# CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO CIÊNCIA HOJE

NÚMERO 339 | VOLUME 57 | AGOSTO 2016 | R$ 10,95

**POR DENTRO DA MATÉRIA**
Desvendando os mistérios do núcleo atômico

**ÁLCOOL E DROGAS**
Especialista canadense aponta como deveria ser uma política pública na área

**RELATOS DO HOLOCAUSTO**
Como narrativas pessoais constroem a memória do extermínio nazista

## ÍCONE DAS OLIMPÍADAS

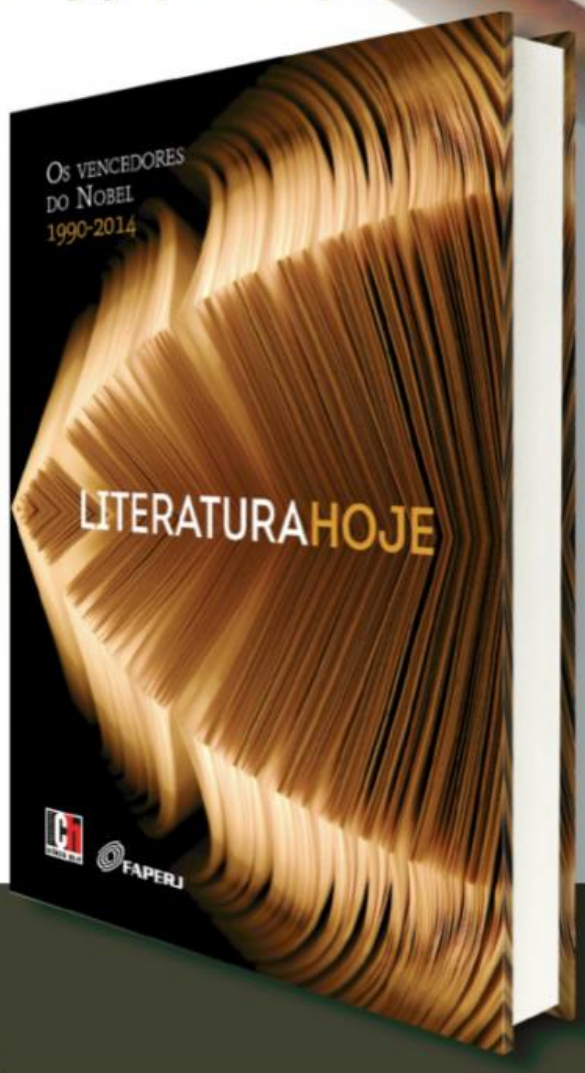
Pão de Açúcar e formações similares abrigam rica diversidade biológica

# 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**

CIÊNCIAHOJE

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

ISSN: 0101-8515

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

**CIÊNCIA HOJE**
**Editores Científicos** | Ciências Humanas e Sociais – Maria Alice Rezende de Carvalho (Departamento de Sociologia e Política/PUC-Rio) e Ricardo Benzaquen de Araújo (Departamento de História/PUC-Rio) | Ciências Ambientais – Jean Remy Guimarães e Rodrigo Ornellas Meire (Instituto de Biofísica/UFRJ) e Vinicius Farjalla (Instituto de Biologia/UFRJ) | Ciências Exatas – Arthur Marques Moraes (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) | Ciências Biológicas – Andrea T. Da Poian e Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ).

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

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

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

**PUBLICIDADE** | Sandra Soares (gerente) | Rua Dr. Fabrício Vampré, 59, Vila Mariana, CEP 04014-020, São Paulo, SP. Telefax: (11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br).
**Circulação e assinatura | Gerente** | Fernanda L. Fabres. Telefax: (21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br)
**REPRESENTANTES COMERCIAIS**
**BRASÍLIA** | Joaquim Barroncas – Tels.: (61) 3328-8046/ 99972-0741.

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

**APOIO:**
SBPC CBPF FAPERJ UFRJ



# Refúgios de biodiversidade

Conhecido no mundo inteiro e cartão postal da cidade do Rio de Janeiro, o Pão de Açúcar é mais do que uma rocha em forma de dedal que desponta na mata atlântica. Símbolo das Olimpíadas de 2016, esse maciço imponente abriga enorme diversidade biológica. Afloramentos rochosos como esse – de composição principalmente granítica e/ou gnáissica e denominados *inselbergs* (ilhas terrestres) – não são raros no país e estão presentes tanto na floresta atlântica quanto em outros biomas brasileiros, sobretudo nas regiões Nordeste e Sudeste.

Os pães de açúcar são palco para espécies botânicas raras e especializadas, que desenvolveram estratégias diversas para sobreviver em ambientes com condições extremas: altas temperaturas, insolação e escassez de água. Apesar da alta biodiversidade que contêm, essas formações rochosas são ainda pouco estudadas, o que prejudica a promoção de ações para sua conservação.

Em época de jogos olímpicos, vale um olhar diferenciado para o belo ícone que orgulha a Cidade Maravilhosa.

*A redação*



**CAPA:** FOTO LEO GALENO / PIXABAY.COM / DOMÍNIO PÚBLICO

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**

INFORME PUBLICITÁRIO

Espaço da Ciência Brasileira

ED. 07 - AGOSTO 2016

# Nova tecnologia desenvolvida no Inpe melhora estimativas sobre queimadas

Cientistas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) contam com uma nova tecnologia para monitorar com precisão incêndios e queimadas no Brasil. Um algoritmo (ou comandos computacionais) desenvolvido no Inpe permite o mapeamento das áreas destruídas pelo fogo a partir de dados de sensoriamento remoto obtidos da Nasa, a Agência Espacial Norte-Americana. A nova ferramenta já foi adotada pelo Grupo de Monitoramento de Queimadas e Incêndios para gerar estimativas mais confiáveis, inclusive, retroativamente.

Com base nas imagens de satélites, os pesquisadores conseguiam acompanhar os focos de incêndio, ou seja, o local da chama. Agora, é possível dimensionar a área tomada pelo fogo ano a ano desde 2005 em cada bioma. Isso porque o algoritmo desenvolvido tem resolução espacial de 1 quilômetro quadrado.

Ferramenta calcula áreas destruídas pelo fogo, desde 2005, em cada bioma brasileiro. Informações mais precisas facilitam ações de fiscalização e diminuem as incertezas no cálculo de emissão de poluentes.

Segundo a pesquisadora Renata Libonati, que desenvolveu a ferramenta durante pós-graduação no Inpe, o Brasil usava tecnologia desenvolvida pela Nasa para todo o planeta. A desvantagem é que o sensoriamento em escala global, feito de forma generalizada, não considera as características de cada bioma, como tipo de vegetação, solo e clima. "Com esse algoritmo, nós conseguimos refinar as informações sobre as queimadas no Brasil", diz Libonati.

A ferramenta abre uma nova perspectiva para as ações de monitoramento e fiscalização do país. Além disso, permite que o Brasil avance nas políticas de controle de emissão de poluentes.

# Estudo prevê "clima caótico" até 2100

O clima tende a ficar com longos períodos secos e extremos de chuva intensa, com menor grau de previsibilidade, até 2100. O alerta foi feito pelo coordenador do INCT de Mudanças Climáticas, Carlos Nobre, durante lançamento do livro "Modelagem Climática e Vulnerabilidades Setoriais à Mudança do Clima no Brasil", na 68ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), em julho deste ano, em Porto Seguro (BA).

"Os impactos e os riscos são tão grandes que, na minha opinião, não existe outra possibilidade que não seja a mais rápida redução de gases de efeito estufa, como a COP 21 [21ª Conferência do Clima] preconizou: zerar as emissões até 2050 ou 2060 e chegar a emissões negativas, ou seja, tirar $CO_2$ [dióxido de carbono] da atmosfera", afirmou o pesquisador. "Esse é um enorme desafio, mas é um problema do qual não temos como fugir se nós não quisermos entregar aos nossos netos e bisnetos um mundo muito difícil de viver."

"Os impactos e os riscos são tão grandes que não existe outra possibilidade que não seja a mais rápida redução de gases de efeito estufa", alertou o pesquisador Carlos Nobre durante a 68ª Reunião Anual da SBPC.

# Conexões de 100 Gb/s entre Brasil e Estados Unidos entram em operação

Duas novas conexões de 100 Gb/s entre São Paulo e Miami foram ativadas, ampliando a saída internacional da rede acadêmica brasileira, a Ipê. As novas conexões, em operação por meio de cabos submarinos nos oceanos Atlântico e Pacífico, fazem parte do projeto *Amlight Express and Protect*, financiado pela National Science Foundation (NSF), pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), organização social ligada ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. O consórcio *Amlight* gerencia as conexões entre Estados Unidos e América Latina para ensino e pesquisa.

"Em 2017, outros seis *links* com a mesma capacidade entre Miami e a América Latina devem entrar em operação", informou o engenheiro de redes da Universidade Internacional da Flórida (FIU, em inglês) Jerônimo Bezerra. Segundo ele, as conexões internacionais de 100 Gb/s estabelecem novos parâmetros em conectividade de alto desempenho nas Américas e possibilitam oportunidades de colaboração científica.

Uma das iniciativas beneficiadas será o projeto internacional de Astronomia *Large Synoptic Survey Telescope* (LSST), que conta com a participação de 50 pesquisadores brasileiros. O LSST é um telescópio em construção em Cerro Pachón, no Chile, previsto para entrar em operação em 2022 e que terá capacidade para fazer o mapeamento de quase metade do céu por um período de dez anos.

# Lançamento de fibra óptica de 240 km leva internet

# sumário

339 | AGOSTO 2016


**CH-ONLINE** 5

**O LEITOR PERGUNTA** 6 — Como é calculada a sensação térmica? | É possível afirmar que há infinitos números decimais entre dois números inteiros consecutivos? | Por que as órbitas dos planetas são elípticas e não circulares?

**EXATAMENTE** 9 — Reator Experimental Termonuclear Internacional seria o primeiro passo rumo a uma fonte de energia limpa e abundante

**ENTREVISTA** 10 — TIM STOCKWELL | ÁLCOOL E DROGAS: EVIDÊNCIAS E CRENÇAS | Políticas de saúde na área devem ser reguladas pelos danos causados por substâncias psicotrópicas

**A PROPÓSITO** 13 — HERANÇA DE MÃE | Potenciais problemas contidos no genoma mitocondrial masculino são filtrados

**MUNDO DE CIÊNCIA** 14

**CIDADE INTEIRA** 19 — MUNDO VASTO, VASTO MUNDO | Arquitetura das grandes estrelas ajuda a criar ícones iguais para todas as cidades

PÃES DE AÇÚCAR
REFÚGIOS DE ALTA BIODIVERSIDADE NA MATA ATLÂNTICA **22** — Ícone das Olimpíadas, o Pão de Açúcar é um dos afloramentos rochosos mais famosos do mundo. Formações similares a ele são comuns no país e abrigam alta diversidade biológica. Entretanto, os pães de açúcar são raramente objeto de estudos botânicos, o que prejudica a promoção de ações para sua conservação.
Por Luiza F. A. de Paula, Stefan Porembski, Luísa O. Azevedo, João Renato Stehmann, Luana Paula Mauad e Rafaela Campostrini Forzza




AS MÚLTIPLAS DIMENSÕES DA MEMÓRIA:
TRANSFORMAÇÕES, PERMANÊNCIAS E TENSÕES EM TORNO DE NARRATIVAS SOBRE O HOLOCAUSTO **30** — Passados mais de 70 anos, o Holocausto é recordado hoje em inúmeras instituições de memória. Este artigo busca tecer algumas reflexões sobre os processos de construção social dos relatos em torno dos campos de extermínio nazistas na contemporaneidade.
Por Kátia Lerner




O NÚCLEO ATÔMICO
VIAGEM RUMO AO (AINDA MISTERIOSO) CENTRO DA MATÉRIA **36** — Na longa jornada intelectual em direção ao âmago do átomo, pesquisadores buscam resposta para uma questão científica e, de certo modo, filosófica: qual a origem da massa visível do universo?
Por Adriano Natale

SENTINELAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS **42** — Um estudo realizado na cordilheira do Espinhaço, localizada entre Bahia e Minas Gerais, aponta os efeitos das mudanças climáticas sobre a distribuição da fauna, da flora e de micro-organismos na região.
Por Geraldo Wilson Fernandes, Hernani A. Almeida, Felipe Melo, Cássio A. Nunes, Frederico Neves, Yule Roberta F. Nunes, Patricia Morellato e Rodolfo Dirzo

**FORA DO QUADRO** 48 — GEOMETRIA NAS FORMIGAS PRATEADAS | Prismas naturais, pelos do inseto do Saara refletem quase totalmente a luz solar, proporcionando-lhe essa coloração metálica

**CRÍTICA** 50 — MUTANTES IMPROVÁVEIS | Novo filme de *X-Men* apresenta personagens e situações inverossímeis

**ENSAIO** 52 — FILHOS DEPOIS DO CÂNCER | Preservar os planos reprodutivos de quem passa por tratamento oncológico é um dos desafios da medicina

**CARTAS** 55

**PELO BRASIL** 56

**RESENHA** 58 — RACIONALIDADE E INDIVIDUALIDADE NO MUNDO ADMINISTRADO | Resenha do livro *Eclipse da razão*, de Max Horkheimer

**QUAL O PROBLEMA?** 60 — NÚMEROS E ESCOLHAS | Novas possiblidades no uso do triângulo de Pascal

**MEMÓRIA** 61 — MILLIKAN E O EFEITO FOTOELÉTRICO | Há 100 anos, trabalho mostrava que a luz é formada por partículas

**SOBRE HUMANOS** 64 — O EFEITO ESQUERDA | Pode o Brasil dispensar a presença de uma alternativa política forte de centro-esquerda?

NOTÍCIAS | GALERIA | ENTREVISTA | VÍDEO



FOTO SHARKDIVER.COM / DOMÍNIO PÚBLICO

**ECOLOGIA** > **Predadores e pressas**
Pescados aos milhões, os tubarões lutam para sobreviver em um mundo que os considera perigosos.

