da palavra fotografia ainda é pouco mencionada pela literatura fotográfica mundial, diante da versão consagrada pelo uso desde os tempos de Herschel.

Em todo caso, se antes os autores dedicados à história da fotografia enfatizavam a 'descoberta' de uma técnica, uma arte, um objeto, um documento, hoje os estudos se

Figura 3. Em A, 'Bioluminescência de fungos: prospecção e ensaios toxicológicos', ganhador do 1º lugar na categoria 'Ambiente externo e paisagem natural: animais, plantas, fotomacrografia', do Prêmio de Fotografia - Ciência & Arte, de 2011. Em B, 'O verme marinho *Chaetopterus variopedatus*', vencedor na categoria 'Imagens produzidas por câmeras fotográficas: ambiente silvestre e antrópico', na edição do ano passado do prêmio

desprendem da disputa pela cronologia e a autoria dos processos inventivos (e seus nomes), buscando antes aprofundar o conhecimento sobre as condições que tornaram a fotografia um campo multidisciplinar de pesquisas e experimentações, além de ressaltar a própria historicidade das diferentes versões para a(s) 'história(s) da fotografia'.

No Brasil A daguerreotipia chegou ao Rio de Janeiro, então capital do Império, às vésperas do Natal de 1839. O navio *Oriental* saíra do porto de Nantes (França), em 25 de setembro, para uma longa viagem ao redor da Terra, prevista para durar cerca de dois anos. A expedição do *Oriental* destinava-se à preparação de jovens aristocratas franceses e belgas para a marinha mercante de seus países e levava a bordo um aparelho para a realização de daguerreótipos.

A invenção francesa era exaltada como demonstração do progresso crescente da humanidade, agora capaz de fixar sobre uma superfície sensível à luz a imagem ali projetada pela "própria natureza". Com o título 'Rio de Janeiro. O Daguerreótipo', publicado no *Jornal do Commercio*, do Rio de Janeiro, em 20 e 21 de janeiro de 1840, lê-se:

"É, com efeito, o invento de Daguerre uma maravilha bem digna da solene recompensa nacional que lhe foi concedida em França, com todas as circunstâncias mais lisonjeiras para um amante da glória. Pelo aparelho, cuja posse já entrou em domínio público, e que em muito excede as mais vivas esperanças do italiano [Giovanni Battista della] Porta [1535-1615], primeiro inventor da câmara obscura, fica a luz, completa conquista do homem, inteiramente sujeita a trabalhar à vontade e para uso dele; ministra-lhe uma poderosíssima alavanca para o aperfeiçoamento, não só de diversos ramos das artes, mas também das ciências, e proporciona-lhes um conhecimento exato e autêntico de todas as partes do globo em que ele habita."

Mais do que comunicar Entre a demorada pose necessária aos primeiros tempos da daguerreotipia e os inúmeros equipamentos disponíveis na atualidade para a obtenção de imagens digitais, deu-se um longo e complexo desenvolvimento da tecnologia voltada para o mundo visual. A fotografia beneficiou-se das numerosas inovações trazidas pelo desenvolvimento da óptica, da química, da mecânica, assim como da eletricidade, da eletrônica e da informática. Por outro lado, as ciências também se beneficiaram com essas novas imagens, pois elas contribuíram, a seu modo e de maneira insubstituível pela palavra, para a constituição de novos saberes.

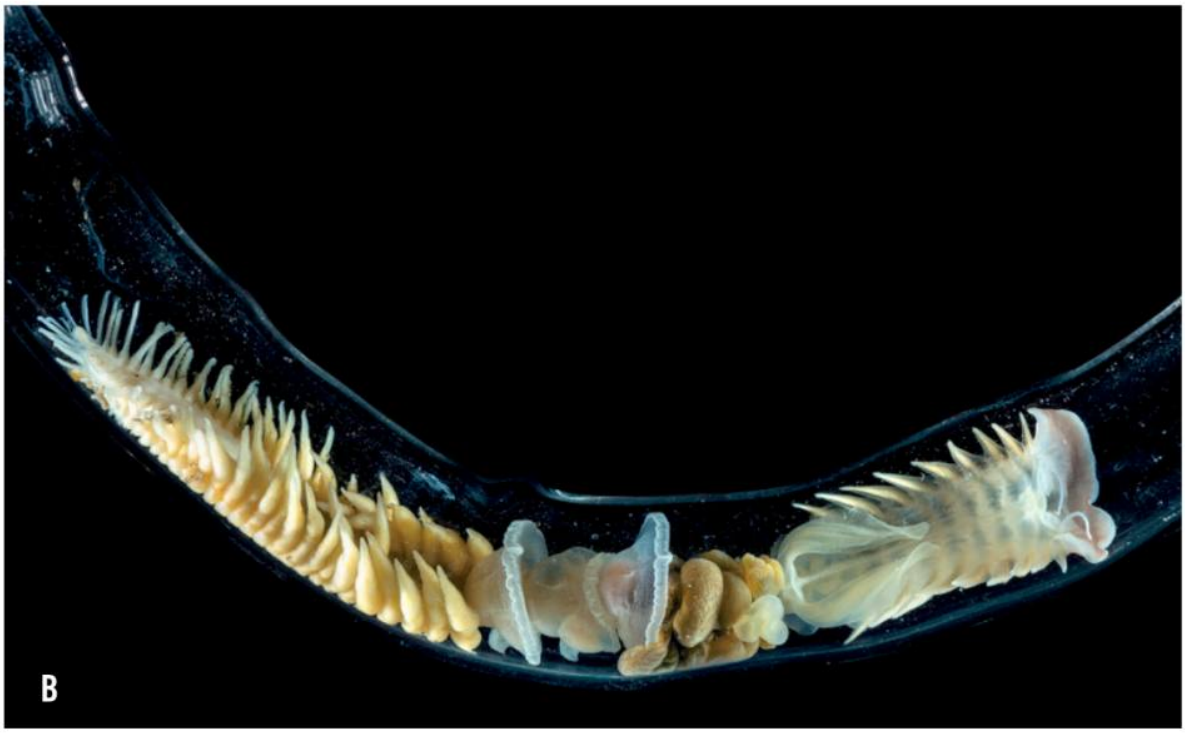
Forma e figura estão presentes, na verdade, desde a geometria grega, passando pela botânica do sueco Lineu (Carl von Linné, 1707-1778) e pela física do britânico Isaac Newton (1643-1727), assim como nas células neuronais simuladas em modernos computadores. Pois, para dar a ver a si mesma, a ciência se utiliza de figuras, desenhos, gráficos, mapas, estampas, fotografias, radiografias, ressonâncias e assim por diante.

Contudo, as imagens não são apenas registro e veículo da comunicação em ciência. Seu lugar constitutivo nessa gama de saberes infindáveis também se conjuga com os verbos 'apreender', 'selecionar', 'observar', 'fixar', 'manipular', 'focar', 'sistematizar', 'revelar', 'desvendar', 'destacar', 'sistematizar', 'antecipar', 'experimentar' etc.

Daí a questão apontada pela pesquisadora portuguesa Olga Pombo (ver 'Sugestões para leitura') de que as imagens fizeram – e fazem – bem mais pela ciência do que comunicar saberes já constituídos: "Todos aqueles que se ocupam da construção de imagens em ciência, tanto os cientistas, nos seus 'cadernos de campo', como os ilustradores de profissão, sempre sentiram que, ao desenhar, ao procurarem representar o visível na sua incompletude, nas suas particularidades, eram convocados a ampliar a sua capacidade de observação, a ver melhor, a

FOTO CASSIUS VINICIUS STEVANI (IOUSP)

FOTO ANDERSON GARBUGLIO DE OLIVEIRA



enxergar o não visto. É toda a ambiguidade da palavra 'ilustração' que está aí presente. Ilustrar é iluminar. Mas iluminar para o outro ver o que nós vemos (redobrar, recordar, representar) ou iluminar para nós vermos o que nós não víamos (ampliar, fazer brilhar)?"

Ciência e arte Em 2011, ao celebrar 60 anos de sua criação, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) instituiu o 'I Prêmio de Fotografia - Ciência & Arte'. Visando ao fomento da produção e divulgação de imagens visuais com a temática de ciência, tecnologia e inovação, a iniciativa foi concebida para viabilizar a criação de um banco de imagens e a publicação de um *Anuário Brasileiro da Fotografia Científica*.

Voltado para a comunidade acadêmica e científica brasileira, o prêmio do CNPq tem semelhança com outras iniciativas no cenário internacional. Entre elas, a do Wellcome Trust, principal organização não governamental de fomento à pesquisa da Grã-Bretanha, que há tempos vem reunindo fotografias "a meio caminho entre ciência e arte" no Wellcome Images – hoje, um dos maiores bancos de imagens científicas do mundo.

No caso brasileiro, as imagens são avaliadas por critérios que, em seu conjunto, têm orientado a observação e a análise da fotografia desde os seus primórdios: "originalidade e ineditismo; inovação e impacto visual; contexto da pesquisa; contribuição ao conhecimento para a popularização e divulgação científica e tecnológica; e qualidade estética".

A última edição do prêmio, ano passado, atingiu a marca de 728 trabalhos recebidos, entre os quais 326 foram pré-selecionados, sendo 205 imagens produzidas por câmeras fotográficas e 121 por instrumentos especiais. As premiações aqui apresentadas (figura 3) reproduzem, em belas imagens, as propriedades bioluminescentes de organismos marinhos que são objeto de pesquisas científicas em laboratórios brasileiros. Elas são, portanto, bons exemplos da pertinência e atualidade dos estudos sobre as relações entre imagem e conhecimento, fotografia, ciência e arte, em quase dois séculos de história. CH

Sugestões para leitura

FABRIS, A.; KERN, M. L. B. (orgs.). *Imagem e conhecimento.* São Paulo: Edusp, 2006.

KOSSOY, B. *Hercule Florence – a descoberta isolada da fotografia no Brasil.* São Paulo: Edusp, 2006.

POMBO, O.; DI MARCO, S. (orgs.). *As imagens com que a ciência se faz.* Lisboa: Centro de Filosofia da Ciência da Universidade de Lisboa/Fim do Século, 2010.

TURAZZI, M. I. 'Máquina viajante'. *Revista de História da Biblioteca Nacional*, v. 52, p. 18-25, 2010.

TURAZZI, M. I. 'O 'homem de invenções' e as 'recompensas nacionais': notas sobre H. Florence e L. J. M. Daguerre'. *Anais do Museu Paulista*, v. 16, p. 11-46, 2008. Disponível em http://bit.ly/18SQ97C

NA INTERNET

Enciclopédia: http://enciclopedia.itaucultural.org.br/#!/q=fotografia

Prêmio 'Fotografia-Ciência & Arte': http://www.premiofotografia.cnpq.br/

Astroecol

A ecologia vai para o espaço estudar as metabiosferas

Impactos de meteoritos em planetas habitados poderiam ejetar para o espaço rochas contendo micro-organismos, que assim chegariam a outros planetas? Essa hipótese, denominada litopanspermia, vem sendo avaliada por cientistas, inclusive com métodos experimentais. Na Terra, as trocas de organismos, recolonizações e extinções entre diferentes hábitats são estudados pela ecologia espacial – por exemplo, com a teoria de metapopulações. A possível ocorrência de processos semelhantes em um sistema planetário, originando uma metabiosfera, abre um novo campo de pesquisas: a astroecologia.

Milton de Souza Mendonça Junior
Departamento de Ecologia,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ogia

A possível presença de restos fossilizados de micro-organismos dentro de um meteorito vindo de Marte – como anunciou, em 1996, a agência espacial dos Estados Unidos (Nasa, na sigla em inglês) – reiniciou um debate antigo. Afinal, os organismos podem viajar entre os planetas e luas de um sistema solar? Mesmo sem naves e sem espécies inteligentes? Talvez sim. Micro-organismos podem ter viajado entre Marte e a Terra, ou entre outros planetas do universo, e podem estar viajando agora mesmo.

Ainda falta provar com evidências concretas, é claro, mas a ideia existe, e há muito tempo: o naturalista francês Benoît de Maillet (1656-1738) propôs, já no século 18, que a vida na Terra teria surgido de sementes vindas do espaço. No século 19, cientistas como o químico sueco Jöns J. Berzelius (1779-1848), o físico e engenheiro irlandês William Thomson (1824-1907), mais conhecido hoje como lorde Kelvin, e o médico e físico alemão Hermann Von Helmholtz (1821-1894) deram um caráter mais científico a essa hipótese, conhecida como panspermia (termo de origem grega que pode ser livremente traduzido como 'sementes por todo lado').

Uma nova disciplina Hoje, imaginamos que esses organismos viajariam protegidos dentro de rochas, ou seja, dentro de meteoroides. Embora a ideia seja antiga, um novo ponto de vista surgiu recentemente: se os organismos podem se dispersar (passivamente) entre planetas, entre biosferas, isso é muito parecido com o que os organismos fazem, aqui na Terra, entre ambientes distantes. Os estudiosos da natureza chamam a questão da dispersão dos organismos de 'ecologia espacial', campo que envolve, por exemplo, áreas de estudo como ecologia de paisagens e biogeografia. Agora, parece que temos um aspecto realmente 'espacial' – ou seja, astronômico – a acrescentar à conhecida ecologia espacial. >>>

IMAGEM NASA

Vamos começar pela Terra. Os ambientes estão espalhados, em nosso planeta, de maneira heterogênea, e por isso a dispersão dos organismos costuma ocorrer em uma paisagem em mosaico, ou seja, composta por diferentes manchas com hábitat adequado a cada conjunto de organismos. A dispersão entre manchas, em que uma espécie precisa cruzar ambiente inadequado para ela, pode ser impossível, incomum ou trivial. Se a dispersão for impossível, as manchas são estanques e paramos por aqui. Se for trivial e corriqueira, o ambiente inteiro, mesmo existindo o mosaico, funciona como uma grande e única mancha.

Quando há um meio-termo, porém, a dispersão é incomum e as manchas com conjuntos de organismos não estão isoladas e tampouco unidas. Em cada mancha há uma dinâmica própria de natalidade, mortalidade, interações entre espécies etc., mas isso pode ser influenciado pela vinda de organismos de outras manchas (por dispersão). Se diferentes manchas têm conjuntos de organismos da mesma espécie e há troca de dispersores, cada mancha contém o que é chamado de subpopulação, e o conjunto de subpopulações forma uma metapopulação (em grego, 'meta' significa 'além'). Se a troca de dispersores ocorre entre conjuntos de organismos de espécies diferentes (ou seja, comunidades biológicas), forma-se uma metacomunidade.

Voltando à questão central, astronômica, pode-se dizer que, se os planetas e luas não forem 'estanques' ou fechados (isto é, se a dispersão de seres vivos entre eles não for impossível e houver dispersores sendo trocados entre biosferas), temos uma nova dimensão possível da ecologia espacial: as metabiosferas. E também uma nova disciplina multidisciplinar, dentro da astrobiologia – a astroecologia.

Testes e experimentos Mas como aconteceria a dispersão entre planetas? Kelvin e outros acreditavam que meteoroides e cometas teriam trazido 'esporos' de organismos para a Terra, mas nesse último caso há questões sem resposta plausível (por exemplo: de onde viriam os organismos presentes nos cometas?). Em artigo publicado em 1908, outro químico sueco, Svante Arrhenius (1859-1927), sugeriu que partículas de poeira carregando micro-organismos poderiam flutuar até o topo da atmosfera e ser impelidas através do espaço exterior pela radiação solar (radiopanspermia).

Nas últimas décadas, uma combinação de descobertas nos levou a outra proposta. Primeiro, constatou-se que impactos de meteoritos sobre um corpo sólido geram 'ejetas', rochas que podem escapar da gravidade do corpo atingido sem enfrentar grandes temperaturas e pressões (processo chamado de espalação). Isso é comprovado pela quantidade de meteoritos de outros planetas encontrados na Terra. Um exemplo famoso é o do meteorito ALH 84001, vindo de Marte, que apresentaria, de acordo com cientistas da Nasa, supostos microfósseis. Segundo, os biólogos abriram os olhos para hábitats novos de todo tipo bem debaixo de seus pés: tem sido encontrada uma diversidade de organismos vivendo em poros dentro de rochas (ecossistemas endolíticos). Em desertos, zonas polares ou nas profundezas do oceano, eles estão lá.

Vários grupos de pesquisa têm encontrado essas comunidades de bactérias, em profundidades cada vez maiores. O ecólogo norte-americano Mark Lever, da Universidade de Aarhus (Dinamarca), e colaboradores publicaram estudo sobre bactérias que vivem, dentro do basalto, 300 m abaixo da crosta terrestre, sendo que sobre essa rocha há 265 m de sedimento oceânico, a mais de 2 km de profundidade marinha! Esses organismos são, em sua maioria, quimiossintéticos (não usam a luz solar para produzir seu alimento, como os fotossintéticos, mas apenas compostos químicos das rochas). Esse hábitat, que pode ser o maior de todos em volume, vem sendo chamado de biosfera profunda.

Assim, os argumentos a favor da litopanspermia (ou 'sementes por todo lado dentro de rochas', já que *lithos* significa rocha, em grego) se fortaleceram. Simulações de trajetórias astronômicas têm mostrado que as rochas ejetadas podem,

FOTO NASA

O anúncio da presença de estruturas supostamente associadas a bactérias em um meteorito vindo de Marte provocou polêmica em 1996

Abaixo, a cratera Barringer, nos Estados Unidos, gerada no passado pela queda de um meteorito. À direita, ilustração de como seria uma dessas quedas. Os cientistas investigam se esses corpos rochosos poderiam trazer organismos vivos e se sua queda poderia ejetar para o espaço (seta) outras rochas contendo organismos

FOTO D. RODDY/USGS

em milhares ou até centenas de anos, alcançar os planetas mais próximos, inclusive (no caso de ejetas da Terra) as luas de Júpiter e Saturno. Restam, é claro, muitas questões. Quanto tempo os organismos podem sobreviver congelados na rocha? Na reentrada em outro planeta com atmosfera, quais as chances de que sejam incinerados dentro do fragmento? Qual a probabilidade de os organismos encontrarem, no novo planeta, ambientes semelhantes àqueles aos quais estavam adaptados?