> **http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/4834/n/predadores_e_presas**

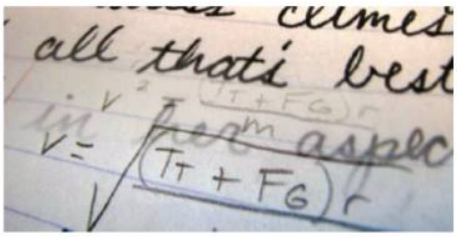


FOTO STEPHENIE SCHUMRAFT / FLICKR / CC BY-NC 2.0

**COLUNAS** > **http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/4852/n/fisica_para_poetas**

**FÍSICA** > **Física para poetas** > Diante das dificuldades enfrentadas pelo ensino de ciências de uma maneira geral, nosso colunista Adilson de Oliveira propõe uma abordagem interdisciplinar para a divulgação da física.

**COLUNAS** > **http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/4846/n/portugueses_e_brasileiros**

**LINGUÍSTICA** > **Portugueses e brasileiros** > O português que se fala aqui é realmente uma versão empobrecida da língua falada na terrinha? Sírio Possenti problematiza a questão em sua coluna.



FOTO ALEXANDER KELLNER

**COLUNAS** > **http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/4836/n/43_dias**

**PALEONTOLOGIA** > **43 dias** > O colunista Alexander Kellner continua o relato do verão que passou na Antártida, participando do maior acampamento já realizado por equipe brasileira no continente gelado.



FOTO CHRISTIAN HARLUSKA / FLICKR / CC BY-SA 2.0

**COLUNAS** > **http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/4835/n/o_petroleo_encarece_o_salmao**

**ECOLOGIA** > **O petróleo encarece o salmão?** > Uso indiscriminado de combustíveis fósseis desencadeia uma série de efeitos indesejados sobre o planeta – incluindo o aumento da intensidade e da frequência das chamadas marés vermelhas, analisa Jean Remy Guimarães em sua coluna de junho.

CAIO CÂNDIDO CERQUEIRA, TRÊS RIOS/RJ

## É possível afirmar que há infinitos números decimais entre dois números inteiros consecutivos? Se sim, esses dois números não seriam uma limitação na definição de infinito?

**ANTES DE RESPONDER A PERGUNTA,** observe, como exemplo, a seguinte sequência de números decimais representados na forma de fração:

$a_1 = 1/1, a_2 = 1/2, a_3 = 1/3, a_4 = 1/4, a_5 = 1/5, ..., a_{100} = 1/100, ...$

A sequência é formada por números distintos, todos no intervalo [0,1]. Associando os elementos dos números naturais N = {1,2,3,4...} com os elementos da sequência na forma abaixo,

$a_1 \leftrightarrow 1$
$a_2 \leftrightarrow 2$
$a_3 \leftrightarrow 3$
$a_4 \leftrightarrow 4$
. . .

vemos que existe, em [0,1], um conjunto com o mesmo número de elementos que o do conjunto dos números naturais N, isto é, com um número infinito de elementos. Assim, há um número infinito de números decimais no intervalo [0,1].

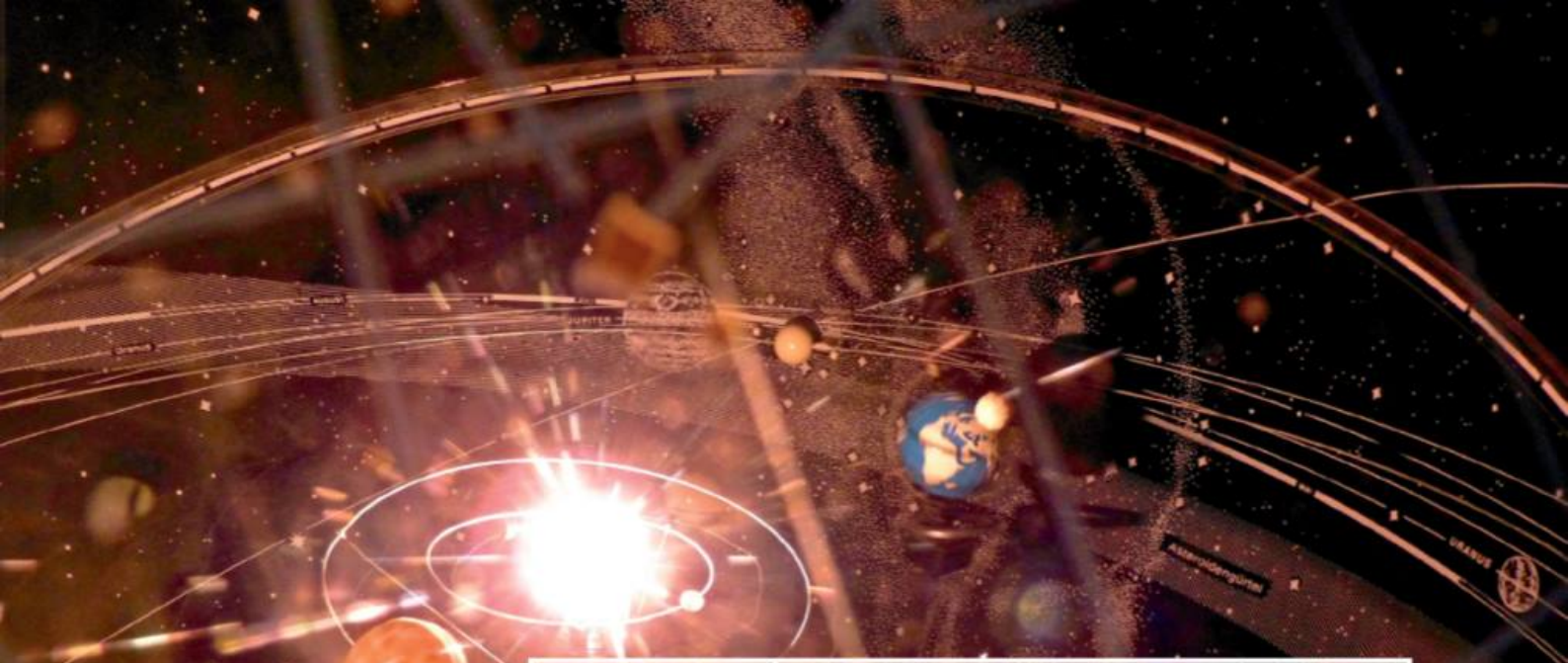
Podemos mostrar o mesmo para qualquer intervalo entre dois inteiros consecutivos. Por outro lado, vemos que, embora os conjuntos $\{a_1, a_2, a_3, ...\}$ e N tenham um número infinito de elementos, o primeiro está todo contido no intervalo [0,1] da reta real, enquanto o segundo não pode estar contido em um intervalo limitado.

Dizemos que a sequência $a_1, a_2, a_3, ...$ é limitada e que a sequência 1,2,3,4, ... vai para infinito. Assim, há dois usos distintos da noção de infinito nesta discussão, o que talvez tenha gerado a dúvida contida na segunda pergunta.

A noção de infinito é mesmo bastante intrigante e pode render boas discussões!

FOTO PIXABAY.COM / DOMÍNIO PÚBLICO

*Maria Fernanda Elbert*
INSTITUTO DE MATEMÁTICA,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO



BRUNO DIAS, POR CORREIO ELETRÔNICO

## Por que as órbitas dos planetas são elípticas, e não circulares?

**ANTES DE FALARMOS DAS ÓRBITAS** em si, é bom lembrarmos de algumas noções de geometria. Afinal, círculos são elipses também, embora pouca gente se lembre disso no dia a dia! E as órbitas não são 'apenas' elípticas. Elas podem ter a forma de qualquer uma das curvas cônicas (elipse, parábola e hipérbole), lembrando, mais uma vez, que o círculo é uma elipse muito especial (sem achatamento, ou, em termos técnicos, com excentricidade zero).

Das curvas cônicas citadas, somente a elipse é fechada, e, por isso, sempre pensamos nela como uma órbita; mas parábola e hipérbole também representam órbitas! São abertas e, por isso mesmo, se referem a órbitas não periódicas (como as da maioria dos cometas, justamente aqueles dos que nem ouvimos falar por não serem periódicos).

Mas, como o leitor foi preciso em sua pergunta e mencionou apenas os planetas, dizemos que sim, as suas órbitas são elipses! Em nosso sistema solar, são elipses de baixíssima excentricidade, ou seja, quase circulares! Mas, ainda assim, elipses (e não círculos).

Isso acontece basicamente por conta de perturbações externas, da influência gravitacional de outros corpos. Se um sistema for composto apenas de dois corpos, e esses dois corpos forem deixados à deriva, sujeitos apenas à atração gravitacional mútua, o equilíbrio dinâmico se traduziria em órbitas circulares ao redor do centro de massa do sistema. Mas há muitos e muitos objetos no Sistema Solar, e a interação não é simples. Ao longo dos cerca de 5 bilhões de anos de atuação gravitacional, as órbitas elípticas dos planetas são o que mais se aproxima da estabilidade.

E, acredite, nem isso é 100% verdade. Hoje, sabemos, graças à teoria do caos, que as elipses orbitais não são perfeitas; há movimentos de precessão (mudança do eixo de rotação de um objeto) e outros, ainda mais imprevisíveis, que nos mostram que o Sistema Solar ainda não atingiu seu equilíbrio dinâmico!

*Alexandre Cherman*
FUNDAÇÃO PLANETÁRIO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

FOTO PIXABAY.COM / DOMÍNIO PÚBLICO



FOTO PIXABAY.COM / DOMÍNIO PÚBLICO

WLADIMIR GONÇALVES, RIO DE JANEIRO/RJ

## Como é calculada a sensação térmica?

**A SENSAÇÃO TÉRMICA** é calculada por meio de duas medidas: a temperatura e a velocidade do vento. Existem equipamentos que conseguem medir a temperatura do ambiente, mas essa temperatura é diferente da nossa sensação térmica; ou seja, a sensação de calor ou frio que sentimos na pele é diferente daquela que é divulgada pelos jornais e TVs na previsão do tempo. O cálculo é feito por meio de uma grande fórmula matemática que considera os valores de velocidade do vento e da temperatura do ambiente.

Mas por que a temperatura do ambiente é diferente da sensação térmica? Na sensação térmica, entram alguns outros 'personagens' que alteram a temperatura do ambiente. Os principais são o vento e a umidade.

O que realmente acontece é que o nosso corpo espalha ou lança calor de dentro para fora até a pele, fazendo com que ela fique mais quente. Quando o vento entra em contato com a pele, ocorre uma troca de temperaturas, como se ele estivesse roubando o calor da pele. É por isso que assopramos quando queremos esfriar uma comida, para que o ar retire calor dos alimentos, deixando-os mais frios.

Na nossa pele, essa troca com o ar acontece diversas vezes, sendo mais frequente quando o vento for muito rápido. Por isso, quando venta muito, tem-se a sensação de que o ambiente está mais frio, porque o corpo esfria mais rapidamente.

Por outro lado, dias bastantes úmidos e quentes podem aumentar a sensação de calor: quanto mais úmido é o ambiente, mais vapor de água existe na atmosfera. O corpo transpira para baixar sua temperatura e sentir menos calor. Mas, quando o ambiente está muito úmido, o organismo sua menos, uma vez que há maior quantidade de água no ar. E, ao transpirar menos, ele fica menos frio, aumentando a sensação de calor.

*Raphael de Souza Rosa Gomes*
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO,
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

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

**CORREIO ELETRÔNICO** | cienciahoje@cienciahoje.org.br

# O ITER

**TALVEZ, O LEITOR** nunca tenha ouvido falar sobre o ITER, acrônimo, em inglês, para 'Reator Experimental Termonuclear Internacional'. Mas esse é um dos projetos mais ambiciosos em andamento, que poderá ser o primeiro passo para resolver o problema energético do mundo.

Usinas nucleares convencionais usam como combustível o urânio 235, isto é, o elemento químico cujo núcleo tem 92 prótons e 143 nêutrons. Ao ser bombardeado com nêutrons, o urânio 235 se parte em núcleos mais leves, que se movem rapidamente. Essa energia de movimento acaba sendo usada para aquecer a água de um reservatório, que, por sua vez, move turbinas, gerando energia elétrica.

Apesar de a energia nuclear já ser responsável por mais de 10% da matriz energética mundial, há o perigo de acidentes graves, e os resíduos radioativos deixados ao final do processo são um problema constante.

Ao contrário de usinas nucleares convencionais, o ITER espera extrair energia da fusão de núcleos leves – mais precisamente, de dois isótopos do hidrogênio: o dêuteron (próton mais nêutron) e o trítio (próton mais dois nêutrons). Ambos são relativamente abundantes na natureza. O dêuteron, por exemplo, pode ser extraído da água do mar.

Quando o dêuteron e o trítio se fundem, são gerados um núcleo de hélio (dois prótons e dois nêutrons) e um nêutron. Nesse processo, por volta de 0,4% das massas do dêuteron e trítio se converte em energia. Pode parecer pouco, mas isso é o triplo do que se obtém em usinas nucleares convencionais, que já são milhões de vezes mais eficientes que termoelétricas, as quais queimam combustíveis fósseis gerando gás carbônico ($CO_2$). Por sua vez, as usinas de fusão liberarão hélio, que é um gás inofensivo.

Em resumo, o ITER seria o primeiro passo rumo a uma fonte de energia limpa e abundante.

O grande desafio é que, para que a fusão aconteça, o ITER terá que aquecer os isótopos do hidrogênio a temperaturas de 150 milhões de graus celsius, ou seja, uns 10% da temperatura no centro do Sol. Esse plasma infernal, formando uma 'sopa' quentíssima de partículas, terá que ser mantido longe de tudo, por meio de campos magnéticos megapotentes. Não devemos subestimar os desafios tecnológicos envolvidos na fusão, mas eles podem ser superados.



FOTO CICERO RODRIGUES

**O ITER seria o primeiro passo rumo a uma fonte de energia limpa e abundante**

O ITER é encabeçado pela União Europeia, China, Coreia do Sul, pelos EUA, pela Índia, pelo Japão e pela Rússia desde 2006. À época, o valor estimado para a construção foi de 5 bilhões de euros (hoje, cerca de R$ 18 bilhões), e o tempo para sua conclusão era de 10 anos.

Infelizmente, o projeto está atrasado em uma década. Contudo, as coisas começaram a melhorar desde o fim do ano passado, quando o gerenciamento do projeto passou para as mãos do francês Bernard Bigot. Mesmo assim, Bigot estima que a máquina não estará concluída antes de 2025, e que, depois disso, ainda serão necessários vários anos para que o objetivo original de gerar energia pela fusão de dêuterons e trítios seja alcançado.

A nova estimativa de custo quase que duplicou, passando a ser de 9,6 bilhões de euros (cerca de R$ 35 bilhões), o que levou o Departamento de Energia dos EUA a não garantir seu apoio ao projeto além de 2018 – mas esperemos que essa ajuda continue até o final. Dez bilhões de euros é o que custa um porta-aviões. Se podemos construir vários desses para nos matar, será que não podemos construir um ITER para (ajudar a) nos salvar? CH

**GEORGE MATSAS** | Instituto de Física Teórica | Universidade Estadual Paulista

TIMOTHY STOCKWELL

# ÁLCOOL E DROGAS: EVIDÊNCIAS E CRENÇAS

Timothy Stockwell é um dos maiores especialistas da atualidade em políticas públicas para álcool e drogas. Nos últimos 10 anos, ele ocupa o cargo de diretor do Centro para a Pesquisa sobre Dependências da Colúmbia Britânica e é professor catedrático do Departamento de Psicologia da Universidade de Victoria, ambas no Canadá. Antes disso, por 16 anos, ele dirigiu o Instituto Nacional de Pesquisa sobre Drogas, na Austrália, país onde também teve cargos acadêmicos.

Com formação pela Universidade de Oxford e doutorado pelo Instituto de Psiquiatria da Universidade de Londres, Stockwell tem cerca de 350 trabalhos publicados, entre artigos e livros, além de ganhar vários prêmios em sua área.

Nesta entrevista exclusiva à *CH*, Stockwell desafia uma afirmação aceita como verdade até mesmo pela comunidade de saúde: a de que, em doses moderadas, o álcool é bom para a saúde. Ele fala, entre outros temas, sobre a descriminalização da maconha, o *lobby* da indústria do álcool e sobre como deveria ser uma política pública de drogas.

CÁSSIO LEITE VIEIRA | *CIÊNCIA HOJE* | RJ

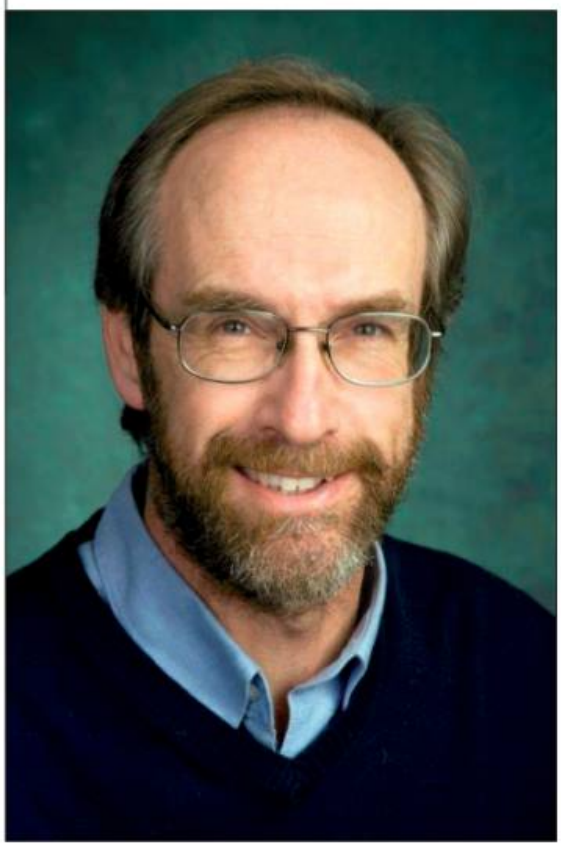


IMAGE PHOTO SERVICES

**As reuniões da Comissão de Narcóticos das Nações Unidas parecem indicar uma inclinação para a descriminalização das drogas. O senhor acha que esse abrandamento das leis antidrogas será uma tendência no futuro próximo no Ocidente? De seu ponto de vista, deveria ser assim? Por quê?** Se, por 'abrandamento', você se refere a um movimento no sentido de descriminalizar e legalizar a *Cannabis* [maconha], eu, então, concordo que essa será a tendência em um futuro próximo em muitos países ocidentais. O Canadá, por exemplo, tem um governo que foi eleito com base na promessa de chegar a esse objetivo. Com algumas reservas, acho que isso, na maioria dos casos, visa ao bem comum, caso seja feito com base na criação de um conjunto apropriado de estruturas regulatórias voltadas para minimizar os danos [à sociedade], restringir o acesso da droga a menores de idade e melhorar a pesquisa sobre a segurança dos usuários, bem como sobre as consequências do uso da droga para a saúde. De forma geral, a partir de uma perspectiva fundamentada nos direitos humanos, eu sugeriria leis antidrogas menos punitivas e que encampassem abordagens baseadas em evidências para reduzir os danos àqueles que não sejam capazes de – ou que não queiram – ficar em abstinência.

**'Álcool em pequenas doses tem um efeito protetor contra doenças cardíacas'. Por muito tempo e em termos globais, essa afirmação tem sido considerada verdadeira – mesmo pelos profissionais de saúde. O senhor – que publicou artigo recente sobre o tema [*Journal of Studies on Alcohol and Drugs*, v. 77, n. 2, pp. 185-198, 2016] – desafiaria essa afirmação? Ela poderia ser falsa até para o vinho, bebida cuja fama por fazer bem ao coração é muito disseminada?** Concordo que essa crença é muito disseminada, e há muita pesquisa científica que sustenta essa visão. Se há efeitos protetores, estes parecem ser igualmente aplicáveis a todos os tipos de bebidas alcoólicas. No entanto, há também uma quantidade crescente de razões científicas para duvidar da validade dos estudos que sugerem essa associação. Razões para o ceticismo incluem a) muitos desses estudos não têm o chamado grupo-controle e são essencialmente observacionais, contendo com frequência problemas de planejamento e execução que levam a vieses, como incluir pessoas que pararam de beber ou que bebem ocasionalmente no grupo de 'abstêmios', comparando estes com aqueles que consomem álcool; b) dúvidas recentes sobre estudos feitos em laboratório relacionando o consumo moderado de álcool com biomarcadores que indicam a saúde cardíaca; c) evidências de estilo de vida que acabam se confundindo com outros fatores, como é o caso dos chamados 'bebedores moderados' que, muitas vezes, são igualmente moderados em relação a outros aspectos de suas vidas e, por isso, são mais saudáveis que os abstêmios; d) novos estudos genéticos mostrando que pessoas com predisposição genética para beber menos têm saúde cardíaca melhor – e não pior – que outros.

**Em pesquisa realizada recentemente no Reino Unido, o álcool foi apontado como a droga mais perigosa, acima mesmo da heroína e cocaína, quando o assunto é saúde pública. Supondo que esse cenário é similar ao de outros países, por que as autoridades de saúde são extremamente complacentes com o consumo de álcool?** Provavelmente, por causa da forte aceitação cultural do álcool – a qual é apoiada por uma indústria de propaganda com orçamentos bilionários – e do uso disseminado dessa bebida, nossa droga recreativa favorita. Apenas um pequeno número das admissões em hospitais relacionadas ao consumo de álcool, bem como das mortes causadas por seu consumo, recebe, na verdade, um diagnóstico específico relativo ao álcool, enquanto os muitos milhares de casos de câncer provocados pelo consumo de álcool raramente – se tanto – têm essa causa mencionada nos diagnósticos. Isso provavelmente contribui para a baixa conscientização sobre a relação entre álcool-câncer e os tantos outros problemas sérios de saúde associados ao uso de álcool.

ACHO QUE É DO INTERESSE PÚBLICO QUE AS DROGAS SEJAM REGULADAS SEGUNDO AS EVIDÊNCIAS DE DANOS QUE ELAS CAUSAM

**Em relação ao álcool e seu impacto danoso na sociedade, o senhor acha que o papel da Organização Mundial da Saúde (OMS) tem sido apropriado?** Esta é uma questão difícil. Estou certo de que a OMS é contida politicamente no modo como ela pode agir, embora, sem dúvida, deveria ser possível a ela falar abertamente e sem constrangimento político sobre questões amplas de saúde pública. Estou certo de que, à medida que as evidências aumentarem em relação aos impactos do álcool sobre a saúde pública, a OMS será mais assertiva sobre esse tema. Tenho consciência de que a OMS tem sido extremamente lenta em responder ao problema, bem como extremamente cuidadosa, e que muitos de seus projetos relacionados ao álcool acabam atrasando. Acho que a OMS sofre muita pressão política de governos sobre a questão do álcool.

**O senhor diria que nos EUA e no Canadá a indústria do álcool tem influenciado decisões relacionadas às políticas de saúde pública?** Certamente. Tenho observado isso em primeira mão. A 'realpolitik' [política coercitiva] nestes últimos 10 anos, nos quais tenho trabalhado no Canadá, tem sido aquela de que nenhuma política nacional acontece sem a aprovação da indústria do álcool – e isso inclui o desenvolvimento de diretrizes para determinar as doses de baixo risco para a saúde. A indústria foi altamente influente em prevenir que, nos EUA, o Nida [Instituto Nacional de Abuso de Drogas] e o NIAAA [Instituto Nacional de Abuso de Álcool e Alcoolismo] se fundissem – isso daria má reputação para a imagem de seu produto, caso o álcool fosse visto como apenas mais uma droga psicoativa.

**O que as evidências científicas nos dizem sobre a relação entre doenças mentais e abuso de álcool e maconha?** Tenho >>>

sido convencido pelas evidências de que o uso pesado do álcool exacerba a ansiedade – não no curto prazo, no qual, de fato, ocorre justamente o oposto –, mas, em longo prazo, à medida que a neuroadaptação e a dependência se desenvolvem, torna-se maior a tendência em sentir ansiedade e ataques de pânico quando não se está sob a influência do álcool. Há também evidências sugestivas de que o uso pesado do álcool em longo prazo agrava o quadro de depressão. Em relação à maconha, há alguma evidência de que ela cause um leve aumento no risco de esquizofrenia, especialmente entre indivíduos com predisposição. No entanto, as taxas de esquizofrenia parecem ser bastante estáveis, independentemente das taxas de uso de maconha em diferentes países. Não está muito claro se esse risco é grande ou mesmo se ele existe.

**Recentemente, o governo britânico elevou a classificação da maconha, fazendo-a retornar ao patamar de drogas mais perigosas. Algumas semanas atrás e no sentido oposto, a mídia relatou que o FBI [polícia federal do EUA] está estudando rebaixar a classificação da maconha. Em ambos os casos, foram decisões políticas ou científicas?** Acredito que, no Reino Unido, a decisão do governo foi baseada quase inteiramente nas evidências ligando o uso da maconha à esquizofrenia. É uma decisão difícil, porque, de longe e sobretudo em baixas doses, a maconha é claramente muito mais segura que o álcool e o tabaco. Esse é um bom exemplo de como as evidências científicas não se traduzem automaticamente em ações políticas, mas requerem valores e interpretações subjetivas para explicar como as pessoas decidem lidar com informação.

**Atualmente, o Brasil está assistindo a um debate mais aberto sobre a maconha. Alguns especialistas defendem que seria possível reduzir o consumo de álcool na população em até 25% com a adoção do chamado 'modelo holandês' de cafés que comercializam maconha. Há alguma evidência científica em relação a isso?** Tenho visto evidências de que o álcool e a maconha competem entre si no mercado como drogas psicoativas. Tenho visto também evidências de que experimentos com a descriminalização da maconha estão associados a reduções no uso de álcool e até à diminuição de acidentes de trânsito relacionados ao álcool. Eu não classificaria esses resultados como fortes ou definitivos. Acho que essas afirmações são levemente exageradas, mas, em tese, por outro lado, são plausíveis.

**Uma tendência atual é que as drogas deveriam ser classificadas segundo as evidências reais dos danos que elas causam. Não raramente, esse ponto de vista tem sido interpretado como uma visão liberal das drogas. O senhor acredita que drogas como a maconha deveriam ser liberadas?** Acho que é do interesse público que as drogas sejam reguladas segundo as evidências dos danos que elas causam. Também seria possível usar essas evidências para minimizar os danos. Um modelo de regulação governamental que eu frequentemente recomendo é aquele no qual as drogas estariam disponíveis tanto para recreação quanto para uso médico de modo a promover os tipos [de drogas] e os métodos de uso que causem menos danos. No Canadá, estamos no momento examinando se teremos ou não o mesmo modelo regulatório [para a maconha] que temos para o álcool, ou seja, com um monopólio do governo de cada estado. Eu também acrescentaria a essa lista os substitutos do tabaco, como os cigarros eletrônicos, e, talvez, psicoestimulantes [drogas capazes de estimular a atenção, a vigília e a atividade motora].

**Seria possível imaginar um cenário geral sobre o consumo de drogas no mundo para as próximas décadas? Já que o *crack* é muito barato e altamente viciante, não deveríamos esperar que seu consumo fosse o que mais subiria em termos percentuais?** Acho que isso vai depender de como os governos irão responder. Se psicoestimulantes alternativos de menor risco forem promovidos, as drogas mais perigosas podem ser deixadas de lado.

**Finalmente, diz-se que as drogas são o segundo maior comércio internacional no mundo, depois apenas do petróleo. O senhor acha possível vencer a chamada 'guerra às drogas'?** Não. Sempre haverá demanda por substâncias psicoativas. Elas são relativamente fáceis de produzir, armazenar, transportar e vender. Elas estimulam os centros de recompensa do cérebro humano, e, para quase toda atividade humana, há uma substância psicoativa que pode facilitar o desempenho, a diversão ou o combate à dor. No mundo moderno, precisamos desenvolver meios democráticos e baseados em evidências científicas para regular a disponibilidade de substâncias psicoativas que minimizem danos e maximizem benefícios. Policiamento e/ou uso de força serão parte importante de uma resposta ampla, mas, cada vez mais, precisamos de uma regulação efetiva, bem como tratamento, redução de danos e programas de prevenção. CH

# HERANÇA DE MÃE

**NOS EUCARIOTOS** (seres cujas células têm núcleos separados do citoplasma por uma membrana), a informação contida na molécula de DNA é dividida entre duas organelas intracelulares: o núcleo e a mitocôndria. Não é uma divisão equânime. Entre os cerca de 1.000 genes que dizem respeito à função da mitocôndria, por exemplo, a grande maioria é codificada pelo DNA nuclear e somente 37 são codificados pelo DNA mitocondrial. Mas isso não torna a mitocôndria menos importante. Ela influencia não só aqueles aspectos ligados à respiração e à produção de energia, mas também a própria longevidade das células e dos indivíduos. As doenças causadas por mutações no DNA mitocondrial chegam a compor uma especialidade da medicina.