Pode parecer incrível, mas para tentar obter as respostas o estudo da litopanspermia vem se tornando experimental. A sobrevivência de organismos ao vácuo e a radiações similares às do espaço tem sido testada há muito tempo em laboratórios na Terra. Estudos sobre os efeitos da aceleração decorrente de impactos de rochas contendo organismos vivos são mais recentes. A geneticista alemã Gerda Horneck, do Centro Espacial da Alemanha (em Colônia), é pioneira em pesquisa espacial sobre radiação e participa de iniciativas cada vez mais direcionadas a testar a litopanspermia.

Também têm sido feitos experimentos em órbita terrestre, usando o Biopan, um equipamento da Agência Espacial Europeia (ESA), com alojamentos separados de amostras biológicas para exposição ao espaço. As amostras retornam à Terra em uma cápsula de reentrada atmosférica. No experimento Lithopanspermia, diferentes tipos de organismos, colocados sobre e dentro de rochas, foram expostos por 10 dias ao vácuo e/ou à radiação espacial. Os liquens mantiveram a viabilidade, a capacidade de germinação e a atividade fotossintética. No caso das bactérias, sobreviveram menos de 10% das células. Já as cianobactérias, dentro de rochas, suportaram o vácuo, mas não a radiação.

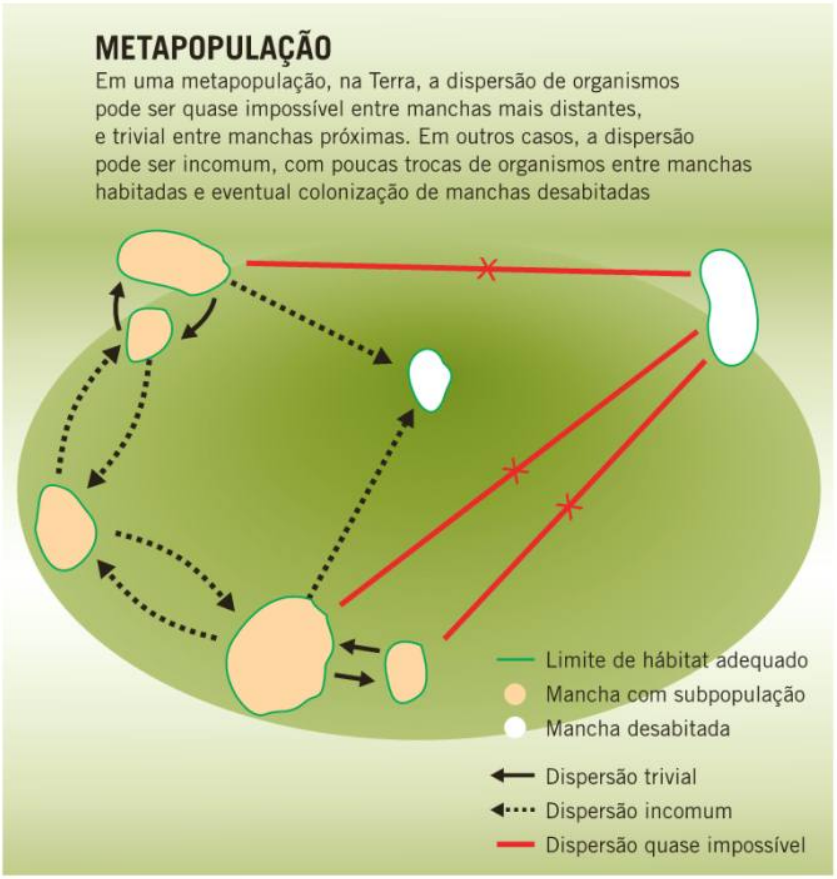
Na cápsula de reentrada do Biopan, uma estrutura expôs ao meio externo rochas contendo liquens. As rochas derreteram externamente e nenhum sobreviveu. O biólogo britânico Charles Cockell, do Centro de Astrobiologia do Reino Unido (em Edimburgo, na Escócia), fez o mesmo experimento com cianobactérias e, novamente, todas foram consumidas pelo calor da reentrada. Embora tais resultados não pareçam muito animadores, eles compõem um começo importante para mostrar se, como e quais organismos poderiam sobreviver à dispersão entre planetas. Outras rochas e organismos estão

sendo testados. Simulações da reentrada em outros planetas talvez revelassem situações distintas: a tênue atmosfera de Marte, por exemplo, deve oferecer um risco menor na reentrada.

Espaço e ecologia Se o estudo da litopanspermia está em evidência e em avanço, faltava encarar a transferência de organismos entre corpos planetários como um fenômeno de dispersão, a ser estudado pela ecologia espacial. O próprio Cockell sugeriu que algo como a biogeografia de ilhas poderia descrever esses processos – a biogeografia de ilhas, proposta em 1964 pelo ecólogo canadense Robert MacArthur (1930-1972) e pelo biólogo norte-americano Edward O. Wilson, é considerada a mãe das teorias de ecologia espacial. Portanto, havia já uma aproximação entre as formas de pensar dos astrobiólogos preocupados com litopanspermia e dos ecólogos atentos à dinâmica espacial dos organismos.

Em artigo publicado em fevereiro de 2014 na revista *Icarus*, propus uma formalização dessa ponte, usando os termos metabiosfera (conjunto de biosferas conectadas por dispersão) e astroecologia. Este é o ramo da astrobiologia que se preocupa com fenômenos ecológicos, complementando as perguntas feitas pelos astrobiólogos.

A astroecologia pode se estender, assim, pelos níveis de organização da ecologia: 1) ecologia do organismo (como organismos terrestres se desenvolveriam e se comportariam em ambientes extraterrestres?), 2) ecologia de populações (como seriam as interações entre organismos extraterrestres: competitivas, cooperativas ou ambas?), 3) ecologia de comunidades (qual a importância de predação, mutualismos e outras interações em outras biosferas?), 4) ecologia de ecossistemas (como é a ciclagem de nutrientes nos ambientes extraterrestres?) e, por fim, 5) ecologia das biosferas (como se formam e se mantêm os ciclos biogeoquímicos globais em outros planetas?).



O processo de dispersão de seres vivos entre subpopulações de uma metapopulação na Terra (esquema no alto) poderia ocorrer, de modo semelhante, entre planetas e luas de um sistema planetário (esquema à direita), originando uma metabiosfera

O impacto do termo astroecologia talvez não seja tão grande. Afinal, algumas dessas perguntas já foram discutidas no âmbito da astrobiologia, como o argumento de James Lovelock, de que Marte não tem vida, pois não há sinal algum de uma homeostase global distinta lá – homeostase é a capacidade de um sistema (no caso, todo um planeta) de se autorregular e se manter em um equilíbrio dinâmico. Em Marte, a atmosfera é quimicamente o que se esperaria de um planeta morto, ao contrário da Terra, onde uma homeostase bem peculiar decorre da ação dos seres vivos. Lovelock propôs em 1972 a hipótese Gaia, segundo a qual o conjunto dos seres vivos da Terra funciona como se fosse um vasto organismo, regulando o ambiente do planeta conforme suas necessidades.

O conceito de metabiosfera, porém, permite imaginar uma série de hipóteses, que já podem ser discutidas hoje. O paralelo que se pode traçar com metapopulações, por exemplo, é interessante: uma população isolada está sujeita a extinção, seja por fatores internos (aleatoriedade na natalidade ou mortalidade, por exemplo) ou externos (um furacão ou outro distúrbio). Se as populações forem estanques, ao longo do tempo o acaso deve levar cada uma delas à extinção.

Voltando à ecologia espacial, se a dispersão entre subpopulações vizinhas (como no mundo em mosaico/manchas) for muito comum, então existe uma grande população, também sujeita a extinção. No entanto, se essa dispersão é eventual (subpopulações nem isoladas, nem conectadas em excesso), então a extinção de uma subpopulação pode ser revertida pela chegada, por dispersão, de organismos de outras manchas (recolonização). Essa dinâmica de extinção/recolonização é chave na teoria de metapopulações: os processos se contrabalançam e, assim, os modelos preveem persistência em longo prazo do sistema. Isso significa que podemos resolver (ou adiar) o problema da extinção das populações.

Por analogia, se as biosferas são integradas por dispersão, um balanço entre extinções globais (causadas por impactos de grandes meteoritos) e recolonizações (por litopanspermia) pode manter o fenômeno da vida por mais tempo em um sistema solar. A vida costuma ser encarada como algo frágil – o que é verdade para a vida complexa como a nossa, a das plantas e a dos fungos. Mas ela pode ser um fenômeno arraigado, difícil de extinguir, nesse contexto mais amplo.

Busca por respostas

Não sabemos ainda da existência de vida em outros planetas. A expectativa, porém, é que Marte, ao menos, reúne ou reuniu condições para ocupação por vida como a conhecemos. Se isso ocorreu, e o planeta perdeu essas condições com o tempo, como parece, pode ter então passado por um evento de extinção global. Será que teria sido recolonizado pela vida da Terra depois disso? Se encontrarmos vida em Marte, e ela tiver laços aparentemente recentes com os organismos da Terra, então teremos uma possível evidência da litopanspermia, e uma indicação de que uma metabiosfera está em operação em nosso sistema solar.

Da mesma forma, podemos prever que sistemas solares com mais planetas rochosos com condições adequadas à vida seriam os sítios mais prováveis para a presença de vida no universo – neles, a litopanspermia teria mais sub-biosferas para operar, o que aumenta as chances de persistência da vida por mais tempo. Se esses planetas e luas forem mais próximos entre si, a probabilidade da litopanspermia operar seria maior, já que as ejetas viajariam mais facilmente entre eles? Essas ideias podem guiar, por exemplo, a busca por civilizações extraterrestres no espaço por programas como o Seti (Busca por Inteligência Extraterrestre).

Inúmeras outras ideias ainda esperam para ser estudadas. A colonização por uma ou poucas espécies pode levar ao desenvolvimento de uma biosfera? Todos os planetas e luas colonizados por vida seriam mantidos relativamente estáveis pela ação dos organismos, em conjunto com o ambiente, gerando uma homeostase global distinta? Ou seja, seriam todas as biosferas capazes de 'deliberadamente' manter estáveis em seus planetas as condições adequadas à vida, agindo como 'superorganismos', para usar o termo de Lovelock?

Em suma: a hipótese Gaia poderia finalmente ser testada? Se considerarmos que estamos alterando o balanço das condições na Terra com as mudanças climáticas globais, e assim 'mexendo' com Gaia, parece relevante saber a resposta. Talvez não haja pergunta mais importante para a humanidade, no curto ou no longo prazo!

Por fim, temos sonhos de viajar pelo universo e colonizar outros mundos, inclusive moldando seus ambientes, para que se tornem mais parecidos com a Terra (terraformação). Somos também veículos de dispersão da vida pelo sistema solar, formadores de metabiosferas? Devemos falar então de antropopanspermia, ou seja, o espalhamento das sementes da vida pelos humanos? Para os que julgam tudo isso muito parecido com ficção científica, vale citar uma das 'leis' do escritor inglês Arthur C. Clarke (1917-2008): "A única possibilidade de descobrir os limites do possível é aventurar-se um pouco além deles, para o impossível". CH

Sugestões para leitura

SAGAN, C. E., *Cosmos*. Lisboa, Gradiva, 2009.

BARCELOS, E. D. *Telegramas para Marte*. Rio de Janeiro, Zahar, 2001.

NA INTERNET

MENDONÇA Jr., M. S. *Spatial ecology goes to space: metabiospheres* (disponível em http://dx.doi.org/10.1016/j.icarus.2014.01.027).

ENXA

Ataques de dor de cabeça intensa e latejante, acompanhada por náuseas, vômitos e intolerância à luz e ao som. Todo esse sofrimento tem um nome: enxaqueca. Essa doença apresenta ainda ocasionalmente sintomas neurológicos, principalmente visuais, chamados de aura. Ela não tem uma causa específica e não é psicológica, mas pode estar associada a mutações em certos genes. Alguns fatores, como estresse, jejum ou consumo de álcool, também podem ajudar a desencadeá-la, mas nenhum deles é obrigatório. O tratamento é baseado no uso de substâncias que reduzem a suscetibilidade às crises.

Maurice Vincent
Faculdade de Medicina e Serviço de Neurologia do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro

QUECA

Origem e tratamento

A enxaqueca, também chamada no Brasil de migrânea, é uma doença que afeta o sistema nervoso central. Cerca de 15% das mulheres e 5% dos homens, em todo o mundo, sofrem desse mal, que atinge predominantemente adolescentes e adultos jovens. As crises prejudicam bastante o bem-estar dos pacientes, com graves consequências para o trabalho, o estudo e o lazer.

O conhecimento da causa e dos mecanismos envolvidos na enxaqueca é o primeiro passo para determinar a melhor forma de tratamento. De início, pensava-se que a doença era causada pela dilatação exagerada das artérias existentes dentro e fora do crânio. Por isso, ela foi chamada, por muito tempo, de 'cefaleia vascular'. Essa noção surgiu na década de 1930, quando os médicos norte-americanos John R. Graham (1909-1990) e Harold G. Wolff (1898-1962) injetaram ergotamina, substância que contrai os vasos sanguíneos, em pacientes com ataques de enxaqueca. Ao notar que a dor de cabeça desaparecia em cerca de 10 minutos e, ao mesmo tempo, diminuíam as pulsações da artéria temporal, na lateral da cabeça, Graham e Wolff concluíram que a dilatação arterial seria a causa do problema.

Essa ideia perdurou até 1981, quando o neurologista dinamarquês Jes Olesen e seus colegas mediram cuidadosamente as variações do fluxo sanguíneo cerebral de pacientes ao longo de crises de enxaqueca e demonstraram que a dor de cabeça não refletia exatamente essas variações. Graças a esse e a outros estudos, sabe-se hoje que a doença é mais neurológica do que vascular. Outra hipótese que chegou a ser considerada, a de uma origem psicológica da enxaqueca, também não se sustenta mais. Trata-se de uma doença orgânica que não depende, como fator causal, do estado emocional dos pacientes.

FOTO DANIEL SZWARCWALD / FREEIMAGES.COM

Doença do cérebro Então, por que ela ocorre? A primeira coisa que deve ser dita é: não sofre de enxaqueca quem quer, só quem pode. Há formas raras que são completamente genéticas. Mutações nos cromossomos 19, 1 e 2 provocam uma variante chamada enxaqueca hemiplégica familiar, na qual os pacientes apresentam, como parte da doença, paralisia transitória em um lado do corpo. Podem ocorrer casos isolados (em que não há outros na família) e, nessas condições, a doença é chamada de enxaqueca hemiplégica esporádica.

A forma mais comum, porém, é dividida em dois tipos básicos: enxaqueca com aura e enxaqueca sem aura. Embora essas variantes não dependam de mutações específicas, a influência genética também é muito forte em ambas. A propósito, se o pai ou a mãe tem enxaqueca, a chance de o filho desenvolver a doença é 2,5 vezes maior que a de pessoas com pais sem a doença. Já passam de 30 os genes apontados, em estudos científicos, como relacionados de alguma forma à tendência para a doença.

Durante a crise de enxaqueca, o mal-estar é muito grande. Os pacientes têm náuseas, vomitam e se tornam intolerantes a sons, luzes, odores e toques, sobretudo na cabeça. O incômodo tátil deve-se a um fenômeno chamado alodínia, quando estímulos não dolorosos passam a ser percebidos como dor. Na enxaqueca com aura, além da dor de cabeça intensa, intermitente, latejante e com localização variada, existem sintomas transitórios decorrentes do mau funcionamento de alguma região específica do cérebro, que em geral antecedem a dor e duram de 20 a 60 minutos. Na maioria das vezes, essa região é relacionada ao processamento da visão, no lobo occipital do cérebro.

Por isso, os pacientes percebem *flashes* ou bolas de luz, raios em zigue-zague, visão embaçada, estrelas ou >>>

brilhos. Podem também perder uma parte do campo visual. Existem casos mais raros de alucinações visuais complexas, como, por exemplo, a perda da capacidade de reconhecer rostos (condição denominada prosopagnosia – figura 1), perceber o próprio corpo ou objetos ao redor pequenos ou grandes demais (visões liliputiana e brobdingnagiana, respectivamente). A noção da passagem do tempo pode ser momentaneamente perdida, com sensação de que tudo passa rápido demais ou muito devagar. A noção de distância pode se perder, ou podem surgir percepções alteradas sobre si mesmo, como braços muito longos, corpo dividido ao meio ou a nítida sensação de que o próprio braço pertence a outra pessoa ('síndrome da mão alienígena'). Essas alterações complexas da percepção sensorial e visual são conhecidas como 'síndrome de Alice no País das Maravilhas'.

A enxaqueca é uma doença do cérebro, e só dele. A riqueza de alterações neurológicas evidencia que a doença não é provocada por anormalidade do fígado, sinusite ou disfunções da articulação temporomandibular, entre a mandíbula e o crânio. Esse tipo de erro é costumeiro, como também é comum imaginar que a enxaqueca tem causa ocular, psicológica, alérgica ou alimentar. Chocolate, queijos ou vinhos não causam enxaqueca, embora possam favorecer algum ataque (como desencadeantes) em pacientes suscetíveis. Da mesma forma, a poeira não causa asma, mas existe maior chance de uma crise quando o indivíduo asmático entra em um ambiente empoeirado. Isso significa que, se alimentos não causam enxaqueca, sua suspensão não é eficiente como tratamento.