**Com a herança uniparental do DNA mitocondrial, os potenciais problemas contidos no genoma mitocondrial masculino são filtrados, isto é, os descendentes só recebem o DNA materno, mais depurado**

Curiosamente, com pouquíssimas exceções, nas espécies que se reproduzem de maneira sexuada, a herança das mitocôndrias é uniparental. Somente as mães transmitem as mitocôndrias e, consequentemente, o DNA mitocondrial para os descendentes. Parte da explicação de como ocorre a herança materna das mitocôndrias se origina no próprio processo de fertilização. As mitocôndrias estão localizadas nas caudas dos espermatozoides. Quando o espermatozoide penetra no ovócito (célula sexual feminina), sua cauda permanece no exterior dessa célula e, desse modo, muitas mitocôndrias paternas nem chegam a ter contato com o citoplasma dela.

Antes, pensava-se que a eliminação das mitocôndrias paternas decorria de mera diluição; mas hoje sabemos que as poucas mitocôndrias masculinas que logram entrar no ovócito são ativamente destruídas por mecanismos que somente agora estão se tornando mais claros. Ou seja, há um programa celular que bloqueia a contribuição de DNA mitocondrial paterno para o ovo.

Esse fenômeno há muito tempo tem intrigado os geneticistas. As indagações principais eram: de que maneira o DNA mitocondrial masculino era reconhecido e degradado e qual a razão para essa discriminação? O enigma foi parcialmente resolvido por Zhou e colaboradores, que publicaram seus resultados em junho na revista *Science* (doi: 10.1126/Science.aaf4777). Embora esses cientistas tenham usado como modelo experimental um parente bem distante dos mamíferos – o nematoide *C. elegans* –, é bem provável que suas conclusões sejam em breve extensíveis aos humanos.

Em primeiro lugar, o grupo mostrou que as mitocôndrias paternas (dos espermatozoides) eram morfologicamente diferentes das mitocôndrias maternas, o que, de certo modo, facilitava seu reconhecimento. Em segundo lugar, os pesquisadores descobriram uma enzima que degrada o DNA mitocondrial paterno e foi denominada de cps-6.

Os resultados mostraram que os eventos de degradação tinham início na própria mitocôndria masculina, ficando por conta da cps-6 paterna. Em outras palavras, algo presente no microambiente do ovo disparava o suicídio das mitocôndrias paternas, o que demonstra que houve um grande investimento evolutivo nesse processo de eliminação.

Mas por quê? Essa é ainda uma pergunta passível de múltiplas interpretações. Uma delas é a hipótese da 'maldição de mãe', que invoca a ideia de que a herança uniparental decorre de um mecanismo de seleção purificadora. Esta é assim chamada porque gradualmente elimina erros causados por mutações que, ao se acumularem nos genomas mitocondriais masculinos, poderiam ter efeitos graves para toda a espécie.

Muitos estudos populacionais mostram que os erros naturalmente introduzidos no DNA mitocondrial se manifestam mais nas características físicas masculinas do que nas femininas. Sabe-se, por exemplo, que os machos de muitas espécies têm expectativa de vida menor, além de envelhecimento celular mais acelerado, que as fêmeas. Acrescente-se que os machos apresentam mais riscos de adquirir doenças e de portar mais problemas de infertilidade.

O enigma é que as mutações do DNA mitocondrial masculino não têm o mesmo efeito quando presentes no DNA feminino. De todo modo, com a herança uniparental do DNA mitocondrial, os potenciais problemas contidos no genoma mitocondrial masculino são filtrados, isto é, os descendentes só recebem o DNA materno, mais depurado. Afinal, no fundo, as mães só desejam o melhor para seus filhos. CH

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

**DESTAQUE** > MEDICINA > **ESTUDO CONCLUI QUE A BEBIDA, MESMO EM DOSES BAIXAS E MODERADAS, ELEVA RISCO DA DOENÇA**

# Álcool e os sete (ou mais) cânceres

A forma mais direta de descrever a conclusão de um estudo que neste momento está 'bombando' na mídia é assim: álcool causa sete tipos de câncer. E, mesmo em doses baixas e moderadas, aumenta o risco da doença. Mais: há evidências de que essa lista seja ainda mais longa.

E, antes que comece a grita, alegando exagero, é preciso, desde já, enfatizar que esses resultados passaram por pareceristas técnicos. O artigo está no periódico *Addiction* (22/7/16 *on-line*), da Sociedade para o Estudo da Adicção, periódico que tem sido publicado ininterruptamente desde 1884.

Em essência, o trabalho – cuja autora é Jennie Connor, do Departamento de Medicina Preventiva e Social da Universidade de Otago (Nova Zelândia) – analisa amplos artigos de revisão feitos nos últimos 10 anos sobre o tema por instituições de renome: Fundo de Pesquisa Mundial sobre o Câncer, Organização Mundial da Saúde e Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer.

Na conclusão do artigo, lê-se: "Há fortes evidências de que o álcool causa câncer em sete locais do corpo e provavelmente em mais regiões. Estimativas atuais sugerem que os cânceres nesses locais causados pelo álcool perfazem até 5,8% de todas as mortes por esse quadro no mundo. A confirmação dos mecanismos biológicos específicos pelos quais o álcool aumenta a incidência de cada tipo de câncer não é necessária para inferir que o álcool é a causa".

Em resumo: as evidências atuais permitem passar de uma mera 'associação' para uma 'associação causal'.

Os sete tipos de cânceres são: faringe, laringe, esôfago, intestino, reto, mama e – talvez, a relação mais conhecida do grande público – fígado. Mas, segundo Connor, há também cada vez mais evidências de que a bebida cause câncer no pâncreas, na próstata e pele.

Pesquisa feita no Reino Unido mostrou que nove em cada 10 pessoas desconhecem a relação entre álcool e câncer. E apenas uma em cinco sabe que a bebida causa câncer de mama, mas quatro em cada cinco estão cientes da relação dela com o câncer de fígado.

Uma pessoa que bebe e fuma tem mais chances (cerca de sete vezes mais) de ter câncer de fígado, faringe, laringe e boca do que alguém que só bebe, ou só fuma.

A própria indústria do álcool no Reino Unido, por meio de uma instituição que promove a conscientização sobre o consumo do álcool, reconhece que aqueles que bebem além dos limites estabelecidos como seguros têm maior risco de ter problemas cardíacos, hepáticos, acidentes vasculares cerebrais e pancreatite (inflamação do pâncreas). Naquele país, a dose máxima recomendada é, desde janeiro último, de 14 unidades diárias – o que daria algo como uma garrafa de cerveja por dia –, tanto para homens quanto para mulheres. Quanto maior a dose ingerida, maior o risco de desenvolvimento de um dos cânceres.

**SUGESTÕES E ALERTAS** Uma das sugestões do artigo de Connor é que as campanhas conscientizem a população de que é importante manter 'dias sem álcool' e não estocar bebida em casa. Mais: os recipientes de bebida alcoólica deveriam trazer um alerta sobre a relação entre câncer e álcool, enfatizando que ela existe mesmo para doses baixas e moderadas da bebida.

O artigo de Connor pode ser baixado gratuitamente aqui: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/add.13477/epdf .

Coincidentemente, esta edição de *CH* traz entrevista com um dos grandes especialistas mundiais em políticas públicas para drogas e álcool, Tim Stockwell, pesquisador que liderou estudo recente no qual ele e colegas mostraram que o dito 'poder protetor' do álcool em baixas doses contra doenças cardiovasculares – crença amplamente disseminada, mesmo entre profissionais de saúde – pode ser uma falácia, pois muitos dos experimentos que chegam a essa conclusão consideram 'abstêmios' pessoas que pararam de beber – e não aqueles que nunca consumiram álcool. Por sinal, o artigo de Connor enfraquece a hipótese dessa 'ação protetora'.

Outro alerta de Stockwell: a indústria do álcool tem um *lobby* fortíssimo para estabelecer políticas públicas e doses 'seguras' para a bebida, por conta de suas verbas publicitárias bilionárias (não é exagero). Provavelmente, isso vale para o Brasil, terra em que as propagandas de bebida, além de serem apologéticas ao álcool, são uma ofensa escancarada às mulheres.

Pergunta simples: se, mesmo em baixas doses, há um aumento de risco de câncer, por que o álcool é, então, permitido? Stockwell também responde.

FOTO PIXABAY.COM / DOMÍNIO PÚBLICO

POR CÁSSIO LEITE VIEIRA





UNIVERSITY OF OTAGO / DIVULGAÇÃO

## TRÊS PERGUNTAS PARA JENNIE CONNOR

**Em termos gerais, o que é uma dose baixa ou moderada de álcool?** Há muitas definições para esses termos. Frequentemente, eles estão relacionados às diretrizes para o consumo de álcool adotadas em muitos países. Na Nova Zelândia, essas diretrizes estabelecem um máximo de 10 drinques por semana para mulheres (100 g de álcool) e 15 drinques para homens (150 g), evitando-se episódios de 'consumo pesado', de mais que quatro drinques. Nos estudos científicos, os pesquisadores definem o que eles entendem por consumo baixo e moderado, e isso pode depender dos dados disponíveis para eles.

**No Reino Unido, por exemplo, as novas diretrizes estabeleceram que homens não deveriam beber mais do que 14 unidades por semana (algo como uma garrafa de cerveja por dia). No entanto, aqueles que bebem menos do que isso também estariam correndo o risco de desenvolver aqueles sete tipos de câncer?** Esse é outro exemplo de diretriz nacional – 14 unidades por semana para homens representam 14 vezes 8 g (uma unidade); portanto, 112 g por semana. Até onde sabemos com base em toda a pesquisa que tem sido feita sobre o tema, o aumento de risco para o câncer para os que bebem começa em baixas doses de consumo, de modo que, até mesmo para um drinque por dia, haverá um pequeno aumento nesse risco. Isso fica bem claro para o câncer de mama, e não há razão para pensar que seja diferente para outros tipos de câncer.

Dito isso, pessoas que bebem moderadamente têm risco menor de desenvolver câncer quando comparados aos que bebem muito – bebedores moderados não têm o mesmo risco que um bebedor 'pesado' de desenvolver um câncer relacionado com o consumo de álcool.

**Qual a melhor estratégia para reduzir o risco de câncer?** É diminuir o consumo de álcool, não importa o quanto você está bebendo neste momento. O risco sobe muito com [o aumento da] dose diária, de modo que aqueles que bebem muito não só têm riscos muito mais altos, mas também desfrutariam a maior redução do risco, caso diminuíssem o consumo.

SINTONIA FINA

# As outras Dollies

Debbie, Denise, Diane e Daisy estão bem de saúde. Elas não mostram sinais de envelhecimento precoce, como ocorreu com a gêmea idêntica delas, há cerca de uma dúzia de anos.

Há 20 anos, era anunciada ao mundo a existência do primeiro mamífero clonado – na verdade, como gosta de ressaltar o pesquisador britânico Ian Wilmut, o chefe dos trabalhos, "o primeiro clone adulto, ponto final". A notícia da ovelhinha nascida no Reino Unido espalhou-se *urbi et orbi* velozmente. O mundo quase parou para ver Dolly (1996-2003), que se tornou o animal mais famoso do planeta.

No início de 1997, quando Dolly foi anunciada ao mundo, jornalistas de dezenas de países se alvoroçaram em torno do Instituto Roslin, na Escócia. As personagens da hora eram Dolly e seu 'criador', o embriologista Wilmut. Para dar alguma sensação de proximidade com os fatos, vale dizer que este signatário trabalhava ali ao lado, em Londres, e solicitou ao Roslin permissão para visitar Dolly e entrevistar pesquisadores. Resposta (à época, por fax): Não. O jornalista insiste e diz que quer apenas "ver" a Dolly e "dar um rápido passeio pelo local". Nova resposta: Não.

Ambas recusas em tom educado. Mas a justificativa era a mesma: a experiência com a imprensa havia sido "muito instrutiva" (leia-se, massacrante), mas, agora, era hora de normalizar a rotina de trabalho, explicava o assessor de imprensa do Instituto Roslin.

As quatro ovelhas com 'D' – clonadas a partir da mesma ovelha adulta da qual foi clonada Dolly – estão em uma fazenda da Universidade de Nottingham (Reino Unido), onde vivem 13 desses animais, todos clonados. Como disse à BBC o especialista da Universidade de Nottingham Kevin Sinclair, responsável



FOTOS TIM VICKERS/WIKIMEDIA COMMONS/UNIVERSITY OF NOTTINGHAM




**Corpo embalsamado de Dolly, no Museu Nacional da Escócia. Na página ao lado, as quatro Dollies, gêmeas idênticas de Dolly, em uma fazenda da Universidade de Nottingham (Reino Unido)**

pelo estudo de monitoramento desses clones, esses devem ser os animais mais monitorados do mundo no momento.

As ovelhas passam por exames físicos nas juntas, bem como por uma bateria de testes que inclui diagnósticos por raios X e ressonância magnética. Os animais são checados para problemas cardiovasculares e articulares, bem como diabetes, todos característicos de um quadro de envelhecimento.

A questão que está por trás de tamanho zelo é extremamente relevante para a ciência: saber se clones são saudáveis ou se envelhecem precocemente.

Explicando: Dolly foi obtida juntando-se o núcleo – onde está o material genético – de uma célula adulta (no caso, uma célula mamária de uma ovelha de seis anos de idade) e um óvulo desnucleado. Os especialistas ainda hoje desconfiam que, nesse processo, é possível que alguma 'memória' do envelhecimento do animal doador do núcleo tenha sido transferida para Dolly, que, digamos, pode ter nascido com características de um envelhecimento precoce. Ou não.

Dolly foi criada em 8 de fevereiro de 1996 e nasceu em 5 de julho daquele ano, mas foi apresentada ao mundo apenas no início de 1997. Seu nome vem do fato de ela ter si-do clonada de uma célula mamária. E um dos pesquisadores se lembrou do busto farto da cantora de música *country* norte-americana Dolly Parton.

Dolly morreu com 6,5 anos – uma ovelha pode chegar ao dobro disso. Ela e outras ovelhas acabaram contraindo um vírus que causou lesões pulmonares nelas. Por conta disso, ela foi sacrificada em 14 de fevereiro de 2003. Mas o problema central – e preocupação atual dos pesquisadores da área – era outro: Dolly tinha osteoastrite (degeneração da cartilagem das articulações), mas era muito jovem para desenvolver esse quadro, típico de indivíduos velhos.

Então, ficou a questão: a osteoastrite foi azar ou dano colateral da clonagem?

A *Nature* (30/6/16, pp. 604-608) traz uma mesa-redonda com os pesquisadores envolvidos na clonagem de Dolly. O bate-papo ficou muito interessante, pois é um tipo de 'conversa de bastidores', mostrando que a ciência não é tão linear como defendem alguns.

Quando Dolly se tornou estrela da mídia, era crível pensar que, em duas décadas, teríamos uma imensidão de clones – até mesmo de humanos –, bem como um 'Everest' de problemas éticos. Praticamente todas as previsões, positivas e negativas, naufragaram. Um dos envolvidos na clonagem de Dolly confessou recentemente que, até hoje, se pergunta como o processo deu certo. A técnica segue dificultosa. No caso de Dolly, foram feitas 277 fusões (núcleo mais óvulo), obtidos 29 embriões, mas só um chegou a termo.

Dolly – que, poucos sabem, foi mãe de seis – 'vive' hoje no Museu Nacional da Escócia, em Edimburgo. Embalsamada. Ela segue (merecidamente) sendo o animal mais famoso do século passado. E, talvez, ainda deste.

SINTONIA FINA

# Reto robótico

Uma das vedetes do encontro da 'Eurohaptics' foi um robô que simula o toque retal. Se os planos dos pesquisadores que inventaram a máquina se concretizarem, ela deve ajudar bastante na formação de profissionais de saúde.

O exame do reto (parte final do intestino grosso) é de extrema importância para a detecção de anormalidades relacionadas àquela região do corpo – principalmente, para a avaliação da próstata. É também auxiliar no diagnóstico da tonicidade da musculatura retal no caso de incontinência fecal; na avaliação de órgãos ginecológicos; da apendicite; consistência das fezes; investigação de tumores etc.

Um dos problemas com o toque retal é que o diagnóstico deve ser feito pelo médico com base no que ele sente na ponta de apenas um dedo. E os alunos – dizem os especialistas – não têm como mostrar o que estão fazendo. Outra agravante: são raros os voluntários para esse procedimento. No Reino Unido, por exemplo, há apenas uma pessoa registrada como voluntária para tal exame.

Em resposta à importância do exame e às suas dificuldades técnicas, a equipe de Fernando Bello, especialista em computação e simulação cirúrgica do Departamento de Cirurgia e Câncer do Imperial College, em Londres, desenvolveu um robô que, além do reto, tem também as nádegas e parte da cintura de um humano.

Dotada de materiais sensíveis que recriam o ambiente (mucosa, próstata etc.), a máquina transmite imagens tridimensionais do ambiente interno e do dedo para uma tela de computador, as quais podem ser visualizadas com a ajuda de óculos 3D. Isso permite, por exemplo, que o instrutor corrija o procedimento e dê orientações.

O robô pode ainda variar a forma e o tamanho do reto e da próstata, para dar mais realismo ao procedimento. Dados obtidos de exa-

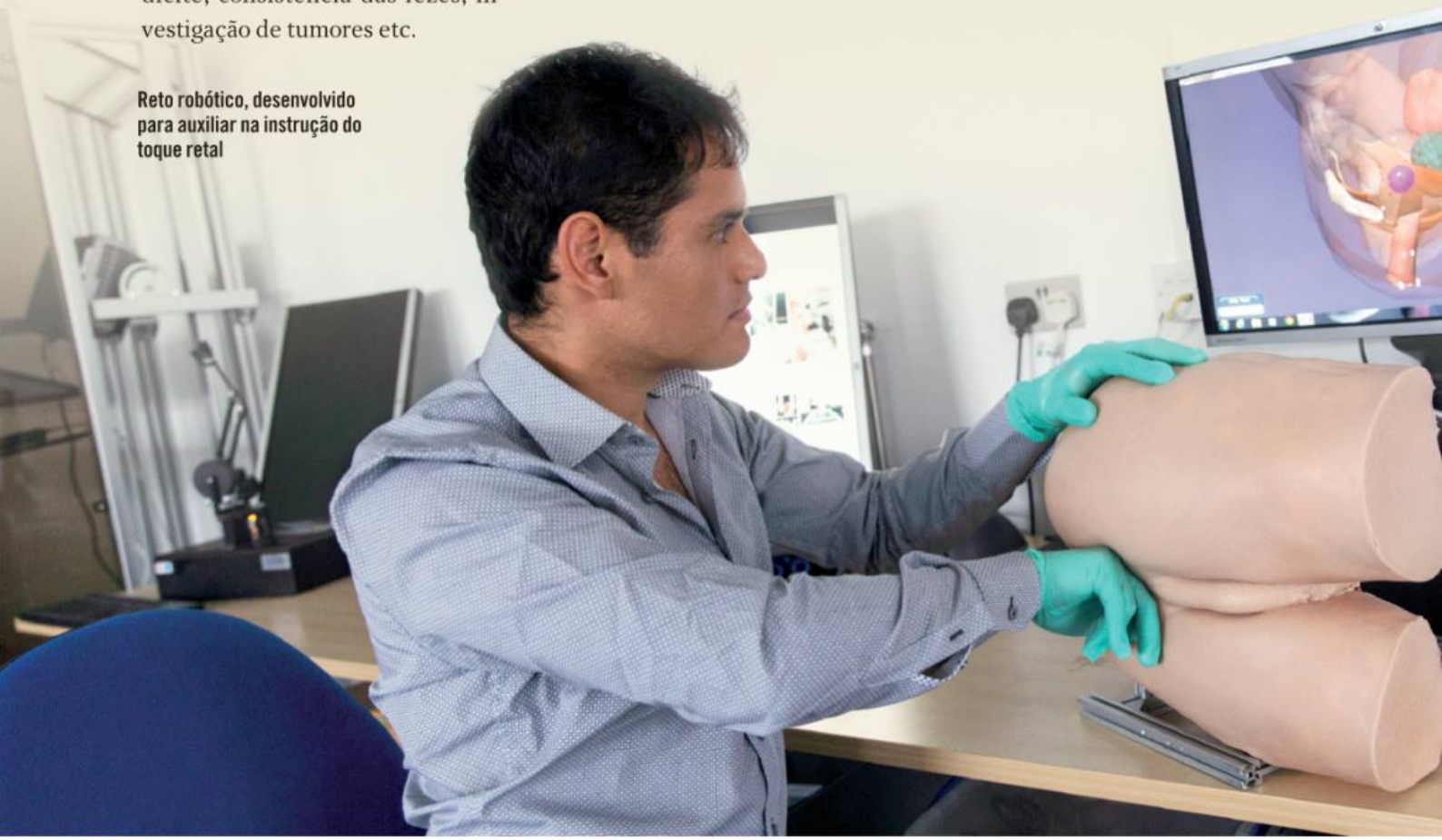


FOTO IMPERIAL COLLEGE

**Reto robótico, desenvolvido para auxiliar na instrução do toque retal**

mes reais estão alimentando o programa de computador. O robô, segundo a equipe de pesquisadores, deve sair por algo como 10 mil libras (cerca de R$ 43 mil), preço que, com a produção em escala, pode diminuir.

Em uma definição simples, a chamada tecnologia háptica – daí o nome do encontro – é aquela que tenta simular a sensação de toque. Há outras tecnologias no mercado que simulam um exame de reto, mas, segundo Bello, sem que tenham a complexidade da tecnologia háptica. Robô semelhante está agora sendo desenvolvido para imitar a pélvis feminina.



FÍSICA

# O OLHO E O FÓTON

Acaba de ser respondida, de modo bem convincente, questão formulada há cerca de 70 anos: o olho humano pode detectar apenas uma partícula de luz? Resposta: sim.

Já havia evidências de que células especiais do olho (bastonetes) eram sensíveis a um fóton (partícula de luz). Mas esses experimentos haviam sido feitos com rãs. Além disso, os resultados não indicavam se esse sinal se transformava em percepção visual. Em outras palavras, o fato de um bastonete responder a um só fóton não significava que essa partícula era 'vista' pelo cérebro. Ano passado, veio resultado mais promissor. Experimentos com humanos mostraram que nosso olho pode detectar 'fachos' de luz com, no mínimo, três fótons.

Agora, a equipe do físico Alipasha Vaziri, da Universidade Rockefeller (EUA), por meio de configuração experimental complexa, publicou, em *Nature Communications* (19/7/16), artigo em que conclui que o olho humano é sensível a um só fóton.

Para o experimento, ela arrebanhou três voluntários (todos homens), que, depois de 40 minutos em total escuridão, escutavam dois sons separados por um intervalo de um segundo. Às vezes, um desses sons era acompanhado por um único fóton, direcionado contra o olho do voluntário, que dizia não só se havia ou não percebido o fóton, mas também com que grau de confiança podia afirmar isso (em uma escala de um a três).

Cada um dos voluntários foi submetido a cerca de 2,5 mil sessões como a descrita acima. Ao final, Vaziri e colegas, dotados de estatística bem relevante, puderam afirmar que o olho humano era capaz de ver a partícula de luz, pois os voluntários acertaram com mais frequência do que aquela esperada caso eles 'chutassem' as respostas.

Há um fator complicador nesse tipo de experimento: para cada 10 fótons que chegam ao olho humano, nove deles, em média, não alcançam os bastonetes, pois são absorvidos pela matéria que a partícula encontra ao longo do caminho.

Apesar de elogiar os resultados, um especialista do experimento, entrevistado pela revista *Nature*, fez críticas pertinentes: i) foram poucos voluntários; ii) a fisiologia do olho masculino e feminino são levemente diferentes.

Agora, a equipe de Vaziri quer direcionar o experimento para testar o que os físicos denominam 'fundamentos da mecânica quântica'. O fóton, assim como outras entidades do mundo atômico e subatômico, tem uma capacidade que, para nós que vivemos no mundo macroscópico, soa, no mínimo, como esquisitice: ser duas 'coisas' ao mesmo tempo. Em termos mais técnicos, o fóton pode estar em uma superposição de estados (por exemplo, 'girando' no sentido horário e anti-horário simultaneamente).

A questão que Vaziri quer testar é: o fóton, nessa situação, conseguiria 'sobreviver' no ambiente ocular e seria percebido pelo cérebro?

Pela parte da evolução, é impressionante pensar que um órgão se desenvolveu ao longo de bilhões de anos a ponto de poder detectar um único fóton. É provável que essa capacidade esteja presente nos olhos de outros primatas e espécies – obviamente, o problema é achar uma configuração experimental para testar essa hipótese. Soa improvável que apenas o *H. sapiens*, em seus cerca de 200 mil anos de existência, tenha sofrido pressão seletiva nesse sentido – afinal, os olhos de outros animais têm capacidade muito maior de captar luz na escuridão.

# À prova de acidentes

Talvez, cerca de 40 mil brasileiros não morressem a cada ano no trânsito caso fossem como Graham, resultado do trabalho conjunto de um engenheiro, um cirurgião de trauma e uma artista plástica.

Graham foi criado pela Comissão de Acidentes de Transportes, do estado de Vitória, sudeste da Austrália. Objetivo: fazer a população refletir sobre a segurança no trânsito. A escultura ficará exposta em locais públicos.

A artista que modelou Graham foi Patricia Piccinini, entrevistada em *CH* 332 (ver 'Entre delírios e monstros', *sobreCultura* 21, dezembro 2015). Christian Kenfield e David Logan são, respectivamente, o médico e o engenheiro. A ideia era que a escultura refletisse como seria o corpo humano caso ele tivesse evoluído para aguentar as forças envolvidas em acidentes de trânsito. Em Vitória, morrem, por ano, em média, 150 pessoas no trânsito.

Aqui, você pode desvendar o que há por baixo da pele de Graham: www.meetgraham.com.au .

FOTOS TRANSPORT ACCIDENT COMMISSION, VICTORIA, AUSTRALIA



# MUNDO VASTO, VASTO MUNDO

**A CENA É CLÁSSICA:** um turista em primeiro plano e o Pão de Açúcar e a lagoa Rodrigo de Freitas ao fundo. A fotografia deve ter sido tomada desde a plataforma do Cristo Redentor no Corcovado. Certo? Errado: a foto foi feita na Vila dos Atletas, na Barra da Tijuca. Não era um turista, mas um delegado olímpico chinês; nem era a lagoa, mas uma representação dela. Foi publicada na capa do jornal *O Globo* na edição de 26 de julho.

A utilidade dos painéis fotográficos que foram erguidos na Vila, segundo os seus promotores, é decorar com paisagens cariocas a ala internacional das moradias. Ademais, ajuda aos que ficam aí hospedados, a 40 km do Corcovado e do Pão de Açúcar, a levar uma lembrança da Cidade Maravilhosa. (Se ficarem restritos à Vila e ao Parque Olímpico, os visitantes levarão fotos dos Jogos de 2016, não do Rio de Janeiro.)

Não é inédito. Há alguns anos, um *shopping center*, localizado também na Barra, construiu à frente de seu edifício altos painéis fotográficos de ícones arquitetônicos ou paisagísticos do Rio, como o Maracanã, o Pão de Açúcar e o Sambódromo. Talvez estivesse à espera desse novo bairro construir sua identidade ambiental. Enquanto isso, utilizava a paisagem carioca.

Os dois casos ilustram uma das faces das grandes cidades de hoje, formadas em extensas ocupações articuladas rodoviariamente, que o arquiteto holandês Rem Koolhaas chamou por "cidade genérica". Elas conformam paisagens assemelhadas mundo afora. Fazem com que o viajante percorra muitos lugares sem sair de sua própria localidade. Sobretudo o 'turista' corporativo ou de negócios, sempre com pressa, sempre em viagem, pode circular pelos continentes sem perder a sensação de que está em casa. Para isso, hotéis com mesmo padrão, lojas em aeroportos e em *shopping centers* – que são as mesmas em todos eles –, gastronomia baseada nos *fast foods* – também os mesmos em todas as cidades –, tudo isso faz da viagem um exercício ameno, sem sobressaltos.