Cérebros diferentes O cérebro do paciente com enxaqueca é permanentemente diferente, e não apenas durante as crises. Estudo da neurocientista Nouchine Hadjikhani e colegas, na Universidade Harvard (EUA), verificou que o cérebro de enxaquecosos pode apresentar anormalidades estruturais fora das crises. Mais especificamente, algumas áreas da substância cinzenta (córtex cerebral), por exemplo, são mais espessas em pacientes de enxaqueca. Juntamente com esses pesquisadores, nós estudamos o efeito do tempo e da variação do quadro clínico em doentes com enxaqueca. Técnicas de processamento especiais em ressonância magnética são usadas para comparar exames separados por vários anos. Assim, saberemos se a melhora ou a piora das crises ao longo do tempo produzem alguma influência nesses achados.

As alterações permanentes nos pacientes com enxaqueca são um dos focos principais das nossas pesquisas. Na enxaqueca hemiplégica, identificamos um sinal clínico até então não verificado nessa doença, presente do lado do corpo onde as crises surgem com frequência. Medimos o ângulo formado entre o quarto dedo (anular) e o quinto (mínimo) das mãos quando os pacientes estendem os braços para a frente, fora das crises de enxaqueca, e portanto sem qualquer paralisia. Uma análise estatística demonstrou que esse ângulo é significativamente maior no lado onde os ataques de hemiplegia acontecem (figura 2).

Para entender a natureza dessa alteração, usamos técnicas de ressonância magnética funcional para verificar como a região do cérebro que comanda os movimentos do dedo mindinho na mão funciona no lado que tem as paralisias periódicas, comparando com o que ocorre na mesma região do lado oposto, que comanda a outra mão. As análises mostram que áreas do cérebro que precessam o movimento das mãos são permanentemente diferentese que isso independe da ocorrência de ataques.

Já havíamos mostrado que o processamento visual do cérebro também é diferente nos pacientes com enxaqueca, mesmo fora dos ataques. Quando um estímulo luminoso em zigue-zague foi apresentado à visão de pacientes de enxaqueca com aura, fora das crises, as áreas ativadas nos pacientes, reveladas por exames de ressonância magnética funcional, foram distintas das áreas ativadas em pessoas normais. Isso indica que, independentemente da ocorrência da crise de enxaqueca, existem mudanças permanentes no funcionamento cerebral no que se refere ao processamento da visão. É possível que essas mudanças resultem da expressão do perfil genético desses pacientes, que torna seus cérebros suscetíveis à enxaqueca.

FOTOS CEDIDAS PELO AUTOR

Figura 1. Alguns pacientes com enxaqueca podem sofrer durante a crise uma perda da capacidade de reconhecer rostos humanos (denominada prosopagnosia). Esses pacientes veem as pessoas como ilustrado na figura. Essa anormalidade visual provavelmente decorre de efeitos da depressão alastrante em regiões cerebrais, como a área fusiforme facial (FFA, na sigla em inglês)

Figura 2. A medição do ângulo formado pelos dos dois últimos dedos das mãos em pacientes com diferentes formas de enxaqueca (hemiplégica, com aura e sem aura) e em pessoas saudáveis permitiu demonstrar que, nos pacientes com a forma hemiplégica, esse ângulo, fora das crises, era significativamente maior no lado em que eles diziam sentir ataques de fraqueza nas crises. Esse sinal, conhecido como 'sinal do quinto dedo', não havia sido verificado antes em pacientes com enxaqueca hemiplégica, e indica uma disfunção permanente do controle motor

Os genes envolvidos na enxaqueca hemiplégica familiar contêm informações para a formação de canais que regulam a passagem de íons, como os de cálcio e sódio, pela membrana plasmática dos neurônios. Se esses genes não atuam de modo correto, os canais sofrem alterações, e isso modifica a excitabilidade dos neurônios, resultando em suscetibilidade às crises de enxaqueca. Imaginamos que essas modificações sejam responsáveis pela presença do sinal do quinto dedo na enxaqueca hemiplégica e pelo processamento visual anormal na enxaqueca com aura.

Uma hipótese geral

Mas será que pessoas que têm enxaqueca, mas não enxergam, apresentam as mesmas alterações visuais que aquelas que enxergam? Afinal, se o cérebro processa as informações de forma diferente, o que aconteceria se a função visual fosse anormal? Para responder essa pergunta, examinamos 200 indivíduos cegos ou com visão subnormal, buscando casos de enxaqueca com aura. Esses indivíduos, de fato, apresentam auras mais curtas, com formatos e cores atípicas, ou com percepção sensorial distinta: um dos pacientes experimentava fenômenos auditivos, em vez de visuais, durante sua crise.

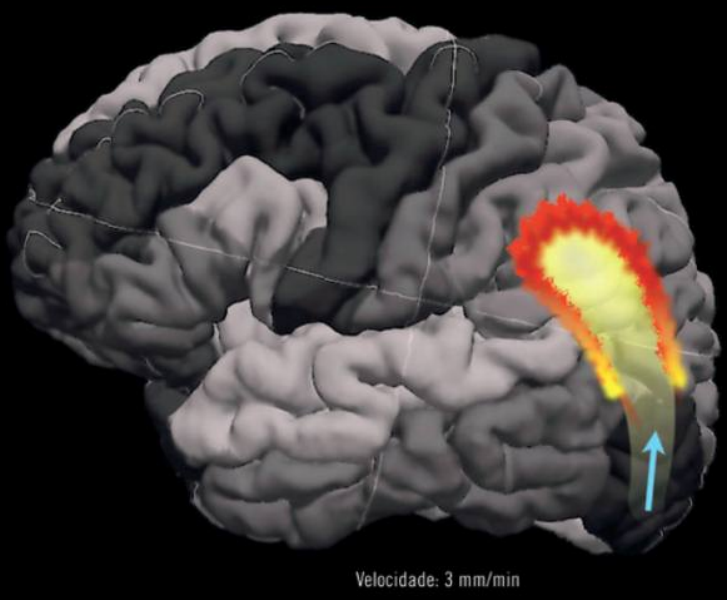
Isso tem duas consequências práticas. Em primeiro lugar, é necessário que a informação visual normal atinja o cérebro para que as auras se desenvolvam tal como as conhecemos. Segundo, nos cegos, o rearranjo das conexões cerebrais oriundas da perda visual pode, teoricamente, levar à produção de percepções sensoriais particulares nesses pacientes.

Os dados disponíveis hoje permitem formular uma hipótese geral para o mecanismo da enxaqueca: de acordo com a herança genética, os pacientes com a doença têm uma excitabilidade exagerada em algumas regiões do córtex cerebral e do tronco cerebral, principalmente em uma área denominada substância cinzenta periaquedutal. Por causa dessa alteração, o cérebro, a partir de estímulos internos e externos, desenvolve de tempos em tempos uma reação caracterizada pelo alastramento de uma onda de excitação, seguida por uma diminuição da atividade neuronal – esse fenômeno é chamado de 'depressão alastrante cortical'.

A depressão alastrante, descoberta em 1944 pelo cientista brasileiro Aristides Leão (1914-1993), viaja pelo córtex a uma velocidade de 3 mm por minuto (ver 'Direção preferencial'). Quando ela passa por áreas responsáveis pela visão no córtex occipital, o paciente experimenta anormalidades visuais. Se a depressão acontece nas regiões relacionadas à linguagem, o resultado é dificuldade para falar. De forma análoga, na enxaqueca hemiplégica, a depressão alastrante afeta o córtex motor. Assim, o sintoma da aura corresponde às regiões corticais acometidas pela depressão alastrante. Mas nem sempre a passagem da depressão alastrante se transforma em sintomas de enxaqueca. É possível que, na enxaqueca sem aura, a depressão possa progredir pelas mesmas regiões sem uma exteriorização clínica, fazendo com que a aura pareça 'muda'.

Em animais de laboratório, a depressão alastrante ativa, no tronco cerebral, o núcleo do nervo trigêmeo, responsável pela sensibilidade da maior parte da cabeça. Isso permite estabelecer uma conexão entre a genética, a depressão alastrante e a dor. Quando ativadas, as fibras do nervo trigêmeo liberam, ao redor dos grandes vasos sanguíneos dentro do crânio e na membrana que recobre o cérebro (as meninges) substâncias inflamatórias que atuam nesses vasos. Essas substâncias, como o peptídeo relacionado ao gene da calcitonina (CGRP, na sigla em inglês), produzem a dilatação dos vasos e reforçam a sensação dolorosa. O processo inflamatório induzido pelas fibras nervosas que se distribuem pela parede dos vasos sanguíneos é denominado 'inflamação neurogênica'.

>>>



DIREÇÃO PREFERENCIAL

A depressão alastrante (figura 3) é um fenômeno neurofisiológico, caracterizado por uma onda de excitação dos neurônios que se propaga a partir de um ponto do córtex cerebral e se espalha para todas as direções – como as ondas formadas em uma poça d'água atingida por uma pedra. A excitação (em vermelho, na figura) é seguida por uma depressão da atividade (em amarelo). Estudos mais recentes sugerem que a onda de depressão, após um período inicial, em que o alastramento é concêntrico e igual em todas as direções, toma um sentido preferencial para seu percurso, como exemplificado na figura, afetando com maior intensidade áreas específicas ligadas, por exemplo, à visão, à linguagem ou ao controle motor.

Novos tratamentos O tratamento da enxaqueca é dividido em três formas.

A primeira, mais importante, é a aplicação de um medicamento preventivo, capaz de reduzir a suscetibilidade do paciente às crises – estas, portanto, se tornam progressivamente menos frequentes, menos intensas e mais curtas. Esse tratamento é medicamentoso e deve ser estabelecido de acordo com cada caso. Não se sabe ainda como todos os medicamentos contra a enxaqueca funcionam exatamente. O pesquisador Michael Moskowitz e sua equipe, também da Universidade Harvard, demonstraram em animais que tanto a velocidade da depressão alastrante no cérebro quanto seu limiar de desencadeamento são reduzidos por vários medicamentos usados para tratar enxaqueca. Supõe-se que esse seja um dos mecanismos responsáveis pelos efeitos desses fármacos nos humanos.

A segunda forma é a oferta de tratamento agudo. Esse tipo de medicamento não previne a doença, mas é capaz de interromper a crise e devolver conforto ao paciente. É muito importante que, nos pacientes em crise, esse tratamento seja instituído o mais precocemente possível, pois quanto mais tarde é adotado, é mais difícil interromper o ataque.

A terceira forma é a adoção de medidas que podem ajudar a reduzir os ataques. Nenhum alimento é proibido para aqueles que têm enxaqueca, mas dormir adequadamente, praticar exercícios físicos regulares, combater a obesidade, alimentar-se de modo saudável e suspender o uso exagerado e continuado de analgésicos pode ajudar no tratamento. A redução de alimentos desencadeadores só deve ser adotada quando o próprio paciente percebe claramente a relação de algum deles com o aumento da frequência de crises.

No entanto, embora sejam eficazes, os tratamentos atuais não garantem 100% de melhora. Felizmente, a pesquisa em busca de novas terapias não para. Hoje, está em desenvolvimento uma nova linha de medicamentos baseada nos mecanismos da doença.

Sabemos, por exemplo, que os níveis de CGRP estão aumentados no sangue extraído da veia jugular nas crises de enxaqueca, e já existem medicamentos, como o sumatriptan, que podem reverter esse aumento, controlando os ataques. Os chamados antagonistas de CGRP podem eliminar tanto a dor quanto os sintomas associados. Tem sido proposta, como nova possibilidade de tratamento para a enxaqueca, a administração intermitente de um tipo específico de anticorpos (monoclonais), que atuam contra o CGRP, como o LBR-101. Propostas como esta ou, quem sabe, intervenções na genética da doença (ou seja, modificar a expressão dos genes responsáveis pela suscetibilidade à enxaqueca), poderão no futuro melhorar a vida de milhões de pessoas no mundo inteiro. CH

Sugestões para leitura

OLESEN, J.; TFELT-HANSEN, P; WELCH. K. M.A.; GOADSBY, P. J. e RAMADAN, N. M. (Eds.). *The headaches*. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

SACKS, O. *Enxaqueca*. São Paulo, Companhia das Letras, 1996.

SPECIALI, J. G. e SILVA, W. F. (Eds.) *Cefaleias*. São Paulo, Lemos Editorial,2002.

VINCENT, M. 'A enxaqueca e seus mistérios', em *Ciência Hoje*, nº 241, v. 41, 2007.

FOTO CICERO RODRIGUES

EXPANSIONISMO MONÁRQUICO (II)

[A guerra da Tríplice Aliança] foi a segunda guerra internacional mais mortífera do século 19

A guerra do Paraguai deve ser entendida no contexto dos conflitos ocorridos na parte meridional da América do Sul, em que as alianças políticas se estabeleceram muito em função das lutas internas no Uruguai e na Argentina, bem como dos interesses de consolidação política de ambos e do Brasil, que buscava a hegemonia na região. Argentina e Brasil intervieram no conflito uruguaio entre blancos e colorados, e os últimos recorreram ao Paraguai que, em 1864, começou a mobilizar tropas.

No final daquele ano, forças do Brasil invadem o Uruguai e, em retaliação, o Paraguai apreende um vapor brasileiro, com o presidente eleito de Mato Grosso a bordo. Em seguida, o Paraguai invade as províncias de Mato Grosso (no Brasil) e Corrientes (na Argentina). Deflagrava-se a guerra, também conhecida como da Tríplice Aliança. Brasil, Argentina e Uruguai uniram-se contra Solano López, o terceiro em uma sucessão de ditadores – José Gaspar de Francia, o doutor Francia (que mandou no país de 1813 a 1840) e o pai de Solano, Carlos López, (de 1844 a 1862) – a manterem o Paraguai fechado sobre si mesmo.

Seguiram-se cinco anos terríveis, nos quais os paraguaios, após as rápidas ofensivas iniciais, colheram uma série de derrotas e refluíram para seu próprio território, arrastando os aliados por terrenos desconhecidos, de vegetação densa e pântanos, viveiro de animais peçonhentos, os soldados vendo-se não raro com água pela cintura, vagando a esmo. Por fim, num terceiro momento, após a batalha de Lomas Valentinas, a queda de Assunção e a fuga – até hoje mal explicada – de Solano López, procedeu-se à caçada do ditador, morto em 1° de março de 1870 pelo general Patrício Câmara, depois Visconde de Pelotas.

"Maldita guerra, atrasa-nos meio século", desabafara João Maurício Wanderley, o Barão de Cotegipe, em carta a Francisco Inácio Moreira, o Barão de Penedo, datada da Corte, a 12 de maio de 1866. Mal sabia que o drama apenas começava. A frase é epígrafe e título do livro já clássico do historiador Francisco Doratioto, possivelmente o melhor já escrito entre nós sobre o episódio. Embora aliados, Argentina e Brasil se olharam com desconfiança o tempo todo. Era sabido que a Argentina almejava anexar o Chaco paraguaio, mas o Brasil temia que viesse a engolir o Paraguai inteiro, refazendo territórios do antigo vice-reino do Prata.

O Brasil, por sua vez, desejava manter o Paraguai sob controle, algo incompatível com as pretensões argentinas. Engolfado no conflito por conta de suas desavenças internas, o Uruguai logo se afastou dele, para tentar resolvê-las. Vendendo couro e carnes aos exércitos da Tríplice Aliança, a Argentina ganhou muito dinheiro, acercou-se do capitalismo central – leia-se, da Inglaterra –, cabendo ao Império do Brasil, que atingira no tempo da guerra o ápice da centralização política, liquidar o assunto quase sozinho.

O saldo, em mortos, é discutido até hoje: em torno de 50 mil brasileiros, o dobro ou o triplo do lado paraguaio, um pouco menos de 20 mil argentinos, um pouco mais de 5 mil uruguaios. As mortes ocorreram nos campos de batalha mas as causas foram, sobretudo, fome, cansaço e doenças. Foi a segunda guerra internacional mais mortífera do século 19, e, ao lado da Guerra Civil norte-americana (maior hecatombe bélica, até então), um ponto de viragem na história dos conflitos armados, que passaram do movimento à lentidão.

Guerra difícil, para os brasileiros: lutada longe de casa, em terras que os três ditadores paraguaios haviam mantido secretas, ausentes dos mapas conhecidos. Após o fim, seis anos de controle quase absoluto do Brasil sobre a república derrotada. Guerra feia, como todas, mas o foi dos dois lados. Sabe-se hoje que López, um visionário perigoso, arrastou seu povo, adultos, jovens e crianças, para uma aventura irresponsável e inútil. E que a memória paraguaia agigantou os números de vítimas, chegando a alardear ter sido de 1 milhão, quando qualquer cálculo demográfico não atribui ao Paraguai da época mais do que 400 mil habitantes. CH

LAURA DE MELLO E SOUZA
Departamento de História, Universidade de Paris 4 – Sorbonne
Membro da Academia Brasileira de Ciências

Minúscula e bela

DESCOBERTA EM SANTA CATARINA A MENOR FLOR DE ORQUÍDEA DO MUNDO

À primeira vista, parecia um fungo. O ponto branco em um galho guardado na estufa do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) intrigou o biólogo Carlos Eduardo de Siqueira. Curioso, ele decidiu examinar o 'bolor' ao microscópio. E então veio a surpresa: a inflorescência que acabava de visualizar era uma orquídea, a menor já observada no planeta, medindo cerca de 1 milímetro.