FOTO CICERO RODRIGUES

**Turistas apressados posam para fotos que testemunham sua passagem pelo lugar. Depois fica a dúvida: Califórnia? País Basco? França? Emirados? Japão? Frank Gehry? Zaha Hadid? Jean Nouvel?**

Ao 'turismo' corporativo se junta o dos grandes eventos. Milhares de pessoas se deslocam para um centro de convenções onde, por alguns dias, trocam experiências profissionais entre iguais, e, ao fim do encontro, regressam a suas cidades sem lembrar onde estiveram. Istambul? Nairóbi? Atlanta?

A chamada arquitetura das grandes estrelas, composta por edificações espetaculares assinadas por arquitetos que orbitam no sistema estelar internacional, ajuda a criar ícones para a identidade dessas cidades iguais. É à frente dessas edificações que os turistas apressados posam para fotos que testemunham sua passagem pelo lugar. Depois fica a dúvida: Califórnia? País Basco? França? Emirados? Japão? Frank Gehry? Zaha Hadid? Jean Nouvel?

No caso do Rio de Janeiro, cujas imagens ambiental e cultural estão tão intimamente associadas à paisagem, por que não trazer a paisagem até nós? É mais confortável, é mais econômico, é mais rápido.

E, ainda, permite que os equipamentos para convenções ou grandes eventos sejam localizados onde o interesse comercial possa auferir mais lucros, anexando hotéis, auditórios, arenas, cassinos e similares. É mais jogo.

A vida está muito difícil. Muitos perigos estão à ronda. Para que complicar? Um bom painel fotográfico pode poupar muito tempo e dinheiro ao viajante apressado (e pouco curioso sobre as diferenças).

E vamos nós construindo nosso mundinho cada vez menor, cada vez mais nos bastando a nós mesmos. GH

**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

# Pães de açúcar

## Refúgios de alta biodiversidade na mata atlântica



O Pão de Açúcar, ícone das Olimpíadas de 2016, é um dos afloramentos rochosos mais famosos do mundo. Entretanto, além do Rio de Janeiro, outras regiões do país também abrigam essas formações de composição principalmente granítica e/ou gnáissica, denominadas *inselbergs*. Essas 'ilhas terrestres' inseridas na mata atlântica, bem como em outros biomas brasileiros, abarcam espécies botânicas raras e especializadas, com estratégias diversas para sobreviver em ambientes com condições extremas: altas temperaturas, insolação e escassez de água. Apesar de comuns no território brasileiro e de terem alta diversidade biológica, os pães de açúcar são raramente objeto de estudos botânicos, o que prejudica a promoção de ações para sua conservação.

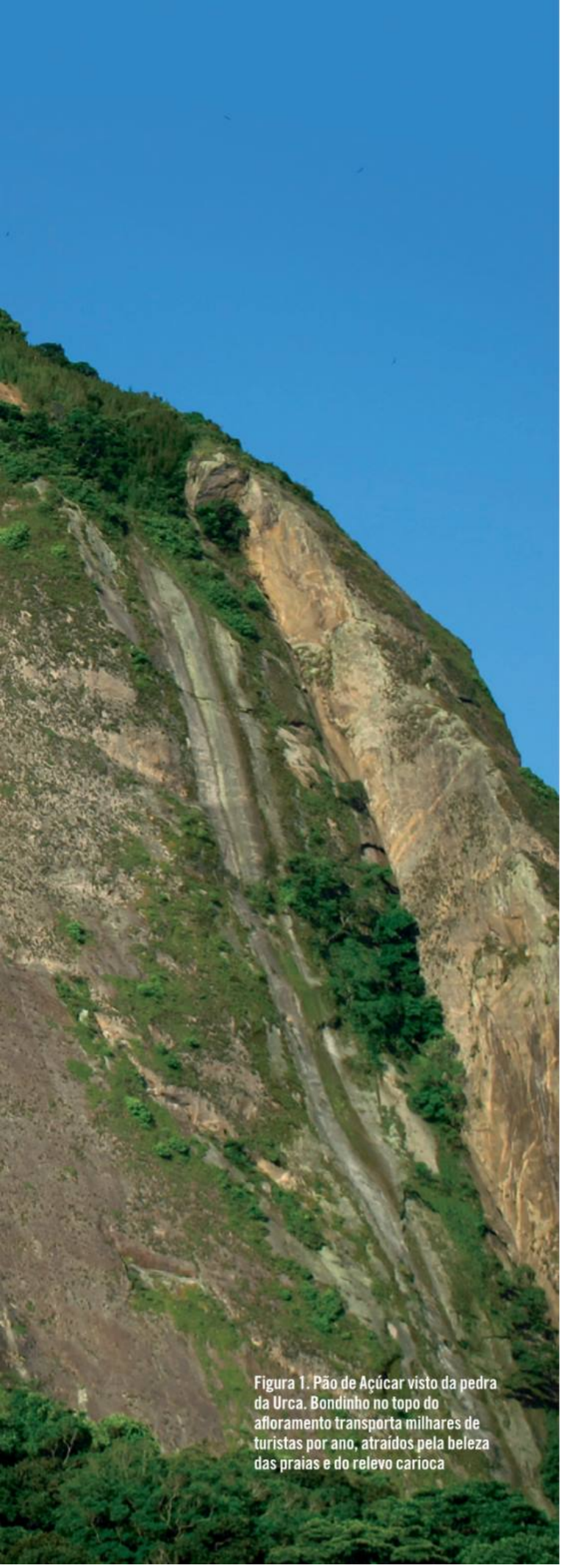


Figura 1. Pão de Açúcar visto da pedra da Urca. Bondinho no topo do afloramento transporta milhares de turistas por ano, atraídos pela beleza das praias e do relevo carioca

FOTO LUANA P. MAUAD

**Luiza F. A. de Paula**
**Stefan Porembski**
*Instituto de Biociências, Botânica Especial e Geral, Universidade de Rostock (Alemanha)*
**Luísa O. Azevedo**
**João Renato Stehmann**
*Departamento de Botânica, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais*
**Luana Paula Mauad**
**Rafaela Campostrini Forzza**
*Jardim Botânico do Rio de Janeiro*

Ao visitar o arquipélago de Galápagos, no oceano Pacífico, em 1835, o naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882) maravilhou-se com a biodiversidade local. Foram essas ilhas que o inspiraram a escrever *A origem das espécies*, livro que é um marco da teoria da evolução e que aborda a variação, a adaptação e o papel da seleção natural sobre a vida na Terra.

Durante muitos anos, as ilhas oceânicas chamaram a atenção de diversos pesquisadores por se tratarem de um ótimo modelo para estudos biogeográficos e evolutivos (ver 'A regra da ilha', em *CH* 336). Nas últimas décadas, sabendo desse potencial de estudo de ambientes isolados, cientistas mudaram o foco para outro tipo de ilha, as terrestres, como as montanhas e os afloramentos rochosos. De modo semelhante às ilhas oceânicas, elas também diferem da matriz onde estão inseridas e apresentam baixo intercâmbio de espécies, tanto da fauna quanto da flora. >>>

No Brasil, não é difícil chegar a essa conclusão. Basta lembrar do Pão de Açúcar, da Pedra da Gávea, dos morros Dois Irmãos e do Corcovado para perceber que o Rio de Janeiro é dominado por ilhas terrestres (ver 'Origem do nome'). Essas formações rochosas são elementos naturais que se destacam entre as praias mais famosas, como Copacabana e Ipanema, e, seguramente, são responsáveis por todo o encantamento da 'cidade maravilhosa' e por ela receber o título, em 2012, de Patrimônio Mundial da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco): 'Rio de Janeiro, paisagens cariocas entre a montanha e o mar'.

**Ícone das Olimpíadas** Sem dúvida, o afloramento mais famoso no Brasil é o Pão de Açúcar (figura 1), ícone das Olimpíadas deste ano, cartão postal e protagonista de várias marcas. Um complexo de rochas inseridas em matriz florestal e urbana, e uma das atrações turísticas mais procuradas no país. Desde 1912, mais de 40 milhões de pessoas já visitaram o local, atraídas pela vista espetacular da baía de Guanabara, das praias e das outras montanhas que se destacam.

No meio científico, esses afloramentos rochosos que surgem abruptamente na paisagem, de composição principalmente granítica e gnáissica, são denominados *inselbergs*, termo de origem alemã (*insel* = ilha e *berg* = montanha). Quando apresentam formato arredondado e estão inseridos em uma matriz florestal, são chamados 'pães de açúcar'. Essas formações datam de mais de 550 milhões de anos e estão distribuídas em escudos cristalinos por todos os continentes, sendo os trópicos centros de diversidade biológica.

No Brasil, pães de açúcar ocorrem em grande concentração nas regiões Nordeste e Sudeste, especialmente em áreas de caatinga e floresta atlântica. Entretanto, com exceção do Rio de Janeiro, diversos aglomerados magnificentes desses afloramentos são desconhecidos por grande parte da população, como ocorre no nordeste de Minas Gerais e no norte do Espírito Santo (figuras 2 e 3). Em termos florísticos e ecológicos, os *inselbergs* têm relações comuns com outros tipos de afloramentos rochosos no país, como os campos rupestres e as cangas, que enfrentam condições ambientais muito adversas (ver 'Cangas – ilhas de ferro estratégicas para a conservação, em *CH* 295).

Apesar de frequentes no território brasileiro, estudos biológicos nos pães de açúcar são escassos. Os poucos inventários florísticos disponíveis na literatura apontam para elevada diversidade de espécies vegetais, muitas delas raras e endêmicas.

Nos últimos anos, várias espécies novas para a ciência vêm sendo descobertas nessas



FOTO LUIZA F. A. DE PAULA

Figura 2. Aglomerado de pães de açúcar no nordeste de Minas Gerais. No primeiro plano, se destacam populações de bromélias (do gênero *Encholirium*) e cactos (do gênero *Coleocephalocereus*) crescendo diretamente sobre a rocha



FOTO LUIZA F. A. DE PAULA

Figura 3. Pães de açúcar ocorrentes no norte do Espírito Santo, região conhecida como Pontões Capixabas

áreas, algumas restritas a poucos afloramentos. Esse é o caso de uma gramínea (*Axonopus graniticola*), um antúrio (*Anthurium mucuri*) e de duas bromélias (*Alcantarea longibracteta* e *A. simplicisticha*) encontrados recentemente na divisa dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo. Outros exemplos são uma espécie da família das violetas (*Sinningia bragae*) e uma begônia (*Begonia ibitiocensis*), descritas para áreas menos conhecidas do norte do estado do Rio de Janeiro.

**Estratégias de sobrevivência** De forma geral, os *inselbergs* apresentam condições ambientais extremas, como altas temperaturas, fina (ou nenhuma) camada de solo e baixa retenção de água. Por essas razões, é comum termos a impressão de que as encostas desses afloramentos são simplesmente rochas nuas. Entretanto, um olhar mais detalhado revela uma diversidade a que poucos estão familiarizados.

Várias espécies de cianobactérias – parte dos primeiros grupos de organismos que colonizaram os ecossistemas terrestres há mais de 400 milhões de anos – formam crostas em toda a extensão da superfície rochosa, conferindo a coloração acinzentada que visualizamos, por exemplo, no Pão de Açúcar e na Pedra da Gávea. Portanto, não existem rochas realmente nuas, mas superfícies cobertas por um manto de micro-organismos capazes de suportar temperaturas que atingem mais de 60°C!

>>>




FOTOS LUISA O. AZEVEDO

Figura 4. Plantas com diferentes adaptações conseguem crescer sobre os pães de açúcar, como as bromélias, cactos, palmeiras e canelas-de-ema, formando verdadeiros tapetes sobre a rocha (A). As bromélias são as que mais se destacam, crescendo geralmente na ausência de solo, em encostas muito íngremes, como a espécie acima, pertencente ao gênero *Encholirium* (B). Os *inselbergs* são considerados um dos centros de diversidade da família Bromeliaceae

Os seres vivos capazes de sobreviver nesses locais apresentam diferentes tipos de adaptações. É notável a presença de plantas capazes de se aderir diretamente à rocha, por meio de raízes especializadas, formando extensas populações que se assemelham a tapetes (figura 4). No Brasil, principalmente na região Sudeste, bromélias, orquídeas e cactos compõem essa 'malha' em encostas muito íngremes, desafiando a lei da gravidade.

Diversas também são as estratégias adotadas por esses grupos de plantas para armazenar água. Bromélias pertencentes ao gênero *Encholirium* e orquídeas do gênero *Epidendrum*, por exemplo, acumulam água nos seus tecidos vegetais, apresentando folhas suculentas. Já outras bromeliáceas, como *Alcantarea* e *Vriesea*, conseguem estocar água como tanques por possuírem uma arquitetura foliar em formato de roseta, o que mantém a umidade das plantas e acaba atraindo uma fauna variada. É importante salientar que a água acumulada nos 'tanques' das bromélias não são redutos de larvas do mosquito transmissor da dengue, e, portanto, não devem ser vistas como uma ameaça à população.

Os cactos, por sua vez, não só acumulam água, como apresentam espinhos (folhas modificadas) e pilosidades (revestimentos de finos pelos), especialmente em suas bases, evitando o superaquecimento do contato direto com a rocha, o que pode ser visto em espécies pertencentes ao gênero *Coleocephalocereus* (figura 5).

Outra estratégia espetacular de algumas plantas formadoras de 'tapetes' é a tolerância à dessecação (secura extrema). Durante a es-



FOTO LUIZA F. A. DE PAULA

Figura 5. Espécies de cactos, como o *Coleocaphalocereus buxbaumianus*, possuem pilosidades em suas bases para evitar as altas temperaturas da rocha exposta

tação seca, algumas espécies entram em um estado desidratado, como se estivessem mortas. Suas folhas tornam-se enegrecidas e enroladas, chegando a perder mais de 90% de água. Após as chuvas, elas se reidratam, ficando verdes novamente, sem qualquer prejuízo estrutural ou fisiológico. Por essa característica única são chamadas pelos botânicos de 'plantas de ressurreição'.

Muitas espécies conseguem sobreviver a esses ciclos, destacando-se as samambaias e licófitas dos gêneros *Cheilanthes*, *Doryopteris* e *Selaginella*. Entre as plantas com flores, as ornamentais canelas-de-ema (pertencentes aos gêneros *Barbacenia* e *Vellozia*, da família Velloziaceae) são as que, sem dúvida, mais chamam a atenção (figura 6). Alguns exemplares de diferentes espécies de *Vellozia* atingem idades superiores a 500 anos, mostrando a eficácia dessa estratégia para sua sobrevivência.