A planta sem folhas, do gênero *Campylocentrum*, foi coletada um ano antes na Unidade de Conservação Ambiental Desterro (Ucad), área natural protegida da universidade, pela orientadora de mestrado de Siqueira na UFSC, Ana Zanin. Junto com outros espécimes, foi colocada na estufa para aguardar a floração e sua posterior identificação. "Sem a flor é quase impossível distinguir espécies morfologicamente semelhantes", explica o biólogo.

Uma vez feita a análise, Siqueira percebeu que se tratava de uma nova espécie de orquídea e a batizou de *Campylocentrum insulare*, em homenagem à ilha de Santa Catarina.

Antes de florescer, a pequena planta se confunde com uma raiz; ao desabrochar, surgiram seis pequenas flores brancas com centro amarelo de menos de 1 milímetro. O conjunto floral não chega a meio centímetro.

O trabalho foi publicado na *Systematic Botany* de fevereiro deste ano. A descrição contou com a colaboração do biólogo e ilustrador científico Rogério Lupo.

FOTOS CARLOS EDUARDO DE SIQUEIRA/PPGFAP/UFSC

Proteção para peças e engrenagens

REATOR DE PLASMA PRODUZ FILME DE CARBONO PARA REVESTIMENTO

Pesquisadores da Universidade do Vale do Paraíba (Univap) e do Instituto de Tecnologia Aeronáutica (ITA) desenvolveram um equipamento que produz filmes à base de carbono para revestir peças hospitalares, automotivas e aeronáuticas. Testado em instrumentos de aço, polietileno e parafusos, o material – chamado Diamond-like Carbon (DLC) – se mostrou altamente resistente ao desgaste e ao atrito e foi capaz de inibir a proliferação de fungos.

O material a ser revestido (ou lubrificado) é introduzido no equipamento – um reator de plasma –, que recebe comandos de um computador. O tempo de exposição ao gás ionizado (eletricamente carregado) é o que determina a espessura e a eficácia do revestimento.

Além de cobrir metais, o filme também pode ser usado para revestir óculos e vidros. "Se as empresas adotarem o processo em suas linhas de produção, as peças já poderão sair da fábrica com mais durabilidade, reduzindo despesas de manutenção", avisa o físico Fabiano Pinto Pereira, pesquisador da Univap e um dos idealizadores do reator.

A peça a ser revestida é colocada no reator de plasma, onde recebe os gases de carbono eletricamente carregados por um determinado tempo – dependendo da espessura do revestimento, o processo pode levar de segundos a horas

FOTO DIVULGAÇÃO UNIVAP

POR **ALICIA IVANISSEVICH**

COLABORARAM **EVERTON LOPES, RICARDO MENANDRO E VALENTINA LEITE**

Primeiro parque hidrocinético

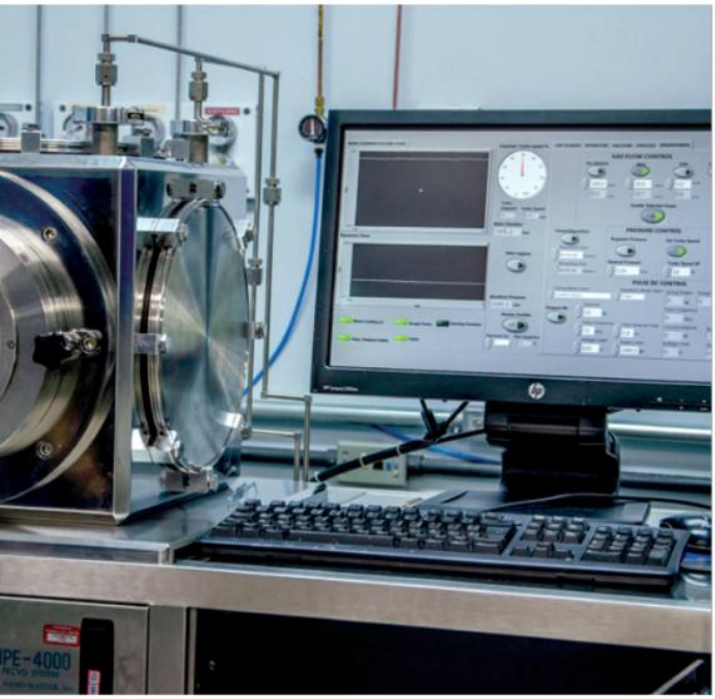
BRASIL TERÁ ENERGIA GERADA A PARTIR DO MOVIMENTO DAS ÁGUAS

Acordo assinado entre a Eletronorte e a Itaipu Binacional permitirá instalar o primeiro parque hidrocinético fluvial brasileiro, no rio Tocantins (PA). A ideia é produzir eletricidade a partir da energia gerada pela força do movimento das águas na Usina Hidrelétrica de Tucuruí. O fluxo da corrente, a jusante da usina, chega a uma velocidade que varia entre 1 e 2,5 metros por segundo, criando uma condição quase perfeita para o aproveitamento hidrocinético.

Ainda não há previsão para o término do projeto. A força das águas – tanto em rios quanto em mares – desponta como uma tendência mundial no setor. O acordo também prevê o mapeamento do potencial hidrocinético dos rios brasileiros. Mais informações em: http://agencia.eletronorte.gov.br/site/2014/11/04/tucurui-t.

DIVULGAÇÃO/AGÊNCIA ELETRONORTE DE NOTÍCIAS

Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, no Pará



Avanço contra Parkinson

IMPLANTE DE CÉLULAS-TRONCO EMBRIONÁRIAS REDUZIU SINTOMAS EM CAMUNDONGOS, SEM PROVOCAR EFEITOS COLATERAIS

Cientistas brasileiros deram um passo importante no tratamento da doença de Parkinson, que destrói os neurônios responsáveis pelo controle dos movimentos corporais e atinge mais de 10 milhões de pessoas no mundo. Os pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e do Instituto D'Or de Pesquisa e Ensino (Idor) implantaram, no cérebro de camundongos, células-tronco embrionárias (capazes de se transformar em qualquer tecido do corpo) tratadas previamente com uma substância anticancerígena, a mitomicina C. Usada no tratamento do câncer de estômago, a mitomicina C previne o crescimento descontrolado das células e, portanto, o surgimento de possíveis tumores. O estudo foi publicado no periódico *Frontiers in Cellular Neuroscience*, em abril.

É bom lembrar que os medicamentos usados hoje para tratar a doença de Parkinson não conseguem deter o seu avanço, além de causar diversos efeitos adversos.

No estudo liderado pelos neurocientistas Stevens Rehen, do Instituto de Ciências Biomédicas (ICB) da UFRJ e do Idor, e Jean Christophe Houzel, também do ICB, camundongos com sintomas similares aos de Parkinson foram divididos em três grupos: o grupo-controle, que não recebeu o implante; um segundo grupo, no qual foram injetadas cerca de 500 mil células-tronco sem tratamento prévio; e um terceiro grupo, que recebeu a mesma quantidade de células-tronco, mas tratadas com mitomicina C.

Nos animais em que houve implante sem tratamento, foi constatada melhora das funções motoras; porém, todos apresentaram tumores e morreram entre três e sete semanas depois. Já no último grupo, além de ter melhora nos sintomas, os camundongos sobreviveram por 12 semanas sem a formação de tumores. Quatro desses animais – monitorados por 15 meses – se mantiveram saudáveis durante todo esse período. Além disso, nas células-tronco tratadas com mitomicina C *in vitro*, a liberação de dopamina (neurotransmissor envolvido no controle motor) quadruplicou nos neurônios diferenciados. Os animais do grupo-controle mantiveram os sintomas de Parkinson durante todo o período do estudo.

"A simples estratégia de expor as células-tronco a um medicamento contra o câncer tornou o transplante de células-tronco uma opção mais segura, eliminando o risco de formação de tumores", diz Rehen.

Agora é esperar e torcer para que os testes em humanos se mostrem tão seguros e promissores como em animais.

Ciência na ditadura

PORTAL REÚNE TRAJETÓRIA DE PESQUISADORES ATINGIDOS OU PERSEGUIDOS PELO GOVERNO MILITAR

Cientistas, pesquisadores e professores universitários que tiveram suas carreiras interrompidas ou prejudicadas durante o período ditatorial (1964-1985) por questões de natureza política ganharam um novo espaço virtual: o portal 'Ciência na ditadura' (www.cienciaanditadura.net). Criado pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict) e pelo Museu de Astronomia e Ciências Afins (Mast), o portal pretende apresentar à sociedade a dimensão e o impacto da repressão política sobre a atividade acadêmica no Brasil, assim como resgatar histórias não conhecidas e registrar informações sobre esse período obscuro da história brasileira.

Coordenado pelo historiador Ricardo Pimenta, do Ibict, o portal tem o Instituto Ciência Hoje (ICH) e a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) entre seus parceiros.

Para cada cientista, foi elaborado um verbete com informações sobre as violências e/ou prejuízos sofridos: muitos foram submetidos a inquéritos policiais militares, demitidos, aposentados, torturados e/ou mortos; outros foram censurados, tiveram suas carreiras cerceadas e foram obrigados a buscar amparo em instituições de ensino e pesquisa no exterior.

Os organizadores do portal querem incentivar a produção de novos verbetes de forma colaborativa: ao fornecer informações sobre os pesquisadores, os visitantes contribuirão para aperfeiçoar esse repertório.

Nova espécie de tubarão

ANIMAL FOI ENCONTRADO NO LITORAL BRASILEIRO A 500 METROS DE PROFUNDIDADE

Pesquisadores das universidades de São Paulo (USP), Estadual Paulista (Unesp), em São Vicente, e do Estado do Rio de Janeiro (Uerj) identificaram uma nova espécie de tubarão que habita o litoral brasileiro – do Nordeste ao Sudeste – em profundidades de 500 m. A descoberta foi publicada na revista *Zootaxa*, de 25/3/15.

Batizada de *Scyliorhinus ugoi*, em homenagem a Ugo Gomes, filho de um dos autores da pesquisa (Ulisses Gomes, da Uerj), a espécie pertence à família dos cações-gato, que apresentam olhos alongados como os felinos. Apesar de próxima aos grupos da *Scyliorhinus haeckelii*/*besnardi* e da *S. hesperius*, a nova espécie difere das outras por sua coloração, além da largura da cabeça, da maturidade sexual e das proporções do crânio e do corpo.

Segundo os pesquisadores envolvidos, a *Scyliorhinus ugoi* não cresce muito – os maiores espécimes adultos encontrados têm cerca de 65 cm de comprimento – e vive perto do fundo do mar, onde se alimenta de pequenos invertebrados e peixes.

Refúgio para o tatu-bola

PERNAMBUCO GANHA ÁREA DE PROTEÇÃO PARA ANIMAL QUE FOI MASCOTE NA COPA

O Brasil pode não ter ganhado a Copa do Mundo no ano em que sediou o evento, mas seu mascote acaba de fazer um belo gol: o governador de Pernambuco, Paulo Câmara, assinou, em março, decreto (nº 41.546) que cria o Refúgio de Vida Silvestre Tatu-bola, localizado nos municípios de Lagoa Grande, Santa Maria da Boa Vista e Petrolina, com uma área de 110 mil hectares. Com a criação da nova unidade de conservação, pretende-se proteger os recursos naturais e o patrimônio genético do cerrado e da caatinga – bioma exclusivo do Nordeste brasileiro –, onde habita o tatu-bola-do-nordeste (*Tolypeutes tricinctus*). Esta é a única espécie de tatu endêmica do país e está ameaçada de extinção.

FOTO ACERVO FUNDAÇÃO CAATINGA

Os chamados Refúgios de Vida Silvestre, ou RVS, têm por objetivo "proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória". Podem ser criados em áreas particulares, com moradias – desde que respeitados os propósitos da unidade de conservação. A pesquisa científica no local depende de autorização prévia do órgão responsável pela administração da unidade e está sujeita às condições e restrições pré-estabelecidas e previstas em regulamento.

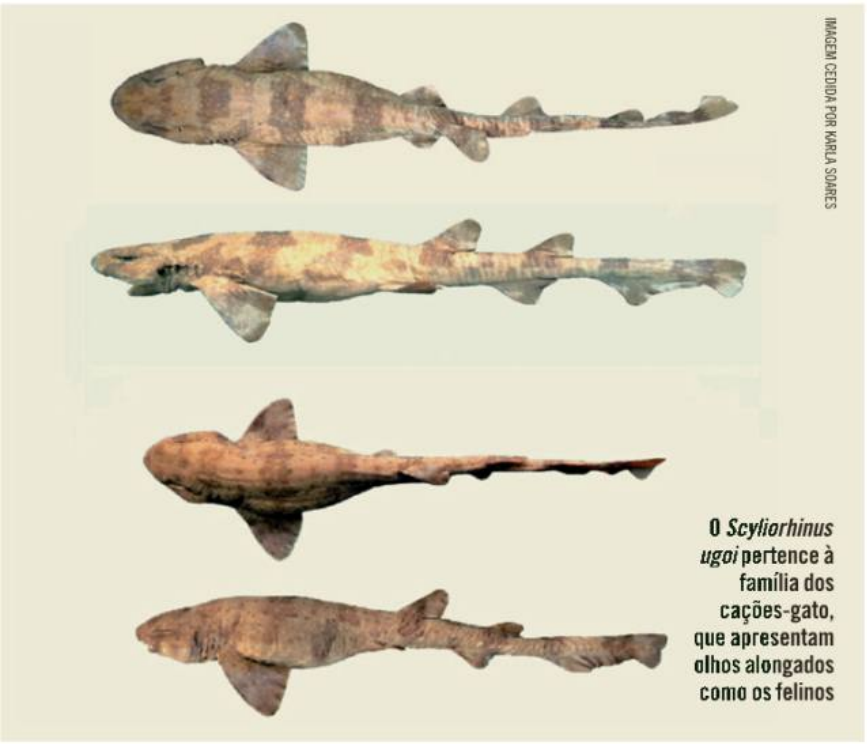


IMAGEM CEDIDA POR KARLA SOARES

O *Scyliorhinus ugoi* pertence à família dos cações-gato, que apresentam olhos alongados como os felinos

Frescas e sem resíduos

EMBRAPA CRIA TRATAMENTO PARA ACABAR COM USO DE FUNGICIDAS E AGROQUÍMICOS EM FRUTAS

Método desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente (SP) aumenta o prazo de validade e comercialização das frutas pós-colheita sem usar produtos químicos nem deixar resíduos tóxicos. A nova tecnologia consiste em uma combinação de processos: aspersão de água quente – em temperaturas maiores que as atualmente usadas –, seguida de resfriamento em jatos de água fria ozonizada, posterior exposição à radiação ultravioleta (UV-C) – em doses diferentes para cada variedade – e uso de leveduras específicas.

O tratamento permite controlar o ataque de fungos e outros micro-organismos que causam o apodrecimento da fruta na armazenagem prolongada. Ao não empregar agroquímicos nem fungicidas, o novo método não é nocivo à saúde humana e pode alavancar as vendas de frutas brasileiras no mercado internacional.

Segundo o agrônomo Danel Terao, coordenador da pesquisa na Embrapa que deu origem ao novo sistema, trata-se de uma alternativa biologicamente mais eficiente e segura: além disso, as frutas mantêm a cor, o aroma e o sabor.

Música na rede

INAUGURADO MUSEU VIRTUAL DOS INSTRUMENTOS MUSICAIS

Pela primeira vez, o Brasil detém um espaço virtual para o estudo de instrumentos musicais. O Museu Virtual dos Instrumentos Musicais (MVIM), inaugurado no fim do ano passado, resulta de uma parceria do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict) com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Com um acervo de mais de 80 exemplares de instrumentos de todo o mundo, o museu disponibiliza na internet itens de seu acervo físico, que fica no Museu Instrumental Delgado de Carvalho, localizado na Escola de Música da UFRJ.

O sítio (http://mvim.ibict.br/) oferece uma experiência interativa em que, além de conhecer a história de cada instrumento, pode-se ouvir o som produzido por grande parte deles e assistir a vídeos que mostram como são tocados. Tudo de forma a facilitar a navegação dos visitantes e estimular quase todos os sentidos. Alguns instrumentos em destaque são o mayuri, a tíbia e o so duang.

Segundo a musicóloga Adriana Olinto Ballesté, coordenadora do projeto, o principal objetivo do MVIM é contar a rica história dos instrumentos musicais para os brasileiros. "São raros e dispersos os relatos históricos que mencionam instrumentos", comenta. "Além disso, poucas pesquisas foram feitas sobre o assunto."

DIVULGAÇÃO

Levitação e magnetismo

Como ocorre o fenômeno que faz as coisas flutuar umas sobre as outras

"*Wingardium leviosa*", o encanto da levitação, é uma das primeiras magias que os alunos de Hogwarts aprendem a conjurar na famosa série de livros que narra as aventuras do aprendiz de bruxo Harry Potter. Mas, no mundo dos 'trouxas' (o mundo real), levitar requer um pouco mais de engenho: é preciso exercer alguma força de baixo para cima naquilo que se quer fazer levitar, compensando a força da gravidade.

Um livro pousado sobre uma mesa está levitando: como ele não a atravessa nem sobe em direção ao teto, seu peso, então, está sendo compensado por outra força, para cima, de mesma intensidade, a qual denominamos 'normal'.

Porém, a real natureza da força 'normal' é a repulsão entre cargas elétricas de mesmo sinal. Quando a atração gravitacional puxa o livro em direção à mesa, os elétrons das camadas externas dos átomos da superfície do livro repelem e são repelidos pelos elétrons das camadas mais superficiais da mesa. E é essa repulsão simultânea de 'zilhões' de elétrons que constitui a força normal. Assim, o livro efetivamente flutua sobre um 'colchão' de elétrons.

A força elétrica cai com o quadrado da distância; por isso, tanto a repulsão entre os prótons (positivos) do livro e aqueles da mesa quanto a atração entre os prótons de um corpo e os elétrons do outro são insignificantes para compor a força 'normal', pois essas cargas estão separadas por 'grandes' distâncias: em média, um núcleo é 100 mil vezes menor que o átomo.

Além da repulsão eletrostática entre os elétrons, entra em cena também o princípio de exclusão de Pauli – homenagem ao físico austríaco Wolfgang Pauli (1900-1958). Esse princípio da mecânica quântica (teoria que lida com os fenômenos atômicos e subatômicos) proíbe que os elétrons do livro e os da mesa ocupem o mesmo estado – dito de forma simples, impede que ocupem 'o mesmo lugar no espaço' –, dando origem a outra força repulsiva de curto alcance entre os elétrons.

Mas o livro não levita 'de verdade', certo? De fato, não. Se assim fosse, nosso cotidiano estaria repleto de levitação, até ao caminharmos pela rua! Trata-se apenas do que chamamos forças 'de contato'. Algo semelhante dá origem ao atrito. Ao empurrarmos o livro para um lado, percebemos que é preciso fazer uma força para vencer o atrito com que os elétrons da superfície microscopicamente irregular da

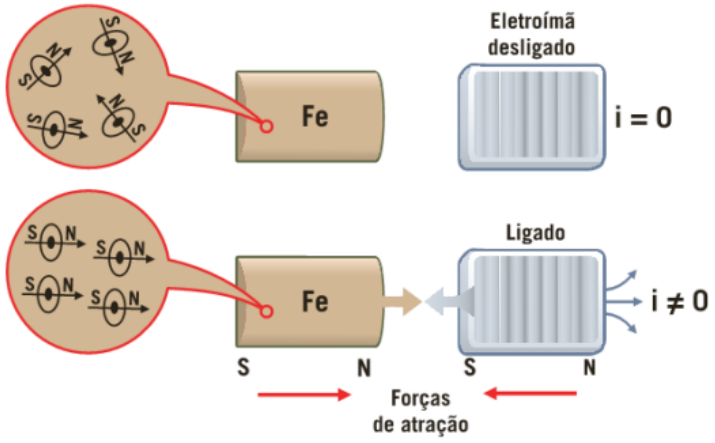


Figura 1. Um material ferromagnético, na presença de um campo magnético (no caso, induzido por um eletroímã), transforma-se em um ímã temporário

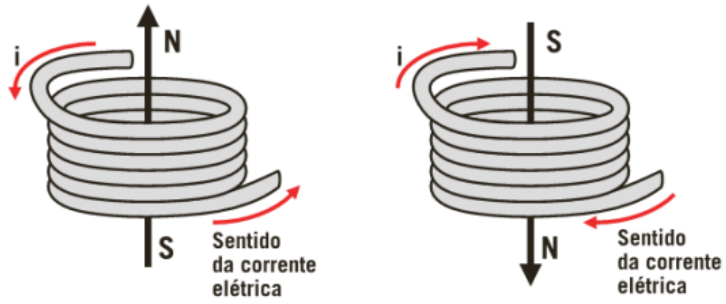


Figura 2. Dependendo do sentido da corrente elétrica, o polo norte é produzido num ou noutro lado da espiral

mesa tentam empurrá-lo de volta à posição original.

LEVITAÇÃO... DE VERDADE Então, para fazer um corpo levitar de verdade (sem aspas), precisaríamos elevá-lo a uma distância considerável – pelo menos, alguns milímetros –, para ficarmos livres do atrito com a superfície. Aí, sim, ao aplicarmos nele uma pequena força, ele se movimentaria sem atrito – e a única limitação seria a resistência do ar, relevante só para grandes velocidades.

Mas como obter aquela elevação? Poderíamos, por exemplo, amplificar a repulsão eletrostática: se a carga elétrica (de mesmo sinal) de dois corpos for suficientemente grande, a força de repulsão entre eles faria um deles levitar sobre o outro.

Porém, qualquer contato acidental poderia descarregar um dos corpos, diminuindo ou eliminando a força e, assim, interrompendo a levitação. Além disso, para valores muito altos de carga, o próprio ar passaria a conduzir eletricidade, e surgiriam pequenas (ou grandes!) centelhas, que drenariam a carga dos corpos eletrizados, cessando o efeito.

Um modo mais seguro de obter o mesmo resultado seria usar, em vez da força elétrica, a força magnética. Nos ímãs, polos de mesma natureza se repelem, e polos opostos se atraem. E, se a intensidade dessa repulsão for grande, um ímã pode fazer o outro levitar.

Há, claro, um problema de estabilidade: qualquer pequeno desvio do alinhamento entre os dois ímãs destruiria o equilíbrio. Mas isso pode ser resolvido com arranjos estáveis de vários ímãs, como comprovam os vários trens de levitação magnética atualmente em operação no mundo, inclusive no Brasil (ver 'MagLev-Cobra' nesta edição).

De fato, nem seria necessário usar dois ímãs. Bastaria um ímã e, por exemplo, um bloco de material ferromagnético, pois o campo magnético do ímã magnetizaria o material, transformando-o em um segundo ímã (figura 1). O problema, nesse caso, é que a força entre ambos seria atrativa. Portanto, para que houvesse levitação, o material ferromagnético teria que estar por baixo do ímã, em vez de por cima.

Figura 3. Sapo levitando com o auxílio de um campo magnético gerado por uma espiral

CORTESIA LIMS NELEMANS/HIGH FIELD MAGNET LAB/RADBOUD UNIVERSITY NIJMEGEN

Materiais diamagnéticos – que são repelidos por campos magnéticos – também poderiam ser alinhados para produzir a levitação, pois a magnetização os transformaria em um 'ímã invertido', levando à repulsão magnética. Porém, em geral, isso requer campos magnéticos muito intensos.

ELETROÍMÃS E SUPERCONDUTORES Os chamados eletroímãs também permitem gerar levitação. Quando um fio condutor é percorrido por uma corrente elétrica, ele cria em torno de si um campo magnético. Se o fio for enrolado, formando uma ou mais espiras, as linhas do campo magnético se assemelham às de um ímã permanente – daí, o termo eletroímã. Dependendo do sentido em que a corrente percorre a espiral, o polo norte é produzido em um ou em outro lado da espiral (figura 2).

Usando esse efeito, cientistas holandeses já fizeram levitar um sapo (figura 3) e outros bichos pequenos, pois a água do corpo dos animais é formada por moléculas polares, que apresentam comportamento diamagnético. Mas, para isso, é preciso campos magnéticos imensos, ou seja, correntes elétricas muito altas percorrendo as espirais.

O uso de materiais supercondutores – que se comportam como diamagnéticos ideais – possibilita a levitação com campos magnéticos comparativamente baixos. O problema, no entanto, é manter o supercondutor a temperaturas muitíssimo baixas (cerca de -200°C!).

Uma coisa é fazer levitar. Outra, porém, é mover o trem. A solução engenhosa para o problema é o motor de indução linear. A ideia básica consiste em manipular o sentido da corrente elétrica dos eletroímãs colocados ao longo dos trilhos. Cada um desses eletroímãs ora atrai um ímã preso ao trem – quando o ímã se aproxima dele –, ora o repele – quando o ímã acaba de passar por ele. Desse modo, o trem é continuamente impelido para a frente.

É, sem dúvida, uma sincronia complexa, mas é só uma questão de manipular convenientemente as correntes nos eletroímãs. Esse tipo de arranjo – usado, por exemplo, para puxar para cima os carrinhos de montanhas-russas modernas – permite controlar a corrente nos eletroímãs, para atingir não só forças de tração intensas, mas também grandes acelerações. A Nasa (agência espacial dos EUA) já está testando um foguete cujo primeiro estágio seria substituído por um sistema semelhante, barateando o lançamento de grandes cargas para o espaço.

BETO PIMENTEL
Colégio de Aplicação,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Mutações que dão muita dor de cabeça

Como pequenas alterações em proteínas podem levar à enxaqueca

Para entrar em um estádio e assistir a um evento esportivo, como um jogo da Copa do Mundo ou provas das Olimpíadas, ou mesmo a um espetáculo artístico, as pessoas devem portar ingressos e se dirigir aos portões determinados no horário correto. Cada uma dessas entradas tem uma catraca e um profissional que inspeciona a documentação e só permite a entrada de quem tiver o ingresso adequado. Até certo ponto, a entrada de substâncias em uma célula é um processo semelhante: a maioria dos íons e moléculas só pode atravessar a membrana plasmática usando 'portões' bastante específicos, que permitem sua passagem do meio externo para o interno ou na direção oposta.

Esses portões, denominados transportadores, são proteínas que atravessam a membrana (ver figura). As proteínas – sempre citadas como nutrientes importantes, em especial nos controvertidos suplementos alimentares para ganho de massa muscular – são na verdade moléculas que exercem papéis muito diversificados, e fundamentais, nos organismos.

Cada proteína é composta por uma sequência de aminoácidos ligados entre si, formando cadeias de diferentes tamanhos, dependendo do tipo de proteína. Existem proteínas relativamente curtas, com 51 aminoácidos, como a insulina, e outras muito maiores, com centenas de aminoácidos. Embora os aminoácidos se conectem por meio do mesmo tipo de ligação química, eles interagem entre si e com o meio à sua volta de modos bastante distintos: alguns têm afinidade pela água enquanto outros são repelidos por ela. De forma análoga, dependendo das condições do meio, alguns aminoácidos podem ter cargas positivas e outros, cargas negativas.

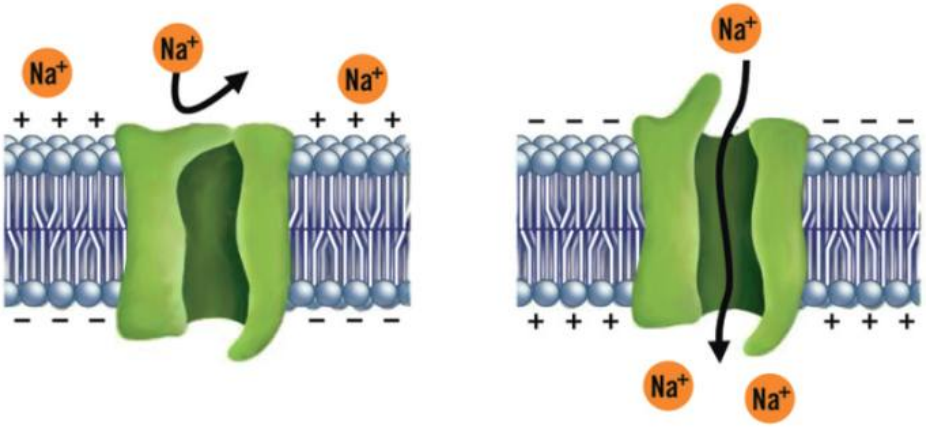
O resultado desse conjunto de interações ou, mais simplesmente, desse 'jogo de empurra', determina como as proteínas se dobram para atingir sua conformação, ou seja, sua estrutura tridimensional. Por isso, a conformação nativa de todas as moléculas de uma dada proteína é sempre a mesma: por exemplo, qualquer molécula de hemoglobina se dobra sempre do mesmo jeito (mantidas as mesmas condições ambientais). A menos, é claro, que entrem em cena os mutantes.

A maioria de nós aprendeu na escola, em geral no ensino médio, que certas mutações no gene da hemoglobina levam a uma doença, a anemia falciforme, cuja incidência é por vezes subestimada, no Brasil, sobretudo entre indivíduos de ascendência africana. Essa doença é consequência de mutações pontuais no gene da hemoglobina humana, ou seja, da substituição de uma base nitrogenada no DNA – por causa disso, ocorre a troca de um aminoácido na molécula de hemoglobina. Essa pequena mudança leva a alterações na forma e na função da hemoglobina, que podem acarretar graves problemas de saúde para os portadores dessas mutações, ou, em termos mais técnicos, para esses 'mutantes para o gene da hemoglobina'.

SOMOS TODOS MUTANTES Embora a palavra mutante esteja carregada de significados fortes, em geral associados a criaturas estranhas e até malignas, a verdade é que todos nós temos dezenas de mutações em nossos milhares de genes. Por isso mesmo, podemos dizer que, de fato, somos todos mutantes. Muitas mutações não prejudicam a nossa saúde, enquanto outras a afetam diretamente. Identificar os efeitos de uma determinada mutação sobre a saúde, porém, é um trabalho árduo, e os avanços nesse sentido resultam da atuação de muitos grupos de cientistas espalhados pelo mundo.

Há vários motivos para essa dificuldade. Um dos mais óbvios é que as bases genéticas de muitas doenças são complexas, envolvendo múltiplos genes e suas interações (entre si e com fatores ambientais). Além disso, o estudo de muitas mutações que afetam nossa saúde é dificultado porque elas alteram as funções de proteínas sem efeitos visíveis (nem mesmo ao microscópio). Felizmente, a tecnologia atual de sequenciamento de genes (rápida e barata) e o uso de potentes recursos de informática na análise dos resultados têm contribuído para essas pesquisas. Já é possível, de modo simples, encontrar associações recorrentes entre determinadas mutações e problemas de saúde específicos.

As características elétricas da membrana plasmática das células determinam a abertura ou o fechamento dos canais que controlam a passagem de íons, como os de cálcio (Ca^{2+}) ou sódio (Na^{+}) por essa membrana, e mutações que alteram esses canais estão envolvidas em doenças, como a enxaqueca



CANAIS ALTERADOS O artigo sobre enxaqueca desta edição, por exemplo, menciona a importância de mutações nos genes responsáveis pela formação dos canais de cálcio para a ocorrência da enxaqueca, doença que afeta milhares de brasileiros. É muito provável que todos nós, mesmo aqueles que não têm o problema, conheçamos alguém que sofre com ele.

Mutações nos genes de canais de transporte de íons existentes em neurônios podem ser determinantes, ou pelo menos muito importantes, para a ocorrência e a intensidade da chamada enxaqueca hemiplégica familiar. Os mecanismos que levam a esse fenômeno ainda não estão totalmente claros. No entanto, se recordamos que a conformação de um transportador é determinada por sua sequência de aminoácidos e por suas interações com o meio circundante, perceberemos que qualquer alteração nesses fatores pode alterar a função desse transportador.

Alguns canais de transporte de íons cálcio (Ca^{2+}) e outros de íons sódio (Na^{+}), por exemplo, são sensíveis a pequenas mudanças nas características elétricas das membranas plasmáticas de células do sistema nervoso. Dependendo dessas alterações elétricas, a conformação desses 'canais dependentes de voltagem' se modifica, permitindo ou não a passagem de íons através da membrana celular. Esses canais são proteínas bastante grandes, divididas em regiões com diferentes funções: uma é sensível às características elétricas da membrana, outra se liga aos íons propriamente ditos, e assim por diante.

Naturalmente, mutações que modifiquem a sequência de aminoácidos de um transportador podem também alterar seu funcionamento de diferentes maneiras, dependendo da região afetada. Para completar, as características elétricas dos neurônios são fundamentais para o funcionamento do sistema nervoso: elas afetam e são afetadas pela propagação dos impulsos nervosos, pelas concentrações interna e externa de íons e neurotransmissores, por exemplo. Assim, mudanças pontuais em canais dependentes de voltagem podem ter efeitos grandes no funcionamento dos neurônios e, em consequência, em nossa saúde.

Uma mutação reconhecidamente associada à enxaqueca hemiplégica familiar afeta as funções de canais de cálcio dependentes de voltagem nos neurônios. Outra afeta, nessas células nervosas, os canais de sódio também dependentes de voltagem. Sabe-se ainda que existem mutações em outros genes, além daqueles ligados à formação dos canais iônicos, que também contribuem para o surgimento dessa doença.

NA SALA DE AULA A discussão de conhecimentos científicos novos a respeito de problemas de saúde conhecidos da maioria de nós, e ao mesmo tempo relacionados a conteúdos escolares, pode representar uma motivação adicional para o aprendizado de ciências. Sobretudo quando esse conhecimento é construído com a participação de cientistas brasileiros, como é o caso da compreensão dos diferentes mecanismos celulares e genéticos envolvidos nos vários tipos de enxaqueca.

Não é raro ouvirmos professores e alunos reclamando, com diferentes palavras, da grande quantidade e da fragmentação de conteúdos das disciplinas científicas escolares. Por outro lado, muitos especialistas consideram superficial o ensino dessas mesmas disciplinas. Uma avaliação recente do ensino de matemática nos Estados Unidos parece sintetizar essas percepções ao afirmar, em linhas gerais, que o currículo da disciplina teria "uma milha de extensão, mas apenas uma polegada de profundidade". Mas é possível encontrar soluções. No caso da enxaqueca, por exemplo, compreendemos melhor essa doença se reconhecemos as funções e a importância dos mecanismos de transporte através da membrana plasmática.

MAURÍCIO LUZ
Laboratório de Avaliação em Ensino e Filosofia das Biociências, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz

Vírus chikungunya: uma nova ameaça

CLAUDIA NUNES DUARTE DOS SANTOS
Instituto Carlos Chagas/ Fiocruz PR

Vários fatores têm contribuído para a ocorrência de surtos localizados ou amplas epidemias causadas por arbovírus – termo derivado da denominação, em inglês, dos vírus transmitidos por artrópodes (*arthropod-borne virus*). São exemplos o enorme deslocamento de pessoas em todo o planeta, a rapidez das viagens, a expansão da ocupação humana, a destruição de ambientes naturais e o aquecimento global. Além disso, o genoma dos arbovírus, composto por ácido ribonucleico (RNA), apresenta alta taxa de erros em sua replicação, aumentando a frequência de mutações que podem facilitar a adaptação desses vírus a variadas condições.