Diante do aquecimento global, pesquisas recentes vêm dando foco aos genes dessas 'plantas de ressureição' envolvidos na tolerância à dessecação. Elas são usadas como modelo para melhor entender esse mecanismo, visando, posteriormente, a sua aplicação em plantas cultivadas.

**Por que preservar?** O que poucos sabem é que, quando os portugueses chegaram ao Brasil, a primeira porção de terra avistada foi um *inselberg*, como relatou Pero Vaz de Caminha na sua famosa carta enviada ao rei de Portugal: "Neste dia, a horas de véspera, houvemos vista de terra! Primeiramente dum grande monte, mui alto e redondo; e doutras serras mais baixas ao sul dele; e de terra chã, com grandes arvoredos: ao monte alto o capitão pôs nome o Monte Pascoal e à terra – a Terra da Vera Cruz".

Haviam chegado a uma região exuberante da mata atlântica, que se estendia por aproximadamente 3.300 km ao longo da costa brasileira, e que à época era habitada por numerosas tribos indígenas. Tanto a floresta quanto os primeiros habitantes sucumbiram quase que inteiramente diante dessa paulatina ocupação do litoral brasileiro. Foram os ciclos do ouro, da cana e do café, além da exploração madeireira, os principais responsáveis pela destruição de uma das mais ricas formações vegetais do planeta. Restam somente 11% da cobertura vegetal original, representada por fragmentos pequenos e cada vez mais empobrecidos biologicamente. >>>




Figura 6. A tolerância à dessecação é uma estratégia desenvolvida por diversas espécies que habitam os pães de açúcar. Em períodos de seca, elas perdem água e suas folhas ficam com aspecto ressecado, mas sem perder a viabilidade, como é possível verificar acima (A), na população de *Barbacenia tomentosa*, da família das velloziaceas (popularmente conhecidas como canelas-de-ema). Após as chuvas, elas conseguem se hidratar novamente, e retomam seu vigor (B). Por esse motivo, as plantas com essa estratégia são conhecidas como 'plantas de ressurreição'

FOTOS LUIZA F. A. DE PAULA

Nesse contexto, os *inselbergs* se destacam por servirem de refúgio para fragmentos florestais praticamente intactos e pouco acessíveis ao ser humano, e por apresentarem plantas altamente especializadas que só ocorrem sobre a rocha exposta (figura 7). O resultado são ilhas terrestres detentoras de alta diversidade biológica.

No entanto, nosso panorama atual não é animador. Em diversas regiões do Brasil, esses aforamentos, por não serem considerados áreas prioritárias para conservação, sofrem sérias ameaças. A coleta ilegal de plantas ornamentais, o fogo, as trilhas de turismo e a invasão de espécies exóticas (não originárias desses locais) têm contribuído para a destruição da vegetação natural desses ambientes.

A retirada da cobertura vegetal, que ocorre sobre a rocha, favorece o deslizamento de terra e enchentes nas áreas vizinhas, o que pôde ser observado em eventos recentes, nos últimos anos, no estado do Rio de Janeiro. O fator complicador é que a regeneração da flora dos *inselbergs* é muito lenta e ela provavelmente nunca poderá ser recuperada da mesma maneira.

Outro agravante é a crescente exploração do granito (figura 8). Em diversos locais, o mineral passou a ser usado no lugar da madeira em bancadas, paredes, pisos, entre outros utensílios. Em estados como o Espirito Santo, o ciclo destrutivo de supressão das florestas capixabas foi substituído pela destruição de suas rochas, alimentando um comércio desenfreado e nada sustentável.

Apesar de óbvio, o importante papel das plantas no nosso dia a dia tem sido negligenciado. Elas são fontes de alimentos, combustíveis, fibras, matérias-primas para a indústria, medicamentos, além de tornarem nossa atmosfera respirável. Motivos que bastariam para dedicar mais investimentos e atenção para estudá-las e compreendê-las melhor. Um país como o Brasil, que abriga a maior diversidade de plantas do planeta, deveria ser capaz de preservar minimamente suas espécies.

FOTO LEANDRO CARDOSO



Figura 7. Devido ao seu isolamento, os pães de açúcar são considerados ilhas terrestres, abrigando espécies altamente especializadas e servindo de refúgio para fragmentos florestais praticamente intocados



FOTO LUIZA. F. A. DE PAULA

Figura 8. Mineradora de granito no estado do Espírito Santo. Grandes blocos são retirados diariamente, levando à extinção diversos pães de açúcar da região

## ORIGEM DO NOME

**O nome 'Pão de Açúcar' dado ao famoso conjunto de morros da cidade do Rio de Janeiro data da época da colonização portuguesa, em que blocos de açúcar eram transportados do Brasil para a Europa. Durante o processo de fabricação do açúcar, os cristais aglutinados eram retirados de fôrmas cônicas em blocos, que tomavam o formato delas (figura 9). Esse processo guardava semelhança com a produção do pão, que também era assado em fôrmas, e, assim, por analogia, passou-se a chamar de 'pão de açúcar' o cristal obtido.**

**Posteriormente, o afloramento foi batizado de Pão de Açúcar por causa da semelhança de seu formato com o dos cones de cristais de açúcar. Mais adiante, diversos geólogos, geógrafos e biólogos estenderam o uso do termo – pães de açúcar – para se referirem aos afloramentos rochosos arredondados, de composição especialmente granítica e gnáissica, inseridos no domínio da floresta atlântica.**

Figura 9. Fôrmas com configuração cônica usadas no processo de fabricação do açúcar



FOTO LEANDRO CARDOSO

No ano em que o mundo se volta para os jogos olímpicos no Rio de Janeiro, os autores deste artigo gostariam de sugerir um olhar biológico para os pães de açúcar da mata atlântica. Suas plantas vencem barreiras de um ambiente extremo e sobrevivem perfeitamente adaptadas nesse geossistema tão antigo. Nos jogos olímpicos da natureza, a vegetação desses afloramentos rochosos, com certeza, já está no pódio. GH

## Sugestões para leitura


DE PAULA, L.F.A.; FORZZA, R.C.; NERI, A.V.; BUENO, M.L.; POREMBSKI, S. Sugar Loaf land in South-eastern Brazil: a centre of diversity for mat-forming bromeliads on inselbergs, em *Botanical Journal of the Linnean Society*, v.181, p.459-476, 2016.

DE PAULA, L.F.A.; VIANA, P.L; MOTA, N.; AUGSTEN, M.; LEITE, F. e STEHMANN, J.R. *Plantas Saxícolas em Inselberg no Vale do Mucuri*, Chicago, Rapid Color Guides, The Field Museum, 2013. Disponível em: http://fieldguides.fieldmuseum.org/sites/default/files/rapid-color-guides-pdfs/378.pdf.

DE PAULA, L.F.A.; FORZZA, R.C.; NERI, A.V.; BUENO, M.L.; POREMBSKI, S. Sugar Loaf land in South-eastern Brazil: a centre of diversity for mat-forming bromeliads on inselbergs, em *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2016.

MAUAD, L.P.; BUTURI, F.O.S.; SOUZA, T.P.; NASCIMENTO, M.T. & BRAGA, J.M.A. New distribution record and implications for conservation of the endangered Wunderlichia azulensis Maguire & GM Barroso (Asteraceae: Wunderlichieae), em *Check List*, v. 10, p. 706, 2014.

POREMBSKI, S. E BARTHLOTT, W. (org.). *Inselbergs – Biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*, v. 146. Berlim, Ecological Studies, Springer-Verlag, 2000.



**Kátia Lerner**
*Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz*

# AS MÚLTIPLAS DIMENSÕES

Os relatos em torno dos campos de extermínio nazistas permaneceram escondidos e restritos aos conhecidos das vítimas mesmo uma década depois de ter acabado a Segunda Guerra Mundial (1939-1945). Passados mais de 70 anos, o Holocausto é recordado hoje em inúmeras instituições de memória nos países europeus, assim como nos locais onde os sobreviventes se fixaram posteriormente. Longe de tentar explicar como um contexto de silêncio se transformou em um cenário de grande visibilidade, este artigo busca tecer algumas reflexões sobre os processos de construção social da memória do Holocausto na contemporaneidade.

Em 1955, 10 anos após o término da Segunda Guerra Mundial, Primo Levi (1919-1987) afirmou ser triste constatar que o tema dos campos de extermínio, longe de ter ingressado na história, seguia no mais completo esquecimento. Talvez o escritor italiano ficasse surpreso ao saber que, sete décadas depois, esse cenário se transformaria tanto. De fato, por muito tempo, essa memória permaneceu subterrânea, mantida em conversas entre amigos e familiares dos sobreviventes do Holocausto, ou ainda em cerimônias restritas. Ao tentarem falar sobre sua experiência, relatavam o pouco desejo de escuta, muitas vezes acompanhado pela desconfiança sobre sua sobrevivência em condições tão adversas.

A relativa invisibilidade dessas narrativas em alguma medida expressava ainda a própria for-

MEMORIAL DO HOLOCAUSTO, BERLIM / FOTO PIXABAY.COM / DOMÍNIO PÚBLICO



# DA MEMÓRIA

## Transformações, permanências e tensões em torno de narrativas sobre o Holocausto

ma como se pensava a Segunda Guerra Mundial – como uma guerra global que havia assassinado entre 50 a 60 milhões de pessoas, sendo suas vítimas vistas em termos universalistas, ou seja, como prisioneiros políticos, trabalhadores escravos e civis de diferentes nacionalidades. Ainda que se falasse sobre o destino dos judeus, os termos 'Holocausto' e 'sobrevivente' pouco circulavam, sendo comum referir-se aos imigrantes recém-chegados como 'refugiados'.

O que se constata hoje, no entanto, é um cenário bastante distinto. O Holocausto, entendido como o extermínio de 6 milhões de judeus e outros grupos perseguidos pela política nazista, é abordado em inúmeras instituições de memória nos países europeus e onde os sobreviventes se fixaram posteriormente. Isso também ocorre na literatura, na produção acadêmica, em projetos de história oral/visual e nos meios de comunicação. Filmes como *Nuit et Brouillard* (Alain Resnais, 1955), *Shoah* (Claude Lanzmann, 1985) e *A Lista de Schindler* (Steven Spielberg, 1993) são marcos importantes, sendo que a partir deste último proliferaram produções de diferentes gêneros e nacionalidades, além de diversos produtos para TV e internet.

Foge ao nosso alcance explorar como se deu o deslocamento de um contexto em que o silêncio preponderava para um cenário de tamanha visibilidade. Queremos, em vez disso, trazer algumas reflexões sobre os processos de construção social da memória do Holocausto na contemporaneidade. Para tal, a USC Fundação Shoah – O Instituto de História Visual e Educação, na Califórnia (EUA), representa um rico exemplo que nos permite pensar nas transformações, nos desafios e impasses que essa memória veio sofrendo nos últimos anos.

>>>



**O início da Fundação Shoah** Criada sem fins lucrativos pelo cineasta norte-americano Steven Spielberg em 1994, a origem da Fundação Shoah estava associada à filmagem de *A Lista de Schindler* na Polônia, em 1992. Em entrevistas, Spielberg alegou que o contato com sobreviventes o teria impactado fortemente, motivando a criação de uma organização dedicada a registrar suas experiências a partir de sua própria voz – daí a importância da noção de 'testemunho'.

É nesse contexto que surge a Fundação da História Visual dos Sobreviventes da Shoah (Holocausto), que se dedicava a entrevistar judeus que passaram por diferentes experiências (guetos, campos de trabalho, concentração ou extermínio, esconderijos, falsas identidades, *partisans* ou guerrilhas), ou qualquer pessoa perseguida pela política nazista em território ocupado pela Alemanha entre 1933-1945, incluindo ciganos, homossexuais, testemunhas de Jeová e prisioneiros políticos. Também foram entrevistados participantes de tribunais de guerra, pessoas que ajudaram a salvar grupos perseguidos e membros dos exércitos aliados que libertaram os campos ao final da guerra.

As entrevistas eram gravadas em vídeo e focalizavam a experiência antes, durante e depois do conflito. Entre 1994 e 1999, foi constituído um arquivo de mais de 50 mil depoimentos coletados em cerca de 60 países pelo mundo, em mais de 30 idiomas.

O surgimento dessa organização nos anos 1990 certamente não foi um evento aleatório. Se por um lado dialogava com o contexto do multiculturalismo norte-americano, em que os grupos étnicos explicitavam sua identidade particularista no espaço público, por outro se relacionava também com as mudanças de enquadramento sobre a guerra. A perseguição nazista aos judeus passou a ser vista então como um evento à parte, com o uso mais intensivo do termo Holocausto.

O escritor romeno Elie Wiesel, prêmio Nobel da Paz em 1986, foi um ator de destaque nesse processo, ao enfatizar a importância de o sobrevivente "não se envergonhar de ter sobrevivido" e propor pensar o Holocausto como um momento importante da história. Observa-se a emergência de uma identidade específica, o 'sobrevivente', categoria que demarcava um lugar social positivamente valorado.

Alguns sobreviventes relatam o que descrevem como o "fascínio" que as pessoas passaram a ter ao escutá-los, o que contrasta com a experiência anteriormente caracterizada por acusações e silenciamento. Se antes a memória da guerra era prioritariamente marcada pelos perpetradores (nazistas) e pelas vítimas (os mortos), colocava-se a partir de então o protagonismo de outro par: o salvador-sobrevivente.

Não por acaso o industrial alemão Oskar Schindler (1908-1974) – que teria salvado 1.200 judeus do extermínio – foi o personagem cuja trajetória deflagrou esse processo de memória, e se observa o aumento do interesse sobre indivíduos que ajudaram a salvar pessoas do nazismo. Junto a isso, conferia aos sobreviventes um re-

MUSEU JUDAICO, BERLIM / FOTO PIXABAY.COM / DOMÍNIO PÚBLICO



conhecimento e uma visibilidade até então tímidos, como atesta o comentário de um senhor sobre o trabalho da Fundação Shoah: "Finalmente se lembraram de nós, que sobrevivemos".