O chikungunya, um arbovírus de origem africana, é uma dessas novas ameaças à saúde humana. O primeiro surto documentado causado por esse vírus ocorreu em 1952 e 1953, na Tanzânia. Periodicamente, pequenos surtos são registrados na África, na Índia e no Sudeste Asiático, mas, a partir de 2004 e 2005, grandes epidemias ocorreram no Quênia (também na África), em diversas ilhas do oceano Índico e na Índia. Os últimos 10 anos mostraram uma dispersão global do vírus: nesse período, mais de 6,5 milhões de casos foram notificados. De doença tropical negligenciada, a febre chikungunya tornou-se um risco global à saúde.

No final de 2013 foram detectados os primeiros casos, nas Américas, de infecção autóctone – quando a transmissão ocorre por meio de mosquitos nativos. A partir do final de 2014, a febre chikungunya se dispersou para a maior parte das ilhas do Caribe e para países da América Central, do Norte e do Sul, incluindo o Brasil. Desde a chegada do vírus às Américas, a Organização Panamericana da Saúde contabiliza 1,3 milhão de casos suspeitos, com 29,7 mil casos confirmados e 184 mortes.

No Brasil, Amapá, Bahia, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, Minas Gerais e Roraima já notificaram casos autóctones. O alto índice de infestação pelos principais mosquitos transmissores (*Aedes aegypti* e *Aedes*

Desde 2013, quando a febre chikungunya chegou às Américas, já foram registrados casos autóctones – de transmissão interna do vírus – na maioria dos países do continente, entre eles o Brasil

albopictus), a falta de imunidade da população brasileira e o alto número de vírus no sangue na fase aguda da doença em humanos não permitem descartar a probabilidade de grandes epidemias no país.

Desde a chegada do vírus às Américas, a Organização Panamericana da Saúde contabiliza 1,3 milhão de casos suspeitos, com 29,7 mil casos confirmados e 184 mortes

O VÍRUS E A TRANSMISSÃO O vírus chikungunya (ou VCHIK) pertence ao gênero *Alphavirus* e à família *Togaviridae*. Seu genoma do tipo RNA tem uma cadeia simples de cerca de 11,7 mil nucleotídeos (as unidades das moléculas genéticas), que contêm instruções para a síntese de proteínas, tanto as necessárias à replicação viral quanto as que formam os envoltórios virais (o capsídeo, interno, e o envelope externo).

O VCHIK tem dois ciclos de transmissão. No ciclo silvestre, a transmissão ocorre entre mosquitos do gênero *Aedes* e macacos ou pequenos mamíferos. No ciclo urbano (endêmico ou epidêmico), a transmissão se dá entre mosquitos e humanos. Acreditava-se, até recentemente, que apenas o *A. aegypti* transmitia o chikungunya, mas o *A. albopictus* também adquiriu essa capacidade, graças a uma mutação no gene associado a uma das proteínas do envelope (detectada em estudos genéticos).

No Brasil, essas duas linhagens do vírus já foram encontradas, o que amplia sua capacidade de dispersão, já que o *A. albopictus* tem ampla distribuição e hábitos diurnos, como o *A. aegypti*, mas é mais agressivo, vive mais tempo, resiste a temperaturas mais baixas e pode ocorrer em cidades ou áreas rurais.

ASPECTOS CLÍNICOS A doença causada pelo vírus chikungunya é caracterizada por um estado febril abrupto (febre de mais de 38°C), acompanhado de fortes dores nas articulações e pontos, manchas e lesões avermelhados na pele. Na maioria dos casos, os sintomas são indistinguíveis dos da dengue, mas cerca de 90% dos infectados pelo VCHIK exibem sintomas clínicos, parcela bem maior que a verificada em outros arbovírus. As dores afetam principalmente punhos, joelhos, tornozelos e mãos. A postura contorcida dos pacientes, por causa das dores, deu origem ao nome chikungunya, que vem do idioma africano *makonde* e significa 'aquele que se curva'.

Casos mais graves têm sido relatados em recém-nascidos, idosos (acima de 65 anos) e pessoas já debilitadas por outras doenças. Apesar da taxa de mortalidade baixa, a dor articular é incapacitante e persiste por meses ou anos em cerca de 40% dos doentes. Por isso, é grande o impacto socioeconômico de epidemias dessa febre, pois ela exige tratamento contínuo e muitos doentes não são capazes de executar suas tarefas.

TRATAMENTO E PREVENÇÃO Não há vacinas ou tratamentos preventivos contra o VCHIK e o tratamento é feito com anti-inflamatórios, soro e remédios contra a febre e a dor. Diagnosticar corretamente a doença é importante, para diferenciá-la de infecções por vírus como o mayaro e o da dengue. A única medida de controle disponível é eliminar os mosquitos transmissores. Mas as tentativas de erradicar o *A. aegypti* têm falhado devido à descontinuidade dos programas, ao número insuficiente de agentes de controle, à resistência do mosquito aos inseticidas e à dificuldade de acesso a locais com larvas e mosquitos.

Novas ideias para a eliminação do *A. aegypti* vêm sendo testadas. Mosquitos transgênicos, que ajudam a suprimir populações do mosquito ou a evitar sua infecção pelo vírus, já são liberados em áreas de transmissão de dengue no Brasil. Também está em curso o uso de agentes biológicos para bloquear a transmissão de arbovirus por mosquitos, como a bactéria *Wolbachia* (ver '*Wolbachia*: nova estratégia de combate à dengue', em *CH* 311). No entanto, apenas com o tempo será possível avaliar o sucesso dessas estratégias.

Uma questão importante diz respeito ao impacto da circulação conjunta dos dois vírus. Ambos têm *A. aegypti* como vetor e a coinfecção, de mosquitos e de pacientes, é bem documentada. Isso tornaria essas febres mais letais?

É essencial ter vigilância epidemiológica atuante, capacidade de detecção e identificação dos agentes infecciosos (com disponibilidade de testes diagnósticos durante todo o curso da doença, evitando-se resolver as crises à medida que surgem). O monitoramento das linhagens virais introduzidas ou circulantes em cada região pode revelar alterações na capacidade epidemiológica do VCHIK e permitir o mapeamento de fatores de risco e a aplicação de modelos preditivos e estratégias de controle.

Para enfrentar possíveis epidemias, é importante um esforço multidisciplinar que conecte laboratórios de instituições científicas com setores de saúde pública (médicos, especialistas em controle de vetores e agentes de saúde) e, talvez, outros segmentos. Recursos e apoio contínuo das agências de amparo a pesquisas são fundamentais para intervenções e estratégias eficientes no controle de doenças emergentes. CH

Gaseificação: o retorno

Como uma tecnologia usada para iluminação há cerca de 200 anos tornou-se essencial para a substituição do petróleo neste século

MARCO TSUYAMA CARDOSO
Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo
marco.tsuyama@gmail.com

O gás obtido a partir do carvão mineral teve papel fundamental no século 19, tanto na iluminação pública quanto na indústria. Mais tarde, essa tecnologia acabou substituída pela eletricidade, sendo retomada, em meados do século passado, para a obtenção de combustíveis fósseis líquidos – que, hoje, são condenados por conta do aquecimento global.

No entanto, neste início de século, a gaseificação combinada com processos de liquefação tornou-se assunto estratégico na área de energia, contando com mais de 100 plantas espalhadas pelo mundo.

Até o século 19, quando anoitecia, a vida era bastante limitada. As formas de iluminação conhecidas pelo ser humano não haviam avançado significativamente. Das fogueiras centrais às velas e lanternas a óleo, muito pouco havia se obtido no sentido de reduzir a escuridão e aumentar as atividades noturnas. Nesse sentido, um grande salto tecnológico foi dado naquele século, com o desenvolvimento da gaseificação, que produzia o gás de iluminação – basicamente, uma mistura de hidrogênio e monóxido de carbono, o chamado gás síntese – para as cidades.

O processo físico-químico que produz gás a partir da conversão térmica de sólidos orgânicos (carvão mineral, madeira, biomassa etc.), na presença de pouco oxigênio, para evitar a combustão completa, já era conhecido nos séculos 17 e 18. Mas seu uso para a iluminação – relatado, ainda em 1792, pelo engenheiro escocês William Murdock (1754-1839), que iluminou a própria sala com esse gás – teria papel importante na Revolução Industrial a partir do início do século 19. Em 1807, Pall Mall, em Londres, foi a primeira rua a ser iluminada com esse combustível. A partir daí, a tecnologia se industrializou e se espalhou pelas principais cidades do mundo.

As plantas de gaseificação, que passaram a fazer parte das paisagens urbanas das grandes metrópoles, usavam enormes fornos de ferro fundido (retortas), nos quais o carvão mineral era destilado, gerando o gás que, depois de lavado, para a retirada de impurezas, seguia para enormes gasômetros, de onde era distribuído para ser usado na iluminação pública. Nos Estados Unidos, por exemplo, em 1866, havia 970 empresas que iluminavam um total de 46 cidades. No Reino Unido, em 1882, havia 500 dessas companhias.

ASSUNTO ESTRATÉGICO Na segunda metade do século 19, com o surgimento de tecnologias que permitiram o transporte da corrente elétrica por grandes distâncias, a eletricidade passou a se mostrar adequada à iluminação das cidades e a outras necessidades urbanas.

A virada do século também evidenciou outras mudanças. Em um mundo que exigia cada vez mais mobilidade, o petróleo começou a competir com o carvão como

FOTO GUNNAR LANZ / STOCKHOLMS STADSMUSEUM / WIKIMEDIA COMMONS

fonte de energia na área de transporte de carga e passageiros. Esse óleo mineral, antes usado apenas para iluminação de áreas remotas, tornou-se, no século passado, por seu valor estratégico (por exemplo, seu uso em conflitos armados), motivo de disputas políticas e econômicas entre países.

Para suprir a falta de grandes reservas de petróleo em seus territórios, alguns países passaram a buscar novas tecnologias energéticas. Entre elas, estava a conversão do 'antigo' gás do carvão mineral em combustíveis líquidos, como gasolina e querosene, por meio do processo Fischer-Tropsch – referência aos químicos alemães Franz Fischer (1877-1947) e Hans Tropsch (1889-1935) –, desenvolvido na década de 1920 e aperfeiçoado nos anos posteriores. Esse foi o caso de países com dificuldade de obtenção de petróleo, como a Alemanha durante o nazismo e, posteriormente, a África do Sul.

Entretanto, no final do século passado, começou a surgir uma questão essencial: as mudanças climáticas. Com a disseminação da percepção de que o contínuo uso de combustíveis fósseis (petróleo, carvão etc.) causa um aumento do efeito estufa – que eleva a temperatura média da Terra –, a sociedade globalizada passou a buscar novas alternativas para substituir o petróleo e o carvão.

É nesse cenário que a gaseificação, combinada com os processos de liquefação, como no processo Fischer-Tropsch, voltou a chamar a atenção, em especial porque pode ser usada com qualquer material orgânico, inclusive os renováveis e residuais (resíduos sólidos urbanos, restos de poda, bagaço de cana-de-açúcar etc.), evitando, assim, o uso de combustíveis fósseis e, ao mesmo tempo, resolvendo problemas de destinação de resíduos orgânicos.

Um levantamento feito por este autor, em 2013, verificou a existência de 123 plantas de gaseificação de biomassa ao redor do mundo para a obtenção de combustíveis líquidos. Entre os exemplos, estão as plantas da Enerkem, que convertem resíduos sólidos urbanos em biocombustíveis; a planta da Ineos, na Flórida (EUA), que anunciou produção comercial de etanol feito a partir de resíduos de agricultura e restos de poda; e a GreenSky London, da companhia aérea British Airways, que converterá resíduos em querosene de aviação.

O estudo, entretanto, deparou não só com segredos industriais, mas também com a dificuldade de interpretar um mercado extremamente dinâmico no qual, porém, parece haver uma certeza: essa tecnologia é um dos assuntos mais estratégicos deste século. CH

POR QUE

DIVULGAR CIÊNCIA PARA A SOCIEDADE?

COMO

TRANSMITIR CONCEITOS DIFÍCEIS DE FORMA SIMPLES?

Neste Pequeno Manual, você encontra dicas de como escrever e falar sobre ciência com rigor e simplicidade.

PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR

0800 727 8999

WWW.CIENCIAHOJE.ORG.BR

O tamanho de uma molécula de ar

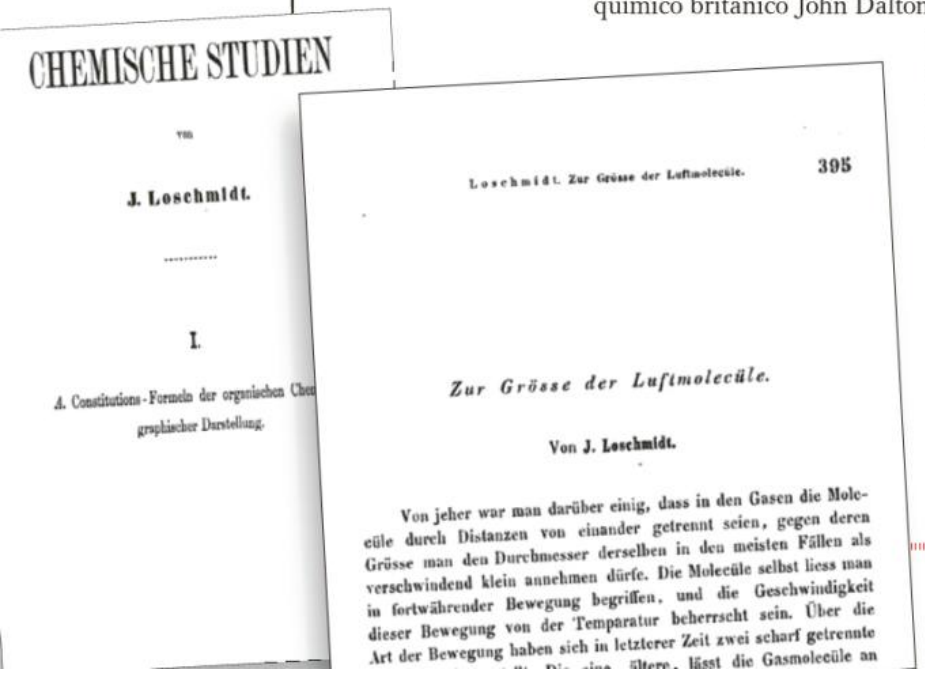
1865. ARTIGO DE JOHANN JOSEF LOSCHMIDT TRAZIA, PELA PRIMEIRA VEZ, O CÁLCULO DO TAMANHO DE UMA MOLÉCULA DE AR. O resultado abriria caminho para que se fizesse o mesmo com quaisquer outras moléculas. Pouco depois, o autor – um professor do ensino médio e de origem humilde – daria outra contribuição seminal para a ciência: o cálculo do número de moléculas por unidade de volume. No entanto, parte de seus feitos seria esquecida ou quase ignorada, o que reforça uma reflexão que a história da ciência vem fazendo há décadas: a busca pela primazia de grandes feitos é, em geral, complexa e pode levar a resultados enganosos.

MÁRCIA H. M. FERRAZ
ANA MARIA ALFONSO-GOLDFARB

Programa de Estudos Pós-graduados em História da Ciência,
Centro Simão Mathias de Estudos em História da Ciência,
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

NORMALMENTE, o século 19 é considerado uma época de grandes teorias científicas, baseadas em hipóteses sólidas e experimentações sofisticadas. No entanto, seria prudente lembrar que, até meados daquele século, persistiam sérias discordâncias sobre questões fundamentais, como a composição e as propriedades da matéria. Mesmo após a apresentação da teoria atômica do químico britânico John Dalton (1766-1844), em 1803, ainda se discutiu, por muito tempo, a existência (ou não) dessas partículas mínimas. Também entre aqueles que aceitavam a existência dessas entidades, havia muita discordância sobre como defini-las, e os termos 'partícula', 'átomo' ou 'molécula' foram usados indistintamente, por décadas.

Assim, apenas em 1860, em um congresso na Alemanha, foi possível chegar a um 'acordo de cavalheiros' sobre os constituintes básicos da matéria e oferecer definições distintas para os átomos e as moléculas. Embora vagas, as definições abriam espaço para que, no futuro, fosse possível obter parâmetros e valores específicos das partículas, algo que havia sido impraticável até aquele momento.


CHEMISCHE STUDIEN

von

J. Loschmidt.

I.

A. Constitutions-Formeln der organischen Chem
graphischer Darstellung.

Loschmidt. Zur Grösse der Luftmolecüle. 395

Zur Grösse der Luftmolecüle.

Von J. Loschmidt.

Von jeher war man darüber einig, dass in den Gasen die Molecüle durch Distanzen von einander getrennt seien, gegen deren Grösse man den Durchmesser derselben in den meisten Fällen als verschwindend klein annehmen dürfe. Die Molecüle selbst liess man in fortwährender Bewegung begriffen, und die Geschwindigkeit dieser Bewegung von der Temparatur beherrscht sein. Über die Art der Bewegung haben sich in letzterer Zeit zwei scharf getrennte

Detalhes do artigo de 1865 e do livro *Estudos químicos* de J. Loschmidt, este de 1861

GOOGLE BOOKS

WIKIMEDIA COMMONS

Placa comemorativa em casa de Viena em que Loschmidt viveu de 1890 até sua morte

Não foi preciso esperar muito. Em 1865, a reconhecida Academia de Ciências de Viena publicou artigo (à época, memória) que oferecia, pela primeira vez, um possível valor para o tamanho de uma molécula de ar. O autor, um modesto professor de colégio (hoje, ensino médio), com mais de 40 anos de idade, era Johann Josef Loschmidt (1821-1895), de origem humilde, nascido em Carlsbad, à época território austríaco (hoje República Tcheca). Graças a seu talento, obteve ampla formação em filosofia e ciências.

Nessa memória, intitulada 'Sobre o tamanho das moléculas do ar', Loschmidt parte dos cálculos feitos pelo físico alemão Rudolf Clausius (1822-1888), associados aos do britânico James Clerk Maxwell (1831-1879) e do alemão Oskar Emil Meyer (1834-1909), para determinar a distância média percorrida pelas moléculas de diferentes gases até o momento do choque entre elas – esse percurso é denominado caminho livre médio. Essa determinação empregava a noção de ponto de massa, em vez do tamanho ou peso de uma partícula, já que, até então, não se tinha o cálculo para tais valores.

Mas, de maneira brilhante e inédita, Loschmidt vai além e presume que o movimento das moléculas (caminho livre médio) estaria relacionado ao fator entre o volume que ocupam no estado gasoso e no estado líquido, ou seja, a seu coeficiente de condensação. Segundo ele, essa inferência era possível, pois a distância entre as moléculas gasosas no momento do choque não deveria ser muito diferente da observada entre elas no estado líquido.

MOLÉCULAS POR VOLUME No entanto, tão logo sai de um problema, Loschmidt parece se colocar diante de outro: o coeficiente de condensação do ar era desconhecido. Tal desconhecimento se devia ao fato, puro e simples, de ninguém ter conseguido, até então, liquefazer o ar. Mas, nem mesmo isso foi empecilho para ele, pois, conhecendo o trabalho de Hermann Kopp (1817-1892), Loschmidt teve acesso ao cálculo de densidade de vários compostos liquefeitos. Ainda com base nos resultados desse químico alemão, Loschmidt sabia que era possível, por meio de extrapolação e adição dessas densidades, chegar a valores para compostos nunca antes liquefeitos.

Assim, ao considerar o ar formado por 77% de nitrogênio e 23% de oxigênio, Loschmidt deduziu que a densidade do ar líquido seria aproximadamente 1,22 g/cm^3. Finalmente, foi capaz de determinar seu coeficiente de condensação e, com isso, calcular o tamanho ou volume das moléculas gasosas, que seria da ordem de 10^{-7} cm.

Esse cálculo abria caminho para que se fizesse o mesmo com quaisquer outras moléculas. Os valores obtidos por Loschmidt foram superados posteriormente por cálculos mais precisos, embora empregando métodos menos engenhosos. Mas, pela primeira vez, se alcançava uma ordem de grandeza plausível para o tamanho das moléculas.

A memória de 1865 foi além. Seus cálculos possibilitavam também chegar ao valor do número de moléculas por unidade de volume. Em outras palavras, o artigo possibilitava determinar, pela primeira vez, o valor do chamado número ou constante de Avogadro, referência ao químico italiano Amedeo Avogadro (1776-1856) – que, aliás, nunca chegou a fazer esse cálculo (ver 'Em defesa da experimentação', em *CH* 287).

De fato, pouco tempo depois, o próprio Loschmidt faz saber que esse valor seria de aproximadamente 8,66 x 10^{17} moléculas por cm^3. Nas décadas seguintes, esse cálculo seria refeito de diferentes formas – envolvendo, inclusive, diferentes unidades –, até que se chegasse ao valor de 6,02 x 10^{23} moléculas por mol, calculado pelo físico francês Jean Perrin (1870-1942), que considerou fundamental a determinação do valor dessa constante, para chegar aos trabalhos que lhe dariam o prêmio Nobel de Física em 1926. Talvez, por isso, Perrin tenha decidido nomeá-la 'constante de Avogadro', esquecendo-se do cálculo inicial feito por Loschmidt.

FORTES INDÍCIOS Esta não seria a primeira nem a última vez em que o nome de Loschmidt seria esquecido ou quase ignorado. A memória de 1865 foi um desdobramento de um livreto pouco conhecido, publicado (com dinheiro próprio) em 1861. Sob o título *Estudos químicos* (*Chemische studien*), a primeira parte dessa publicação antecipa as estruturas das moléculas orgânicas, que, mais tarde, passariam a ser atribuídas, exclusivamente, ao químico alemão Friedrich Kekulé (1829-1896).

Há, porém, fortes indícios de que o famoso e sempre lembrado sonho de Kekulé – no qual ele relata ter descoberto a estrutura cíclica da molécula de benzeno – foi inspirado na leitura do livreto de Loschmidt. De igual maneira, outros exemplos menos contundentes, mas também interessantes, oferecem motivos para que o nome Loschmidt nem sempre seja posto entre os grandes que fizeram a fama da ciência no século 19.

Confirma-se, assim, reflexão que, há tempo, a história das ciências vem fazendo: a busca pela primazia de grandes feitos é, em geral, complexa e pode gerar resultados enganosos. CH

VIAGEM NO TEMPO

Trinta anos depois, *De volta para o futuro*, ainda atual, motiva debates sobre paradoxos temporais

DE VOLTA PARA O FUTURO foi lançado há 30 anos, em 3 de julho de 1985. Com direção de Robert Zemeckis – que também escreve o roteiro com Bob Gale – e produção de Steven Spielberg, é frequentemente citado na lista dos melhores filmes de ficção científica de todos os tempos.

Marty McFly, um adolescente de 17 anos – interpretado por Michael J. Fox, na época com 24 anos –, vive na pacata Hill Valley, Califórnia (EUA). Seu histórico familiar não é dos melhores: o pai sofre *bullying* do supervisor no trabalho; a mãe tem problemas com o peso; o tio está preso; e os irmãos mais velhos ainda vivem com os pais.

Marty também tem seus problemas: é perseguido pelo diretor da escola e não consegue emplacar a banda em que é guitarrista.

DIVULGAÇÃO

A guitarra é a razão para uma improvável relação com o Dr. Emmett Brown (interpretado por Christopher Lloyd), um cientista excêntrico, daqueles frequentemente encontrados em filmes de Hollywood – mas nem tão frequentes nos laboratórios (reais) de física. O Dr. Brown desenvolve um amplificador superpotente para a guitarra de McFly.

Em 25 de outubro de 1985, o cientista marca um encontro com Marty no Shopping Twin Pines, à 1h15. Naquela madrugada, Dr. Brown apresenta sua máquina do tempo, que tem a forma de um carro esportivo da marca DeLorean. E a razão para tal esquisitice é simples: máquinas assim (ou seja, do tempo) precisam 'de estilo' – principalmente, no cinema. Para provar que a engenhoca realmente funciona, o doutor envia Einstein um minuto à frente do tempo corrente. Assim, aquele simpático cão passa a ser o primeiro viajante no tempo. O próximo seria o próprio cientista.

O 'coração' da máquina do tempo é o motor do DeLorean. Como sua potência é de 1,2 gigawatt – pouco menor que a potência nominal da usina nuclear de Angra 2 –, foi necessário usar, como combustível, plutônio (em vez do urânio de Angra 2), obtido de terroristas líbios – bem, o filme é norte-americano –, iludidos pela promessa de nosso cientista de construir para eles uma bomba nuclear. Pouco antes de sua viagem no tempo, o doutor é atacado pelos terroristas. Marty usa o carro para fugir e, acidentalmente, é enviado para 1955, quando acaba interferindo no relacionamento de seus pais.

Sem ter a obrigação do rigor científico, o filme de ficção *De volta para o futuro* apresenta alguns 'furos' ou 'liberdades'

Agora, o principal problema de Marty é fazer com que seu pai (bem desajeitado) conquiste a mãe. Se os pais não namorarem e casarem, Marty corre o risco de nem chegar a nascer. O plano do jovem é: unir os pais e retornar a 1985.

Mas onde conseguir 1,2 GW para fazer a máquina do tempo funcionar?

Sua única esperança é o Dr. Brown, 30 anos mais novo e que ainda não havia descoberto o principal mecanismo para a construção da máquina do tempo: o capacitor de fluxo.

LIBERDADES CIENTÍFICAS O filme mistura ficção científica e aventura, com doses de comédia e romance. É diversão garantida, até para quem vai só procurar os 'furos' científicos. Sem ter a obrigação do rigor científico, o roteiro permite várias liberdades, e mesmo os cientistas mais chatos conseguirão encontrar motivo para diversão.

É grande o número de citações e relações entre o passado alterado em 1955 e os 'potenciais futuros' em 1985. Em tempo: este autor é fã declarado da trilogia, apesar de as partes 2 e 3 não terem o mesmo brilho e diversão da primeira – como em quase todas as trilogias.

Uma primeira liberdade científica: o DeLorean não é só uma máquina do tempo, mas também do espaço-tempo. Quando Einstein, o cachorro, é enviado um minuto à frente

de seu tempo, a Terra, segundo a explicação de Brown, teria se deslocado. Considerando apenas a velocidade da Terra em torno do Sol (cerca de 100 mil km/h) – e desprezando a do próprio Sol e da galáxia –, para que Einstein voltasse à mesma posição na Terra (no caso, ao pátio do Shopping Twin Pines), o cão teria que se deslocar com velocidade igual, mas na direção oposta.

E essa era a imposição para uma viagem de apenas um minuto; imagine, então, qual seria aquela para uma 'distância' percorrida em 30 anos.

Do ponto de vista da física, a viagem para o passado é muito mais complicada que a viagem para o futuro. A teoria da relatividade prevê que o tempo passa mais devagar para os que viajam em velocidades muito altas, comparáveis à velocidade da luz no vácuo (cerca de 300 mil km/s).

No entanto, não dá para ir para o passado sem se deparar com vários paradoxos. Um dos mais simples: matar os próprios pais, antes de ter nascido? Outro: se a viagem ao passado é possível, por que nunca fomos visitados por algum ser do futuro?

No filme, o aparelho responsável pela viagem espaço-temporal é o 'capacitor de fluxo'. A junção de nomes científicos sem a devida conexão costuma levar a ideias de pseudociência, como cura quântica, para ficar em um só exemplo. Na prática, o capacitor é um componente eletrônico que acumula cargas elétricas – essa própria definição já contradiz a ideia de fluxo.

Sem o plutônio dos terroristas, a saída, em 1955, é usar a potência de um raio – na prática, é maior que 1,2 GW. Mas como saber quando e onde ele vai cair? Aí vem a engenhosidade do roteiro: sabemos, desde o início do filme, que um raio atingiu a torre da praça central de Hill Valley em um sábado de... 1955. E a hora exata desse evento (22h04) permaneceu 'congelada', pois o relógio da torre, mesmo 30 anos depois, nunca foi consertado.

DIVULGAÇÃO

Michael J. Fox interpreta o jovem Marty McFly, que vive na pacata Hill Valley, onde conhece o excêntrico cientista Dr. Brown – mais comum nas telas de cinema do que na vida real –, vivido por Christopher Lloyd

Como o raio deve tocar o capacitor por uma fração de sua duração, o tempo de ação deve ser curto. Para isso, seria preciso uma sincronização da velocidade e da distância percorrida pelo DeLorean com uma precisão maior que aquela que os aparelhos de GPS de hoje (2015) fornecem.

Além da teoria da relatividade, há outros temas científicos em *De volta para o futuro*. Um deles é o fenômeno conhecido no estudo de sistemas dinâmicos não lineares – área popularmente conhecida como teoria do caos – como 'sensibilidade às condições iniciais': pequenas alterações em um instante qualquer do passado podem causar grandes alterações no futuro – esse efeito já foi tratado em outros filmes, como em *Efeito borboleta*, de Eric Bress e J. Mackye Gruber, de 2004.

Mesmo com todo o esforço de nossos protagonistas em não alterar o passado, há dicas de que isso ocorreu. Exemplo emblemático: quando chega ao passado, no local da experiência – o Shopping Twin Pines (pinheiros gêmeos) –, Marty derruba um dos pinheiros. Quando retorna ao futuro, o centro de compras foi corretamente renomeado: Lone Pine (pinheiro solitário).

ATUALIDADES MUSICAIS E POLÍTICAS

Voltando à guitarra. O filme sugere que o *rock'n roll* é uma música à frente de seu tempo. Por exemplo, o guitarrista norte-americano Chuck Berry recebe um telefonema de um primo com a sugestão de contratar Marty, que acaba de fazer, no baile de Hill Valley, uma apresentação para lá de virtuosa para os padrões da década de 1950, ao tocar *Johnny B. Goode* – por sinal, música do próprio Chuck Berry.

A apresentação de Marty faz ainda referência a Pete Townshend, da banda inglesa The Who, ao chutar a caixa do amplificador; lembra Jimi Hendrix (1942-1970), ao tocar com a guitarra nas costas; remete a Angus Young, da australiana AC/DC, ao tocar deitado no palco; e ao holandês Eddie van Halen, da banda Van Halen, que se notabilizou pela técnica de 'martelar' com os dedos as cordas da guitarra. O público do baile fica estupefato e nem mesmo chega a aplaudir Marty.

Depois de 30 anos, *De volta para o futuro* guarda elementos da atualidade. Vejamos. Em 1955, o dono da lanchonete desdenha da ideia de a cidade poder ter um prefeito negro, e o Dr. Brown tem reação semelhante ao saber que Ronald Reagan (1911-2004) será, no futuro, o presidente dos Estados Unidos. Em 1985, o prefeito de Hill Valley é negro; 30 anos mais tarde, em 2015, o presidente dos EUA também.

Alerta: não considerem que essas 'coincidências' separam uma informação obtida pelos roteiristas de alguém... vindo do futuro.

Thadeu Penna
Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense

A GRAÇA DOS PROBLEMAS

Os maiores problemas matemáticos de todos os tempos

Ian Stewart

Rio de Janeiro, Editora Zahar, 392 p., R$ 29,90

NESTA INSTIGANTE OBRA, o matemático Ian Stewart, um dos mais destacados divulgadores do conhecimento científico e professor da Universidade Warwick, na Inglaterra, selecionou criteriosamente 14 dos mais relevantes problemas da matemática, abrangendo cerca de três milênios, em um período que vai da antiga Grécia aos dias de hoje.

Cada capítulo é dedicado a um problema. Entre os problemas sobre os quais o autor se debruça, destacam-se a quadratura do círculo, o teorema das quatro cores, a conjectura de Kepler, o problema dos três corpos, a hipótese do *mass gap* e o último teorema de Fermat – este talvez seja mais conhecido do público, uma vez que levou mais de 300 anos para ser demonstrado, o que finalmente ocorreu em 1994, graças ao matemático britânico Andrew Wiles.

As histórias em torno dos problemas são apresentadas de forma clara e elegante. Ao descrever a origem e o contexto em que surgiram os enigmas, o autor conduz os leitores à época em que foram propostos e os convida a conhecer o que se passava nas mentes brilhantes que tentaram decifrá-los.

Assim, o leitor toma conhecimento de que a matemática é uma ciência em evolução permanente, que alguns de seus problemas mais relevantes levaram séculos para serem resolvidos e que muitos outros ainda permanecem sem solução. O livro mostra também que a solução de muitos problemas requer a acumulação de conhecimentos e a criação de novas ferramentas – um processo desenvolvido, em muitos casos, ao longo de várias gerações de matemáticos.

O trabalho do matemático, com o desafio de planejar a abordagem do problema em terrenos desconhecidos, é exposto com detalhes e de forma amena, introduzindo os leitores a esse universo.

A obra é acessível a entusiastas com conhecimentos básicos de matemática. Uma vez que Stewart consegue elucidar conceitos complexos de forma simples e objetiva, livros como este são importantes para despertar vocações e desmistificar a ideia de que a matemática é uma área difícil e destinada apenas a gênios.

Em suma, esta obra instrui, motiva e diverte.

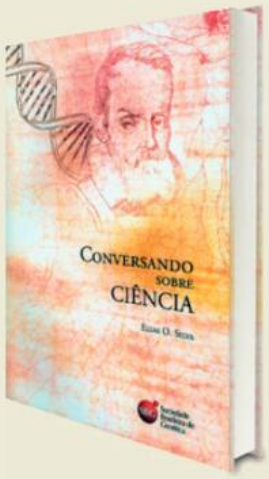
Benar Fux Svaiter
Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada

Conversando sobre ciência

Elias O. Silva

Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética, 299 p., R$ 45

Presente em tudo o que vivenciamos no mundo contemporâneo, a ciência abarca todas as áreas da vida humana e, de alguma forma, a influencia. Neste livro, o autor, professor do Departamento de Genética da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), propõe conversas sobre temas científicos sobre os quais, muitas vezes, não nos permitimos um tempo para reflexão. História da ciência, fatos marcantes, polêmicos e determinantes são assuntos discutidos pelos personagens – um médico-geneticista, um padre, uma bióloga, uma psicóloga e um estudante de medicina – que contribuem para visões diversas sobre um mesmo tópico proposto. Leitura que leva a pensar sobre como temos nos relacionado com a ciência, o fazer científico e o lugar que ocupam em nossas vidas.

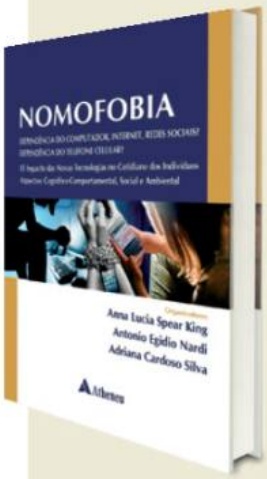


Nomofobia

Anna Lucia Spear King, Antonio Egidio Nardi e Adriana Cardoso

São Paulo, Atheneu, 352 p., R$ 95

Com o avanço acelerado das novas tecnologias, como o computador, o celular e a internet, há uma clara alteração na vida, no comportamento e nos hábitos dos indivíduos. Apesar de oferecer inúmeros benefícios, é importante não perder de vista os prejuízos que podem ser causados pelas novas ferramentas tecnológicas. Essa é a proposta deste livro, que reúne diversas visões (médica, psicológica e psiquiátrica) sobre o tema. Segundo os autores, os efeitos causados pela dependência de artigos tecnológicos já caracteriza uma nova fobia que dá nome ao livro: a da ausência do telefone celular.



O brilho do bronze (um diário)

Boris Fausto

São Paulo, Cosac Naify, 240 p., R$ 39,90

Quem nunca teve um diário amigável para registrar as reflexões acerca do cotidiano?

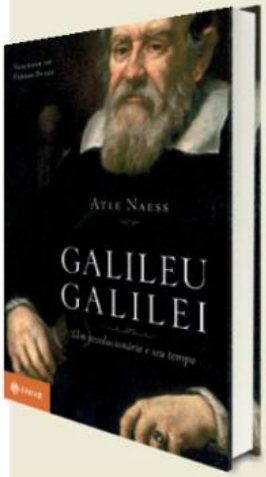
Para o historiador Boris Fausto, esse hábito representou algo ainda mais grandioso: após a experiência dolorosa da morte de sua esposa, com quem foi casado por 49 anos, ele resolveu usar sua condição de luto para escrever um diário íntimo. O resultado são páginas que demonstram um olhar crítico sobre a vida, que segue seu curso mesmo diante da dor. Nesse relato pessoal, traços do dia a dia contemporâneo são retratados em linguagem descontraída e bem humorada.

Galileu Galilei: um revolucionário e seu tempo

Atle Naess

Rio de Janeiro, Zahar, 248 p, R$ 44,90

Galileu Galilei é, com frequência, considerado o pai da ciência moderna. No entanto, o multifacetado personagem estende sua importância para além da ciência. Partindo do julgamento de Galileu pela Inquisição, o escritor norueguês Atle Ness reconstrói neste livro o período no qual o estudioso viveu. Somos levados até as paisagens e os momentos decisivos da vida de Galileu, como testemunhas, para entender melhor como as suas realizações na física, na astronomia e na matemática se desdobram na história da humanidade. A obra foi vencedora do prêmio Brage, a premiação literária mais importante da Noruega, na categoria de não ficção.



Visite nossa LOJA VIRTUAL

O CONHECIMENTO EM UM CLIQUE!

Publicações para todos os gostos e idades!

www.cienciahoje.org.br

www.lojaich.org.br

cartas

CIGARRO ELETRÔNICO I

*Eu uso o Blu, e foi fantástico (*CH *322). Estou há cinco meses sem fumar um cigarro normal, também estou 'tragando' menos o cigarro eletrônico e acredito que em pouco tempo não sentirei mais vontade nenhuma... Tenho menos tosse e cansaço. Enfim, está me ajudando muito a parar de fumar de vez. Agora vem um médico (?!?!) falando da eficácia de adesivos e chicletes? Já tentei usar isso e não consegui ver toda essa facilidade. Me pergunto se alguma empresa tabagista está pagando 'estudos' contra os cigarros eletrônicos.*

Marco

Comentário na *CH On-line*

CIGARRO ELETRÔNICO II

Os governos europeus não apenas liberaram o cigarro eletrônico, como suas agências de saúde recomendam a migração dos fumantes para este. Nos Estados Unidos, idem! No Brasil, o equipamento tem potencial para salvar 166 mil vidas por ano. Conhecendo como nosso Congresso funciona, o que é mais fácil estar acontecendo no Brasil? O governo proíbe o uso de cigarros eletrônicos para proteger nossa saúde com os cigarros convencionais, ou empresas do setor do tabaco fazem algumas generosas doações para nossos políticos?

Luiz Caldeira

Comentário na *CH On-line*

TOLERÂNCIA

Gostei muito do artigo sobre tolerância [coluna 'SobreHumanos', CH 322]. Essa matéria veio bem na hora, pois precisamos muito de tolerância religiosa, no Brasil e no mundo!

Alípio Feitosa Marques

Comentário na *CH On-line*

MÚSICA E CÉREBRO I

Muito boa essa entrevista com o neurologista Mauro Muszcat ['Transformação pela música', CH *323].*

Odisséia Carla Pires Gaspareto

Comentário no Facebook/*Ciência Hoje*

MÚSICA E CÉREBRO II

A música é a ciência da saúde.

Silvana Pinnola Aguiar Janesn

Comentário no Facebook/*Ciência Hoje*

MIMETISMO

*A semelhança entre o filhote de pássaro e a lagarta tóxica, citada na seção 'Mundo de Ciência' [*CH *322, p. 12], não é um caso de camuflagem, e, sim, de mimetismo (quando indivíduos de uma espécie se parecem com indivíduos de outras). Aliás, no final do texto essa caracterização é bem tipificada, quando se menciona que os autores da descoberta, Londoño e colegas, "dizem que é a primeira vez que o chamado mimetismo batesiano – comum em borboletas – é observado em um pássaro". A camuflagem ocorre em ocasiões em que, por exemplo, um animal apresenta a coloração de objetos do meio em que vive. É uma simples observação, mas que pode ajudar a esclarecer a principal diferença entre os dois conceitos.*

Armênio Uzunian

São Paulo, SP

CH O leitor está correto.

MENDELEIEV

*Tenho uma dúvida em relação ao artigo sobre a tabela periódica [*CH *323, p. 28]: não vi Mendeleiev na lista dos premiados com o Nobel de Química.*

Roberto Correia

Comentário na *CH On-line*

CH A ausência do nome de Dmitri Mendeleiev (1834-1907) entre os ganhadores do prêmio Nobel de Química (premiação iniciada em 1901) deve-se, segundo historiadores da ciência, à inimizade com o químico sueco Svante Arrhenius (1859-1927). Mendeleiev foi eleito, em 1905, membro da Academia Real de Ciências da Suécia, que escolhia os vencedores do prêmio de Química. No ano seguinte, o Comitê de Química do Nobel recomendou apenas seu nome para o prêmio, pela descoberta da tabela periódica, mas inesperadamente foi proposta outra candidatura, a do químico francês Henri Moissan (1852-1907), por ter, 20 anos antes, isolado o flúor. Arrhenius, que tivera uma de suas teorias duramente criticada por Mendeleiev e exercia forte influência na Academia Sueca (que lhe deu o Nobel em 1903), argumentou que a tabela periódica, anunciada no final dos anos 1860, seria uma descoberta muito antiga para receber o prêmio em 1906 e pressionou para que o nome do químico russo fosse rejeitado. Após intensos debates, a maioria da Academia votou em Moissan. Uma segunda tentativa de conceder o prêmio a Mendeleiev, em 1907 (antes de sua morte, no mesmo ano), foi mais uma vez frustrada pela oposição de Arrhenius.

MACONHA E SAÚDE

Gostaria de saber a respeito de pesquisas relativas à 'marihuana' (maconha), que está sendo legalizada em vários países do mundo. Ontem, era uma droga prejudicial para a saúde, mas hoje parece que seria até benéfica, em certos casos [ver 'Apostas no canabidiol', em CH *322]. Embora o consumo legalmente permitido seja bem controlado, deveriam ser feitos, na minha opinião, estudos científicos comparativos envolvendo danos cerebrais, níveis de dependência e outros aspectos. Os resultados, logicamente, mereceriam ser amplamente divulgados.*

Gustavo

Comentário na *CH On-line*

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

cienciahoje@cienciahoje.org.br

FOTO CICERO RODRIGUES

PROBLEMAS DE FERMI

DESAFIO

Quantas vezes uma pessoa respira ao longo da vida? E quanta gasolina consome um carro durante sua vida útil?

O físico italiano Enrico Fermi (1901-1954), além de suas grandes contribuições em física teórica e experimental, foi um grande professor. Nas aulas, gostava de estimular seus estudantes com perguntas relacionadas a estimativas. Essas questões são hoje conhecidas como 'problemas de Fermi'. O objetivo desses problemas é tentar entender rapidamente uma situação complexa, fazer hipóteses razoáveis sobre a questão tratada e aplicar a ela a 'arte' da aproximação.

O resultado deve ser um número que represente uma 'solução' (expectativa) razoável para o problema. Comumente, essas estimativas são chamadas de 'cálculos no verso do envelope' (do inglês, *back of the envelope calculation*), para ressaltar sua informalidade.

Um exemplo ajuda a entender o método. Quantas vezes o coração de uma pessoa bate durante a vida dela?

Essa pergunta, obviamente, depende de uma série de fatores. Por exemplo, de quantos anos a pessoa vive; do tipo de exercício que ela faz; de características pessoais; da fase da vida – o coração de um bebê bate mais rapidamente que o de um adulto. Claro que o número a que chegaremos será uma aproximação e não a resposta exata. Então, comecemos.

Primeiramente, podemos supor que uma pessoa vive, em média, cerca de 80 anos. Em minutos, isso dá 80 [anos] x 365 [dias] x 24 [horas] x 60 [minutos] = 42.048.000 minutos. Arredondando – afinal, queremos uma aproximação –, isso dá 40 milhões, que podemos escrever como 4×10^7. Então, as pessoas vivem, em média, 40 milhões de minutos.

O segundo passo: saber quantas batidas o coração dá por minuto. Notando que uma batida de coração leva menos que um segundo, podemos supor que em um minuto o coração deve bater umas 100 vezes. Ou seja, da ordem de 10^2 batidas. Note que o número exato não é importante. Queremos apenas uma ideia razoável do que se passa.

Pronto, temos, agora, os ingredientes para saber quantas vezes um coração bate ao longo da vida: 4×10^7 minutos multiplicados por 10^2 batidas, o que dá 4×10^9, isto é, 4 bilhões de vezes.

Para se ter uma ideia do que significa isso, pode ser interessante comparar com, por exemplo, as rotações de um motor de automóvel. Tipicamente, esse tipo de motor gira a 2 mil (2×10^3) rotações por minuto. Imaginando que um carro pode ter uma vida útil de 15 anos, circulando 2 horas por dia, temos, em minutos, uma vida útil de 15 [anos] x 365 [dias] x 2 [horas] x 60 [minutos] = 657 mil minutos (aproximadamente, 7×10^5 minutos).

O total de rotações será $7 \times 10^5 \times 2 \times 10^3 = 14 \times 10^8$ (aproximadamente, 1,5 bilhão de rotações).

Portanto, o número de batidas de um coração ao longo da vida é comparável – lembre-se, são estimativas – ao número de rotações de um motor de automóvel depois de 15 anos de uso.

Essa 'arte' da aproximação é muito útil em nosso cotidiano, pois nos ajuda a planejar compras, dívidas, pagamentos, investimentos, viagens, festas...

Aqui, vimos dois 'problemas de Fermi'. Mas foi só aquecimento. Na próxima coluna, tem mais. CH

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

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO O fato de substituirmos círculos por quadrados não muda nosso argumento, pois o que importa é que as figuras tenham um lado de dentro e um lado de fora, apenas.

FOTO CICERO RODRIGUES

BRASÍLIA, 55

O desenvolvimento urbano da capital é feito atabalhoadamente, sem planejamento, sem continuidade de projetos, com enormes carências de infraestrutura e importante passivo socioambiental

Não é uma conta redonda, mas não deixa de ser um número bonito.

"Deste Planalto Central (...) antevejo esta alvorada com fé inquebrantável e uma confiança sem limites", expressou o presidente Juscelino Kubitschek (1902-1976) ao lançar o projeto de Brasília. Há quase 60 anos dessa antevisão estratégica, nossa capital cumpre o papel desenvolvimentista que a concebeu.

Lembremos que já nos primórdios do século 19 se explicitou a vantagem da interiorização da capital. Embora nossa historiografia seja escassa (ou omissa) quanto à influência inglesa no tema, talvez o pioneiro nessa formulação seja mesmo William Pitt (1759-1806), primeiro-ministro inglês, em discurso proferido em 1799 no Parlamento britânico. Pitt recomendava a trasladação do trono português para o Brasil, e considerava indispensável construir uma nova capital, que chamou por Nova Lisboa, localizada no centro do país, de onde se abririam estradas reais, "à maneira de raios", em direção às principais cidades do Brasil e da América espanhola.

Brasília é bem um mosaico do universo urbano brasileiro. A uma porção menor planejada e bem cuidada, o Plano Piloto, somam-se tipologias urbanísticas variadas que compõem as diversas cidades satélites, hoje bairros nem sempre conurbados, que formam uma metrópole com quase 3 milhões de habitantes.

Embora conte com recursos federais, constitucionalmente destinados a ela por sua condição de capital, e de ser unidade federativa poderosa, do ponto de vista tributário, simultaneamente município e estado, Brasília tem problemas urbanísticos crescentes. Como em outras cidades brasileiras de seu porte, o desenvolvimento urbano da capital é feito atabalhoadamente, sem planejamento, sem continuidade de projetos, com enormes carências de infraestrutura e importante passivo socioambiental.

Com sucessivas crises político-administrativas, seu sistema de planejamento foi desprezado. É sintoma dessa situação o fato de que, mesmo sendo Brasília um exemplo do talento brasileiro e cidade declarada Patrimônio Cultural da Humanidade, o governo do Distrito Federal tenha contratado, em 2012, uma empresa de Cingapura para projetar o desenvolvimento urbano da capital nas próximas cinco décadas – o plano 'Brasília 2060', um despropósito! Felizmente, com a posse do novo governo, este ano, anuncia-se a conformação de uma estrutura de planejamento adequada às responsabilidades como capital do país e cidade importante.

Brasília tem crescido na expressão política brasileira. Deixa de ser uma cidade administrativa, da burocracia, e se desenvolve com alma. E, talvez justamente por configurar-se como um universo do urbano brasileiro, esteja a caminho a formação de um novo quadro urbanístico, no qual os 'satélites' passarão a determinar a órbita.

Diferentemente de São Paulo, onde a periferia conurbada é periferia e o desenho urbanístico é determinado pela hegemonia do espigão; diferentemente do Rio de Janeiro, onde a mescla morfológica evidente é pontuada pela geografia; de modo distinto de outras grandes cidades brasileiras, em Brasília começa a se estabelecer um modelo de multiplicidade morfológica ainda sem característica própria, mas com certeza em franca dissintonia para com o núcleo que a simboliza.

A uma imagem reconhecida internacionalmente, firmada em exemplares arquitetônicos consagrados e em um urbanismo modernista exemplar, contrapõe-se uma imagem não unitária, múltipla, ainda em formação, ainda sem caráter definido, sem hegemonias, nova, mas que encontra sua afirmação justamente no contraponto.

Com tão pouca idade, Brasília já cumpre com seu propósito original. Vamos esperar os novos propósitos que advirão desse embate entre seu destino desenhado e aquele que a vida social está construindo. Feliz aniversário! CH

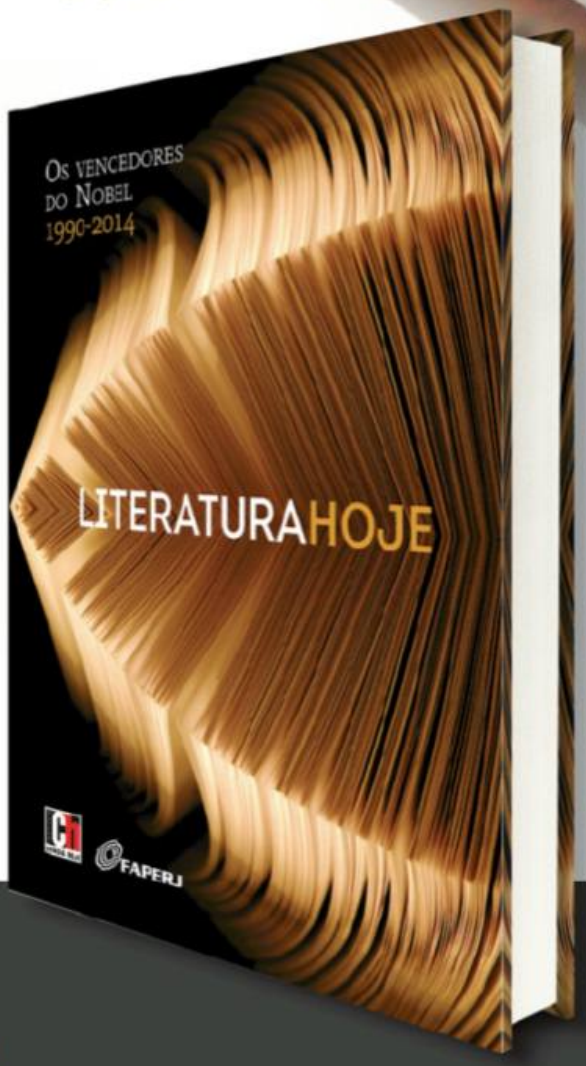
SÉRGIO MAGALHÃES
Programa de Pós-graduação em Urbanismo (Prourb), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro
sfmagalhaes@hotmail.com
www.cidadeinteira.blogspot.com

LITERATURAHOJE

Os vencedores do Nobel 1994-2014

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

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



PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR

0800 727 8999

www.cienciahoje.org.br

VISITE NOSSA LOJA VIRTUAL

Receba nosso Kit **"Eu Vou Salvar o Ártico!"**.
Envie SMS gratuito para **27800** com a palavra
#POLAR + SEU NOME e ganhe agora.

GREENPEACE
SAVE THE ARCTIC