Outro ponto importante ligado ao surgimento dessa organização refere-se às novas práticas de memória, ditadas não apenas pelos contatos interpessoais, mas também intimamente articuladas aos meios de comunicação, que aparecem celebrados como um poderoso instrumento capaz de realizar a ligação entre passado, presente e futuro. Esse novo registro também acabou por contribuir para instituir uma nova imagem dos sobreviventes. As fotografias que se notabilizaram a partir da abertura dos campos revelavam muitas vezes seres esquálidos, parecendo estar a meio caminho entre os vivos e mortos. Elas, no entanto, passaram a conviver com a figura de senhores idosos, com rostos corados, roupas formais, mostrando em seus lares como haviam reconstruído suas vidas. Nesse novo registro, o passado era evocado para ser submetido ao presente, trazendo uma nova possibilidade de entendimento sobre o evento e uma nova forma de autoconsciência aos envolvidos.

**Pontos de tensão** É importante destacar que nenhum empreendimento de memória se faz sem tensões. As representações sobre o passado, construídas em diálogo com as questões do presente, se dão em meio a disputas com narrativas concorrentes, que podem ser narrativas oficiais – como as nacionais – ou de grupos étnicos, profissionais ou de outra natureza.

No caso da Fundação Shoah, dois pontos de tensão se destacavam nessa primeira fase. O primeiro referia-se à legitimidade da construção de uma memória do Holocausto feita por uma organização fortemente marcada pelo cinema – no caso, Hollywood. Isso se tornou uma categoria acusatória a partir da qual se questionavam vários pontos do trabalho, caracterizando-o como "piegas" e sem rigor acadêmico.

Esse debate, além de envolver disputas por recursos e espaços políticos, trazia também questões ligadas à autoridade narrativa. Afinal, diante de evento considerado de tamanha sacralidade, quem poderia se constituir como a voz mais autorizada para narrá-lo? A quem caberia o poder de estabelecer as regras desse registro? Como esse passado era entendido? Qual o uso correto das emoções na construção de narrativas de sofrimento? Como equacionar a crescente ascensão dos profissionais da comunicação na produção de relatos sobre o passado e as consequências éticas e políticas desse fato?

Juntava-se a isso outro questionamento, relacionado ao caráter transnacional da organização. Embora atuasse no mundo inteiro com equipes locais, ela era vista, em muitos lugares, como uma narrativa demasiadamente norte-americana, colocando em xeque a construção da memória de um evento ocorrido em solo europeu e que era ressignificada a partir de várias perspectivas, >>>



seja dos países diretamente envolvidos no conflito, seja daqueles com uma participação marginal.

Como compatibilizar um modo de operação norte-americano com aspectos locais, na construção de acervos simultaneamente norte-americanos, globais e locais? Os debates traziam não só desafios técnicos e operacionais, mas também disputas acerca da prerrogativa de se instituir versões do passado que envolviam questões sobre identidade nacional e o lugar dos Estados Unidos no contexto internacional dos anos 1990.

**Um momento de inflexão** O término da coleta de 50 mil testemunhos gerou uma revisão estrutural da organização, colocando em questão sua própria existência. Sua missão foi repensada, deslocando a outrora primazia das entrevistas para o uso do arquivo. Essa transição foi consagrada pela sua incorporação em 2006 à Universidade do Sul da Califórnia (USC), com a mudança física para o *campus* universitário, assim como de seu nome, agora USC *Shoah Foundation – The Institute for Visual History and Education*.

Essa incorporação em alguma medida dialogava com o antigo debate da década de 1990 e os questionamentos sobre sua legitimidade, tornando-a mais sustentável financeiramente e aprofundando sua articulação com o mundo acadêmico. A diretriz de produção de material educativo voltado às escolas foi estendida ao mundo universitário, com o estímulo ao uso do arquivo como fonte de pesquisa, na produção de filmes ou produtos artísticos em concursos estudantis, à criação de disciplinas que utilizassem o material e/ou a metodologia desenvolvidos e à criação, em 2014, de um centro de estudos avançados sobre genocídio. O arquivo foi disponibilizado integralmente em mais de 50 universidades e centros de pesquisa pelo mundo via internet 2, e foi reproduzido parcialmente em mais de 200 instituições.

Nesse novo momento, duas características se destacavam. O forte acento tecnológico de origem permanecia por meio do pioneirismo no uso de ferramentas de organização e acesso ao arquivo, o que incluía também as redes sociais. Sua plataforma tecnológica possibilitou que o número de usuários interagindo com os testemunhos chegasse a 15 milhões por ano, contribuindo para que o acervo fosse monumental não apenas em seu tamanho, mas também nas possibilidades de acesso.

Essa questão relacionava-se, também, à tentativa de preservação de outro elemento importante: sua dimensão testemunhal. A ideia de um arquivo-monumento que tinha nas noções de 'experiência' e 'biografia' um valor permaneceu estruturante, como revela um projeto ainda em desenvolvimento, chamado 'Novas dimensões no testemunho'. Um sobrevivente, filmado por 50 câmeras, foi novamente entrevistado a partir de um roteiro formado por centenas de perguntas que buscavam antecipar toda e qualquer dúvida das futuras gerações. Trata-se de uma ferramenta interativa que visa projetar a imagem do entrevistado diante de uma plateia para que as perguntas feitas possam ser reconhecidas pelo sistema, acionando as respostas correspondentes

FOTO PIXABAY.COM / DOMÍNIO PÚBLICO



tes. Essa 'conversa' permitirá uma nova modalidade de preservação da memória, possibilitando que narradores virtuais compartilhem sua experiência, mesmo após sua morte.

Por fim, cabe destacar um último elemento, ligado à centralidade do Holocausto na identidade do arquivo. As transformações dos últimos anos acabaram por promover um importante deslocamento, em que a noção de 'genocídio' tornou-se central, com a incorporação de testemunhos do genocídio dos armênios, de Nanjing (China), do Camboja e dos tutsis (Ruanda). Se por um lado isso pode ser entendido como a busca de diálogo com um público mais amplo e de novas formas de legitimidade, por outro relacionava-se com o lugar que o Holocausto havia assumido nas últimas décadas.

Sua posição antes marginal foi paulatinamente tornando-se lugar de grande força simbólica, em que ele se tornou para muitos a grande metáfora do sofrimento nas sociedades ocidentais. Isso acabou por fazer com que grupos diversos passassem a reivindicar o uso dessa categoria para nomear o tipo de experiência sofrida, trazendo uma nova tensão em torno desse evento que se tornou simultaneamente particular (associado à experiência dos judeus) e universal (cuja força simbólica dizia respeito a todos). Essa organização resguardou a perspectiva particularista, mas incorporou a dimensão universalizante que envolvia, nesse caso, o entrelaçamento dessa memória com a de outras experiências-limite.

A trajetória dessa organização revela, portanto, questões centrais sobre os processos de construção social da memória do Holocausto, nas suas múltiplas dimensões: no dinamismo das ressignificações ocorridas; na emergência de novos atores como 'guardiões' de memória; na proliferação de narrativas, retirando o Holocausto dos espaços subterrâneos, ainda que, a despeito de toda a visibilidade adquirida, permaneça para muitos como um evento desconhecido.

Deu-se também na deflagração de contramemórias que negavam ou banalizavam os horrores do nazismo; nas situações em que se dá a problemática disputa em torno de seu capital simbólico; nos dispositivos e práticas de memória cada vez mais articulados com as novas tecnologias de informação e comunicação. O reconhecimento da mutabilidade desses processos reforça a necessidade de um debate renovado sobre o tema, levando em conta os desafios éticopolíticos enfrentados na contemporaneidade. CH

## Sugestões para leitura

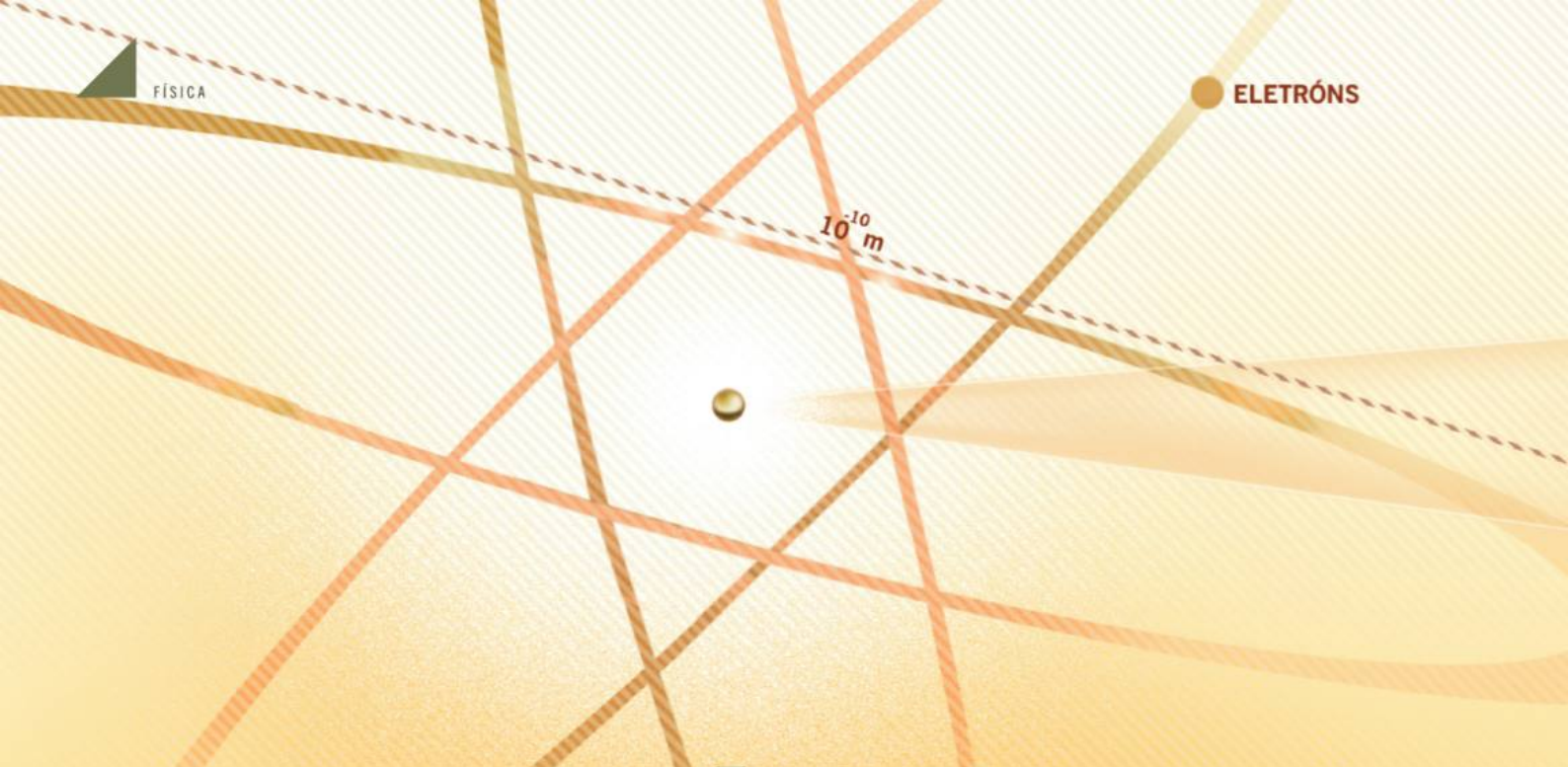

BAUMAN, Z. *Modernidade e Holocausto*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1998.

LERNER, K. *Memórias da dor: coleções e narrativas sobre o Holocausto*. Brasília: IBRAM, 2013.

LEVI, P. *Assim foi Auschwitz*: testemunhos 1945-1986. São Paulo: Cia das Letras, 2015.


**NA INTERNET**

USC Fundação Shoah: https://sfi.usc.edu/ .
Parte inferior do formulário




# O NÚCLEO

## Viagem rumo ao (ainda misterioso) centro da matéria

Nos últimos cerca de 100 anos, a física realizou uma longa jornada intelectual, tanto teórica quanto experimental, rumo à região central da matéria: o núcleo atômico.

De lá, a ciência trouxe resultados surpreendentes – muitos deles, peculiares, mesmo para o mundo subatômico. Por exemplo, partículas com carga elétrica fracionária e que nunca são observadas separadamente, bem como forças que aumentam com a distância e cujos 'carregadores' têm comportamentos díspares em regimes de baixa e alta energia.

Um dos objetivos dessa viagem que segue investigando o âmago (ainda misterioso) do átomo é tentar obter uma resposta para uma questão científica e, de certo modo, filosófica: qual a origem da massa visível do universo?

**Adriano Natale**
*Instituto de Física Teórica,*
*Universidade Estadual Paulista (SP)*

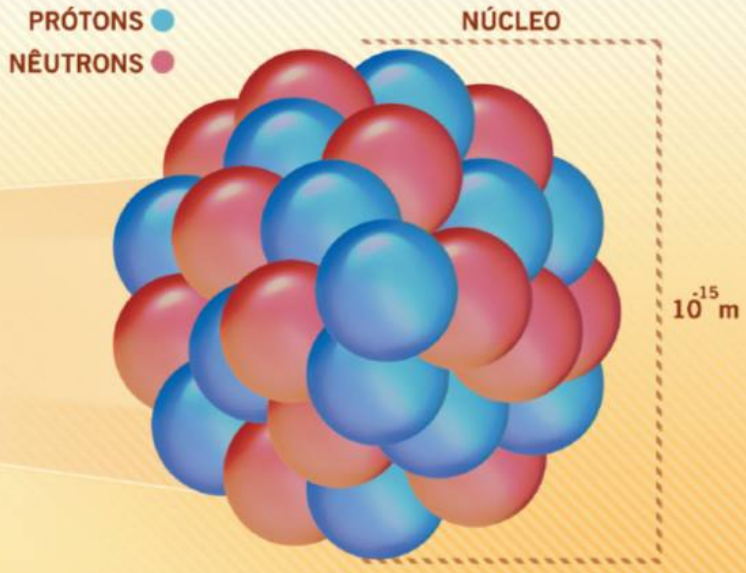



Figura 1. A imagem de um átomo com elétrons orbitando um núcleo – estabelecida pela física no início da década de 1910 – é ainda hoje a mais popular desse constituinte da matéria, usada comumente em propagandas, desenhos animados, filmes etc.

# ATÔMICO

Há pouco mais de 100 anos, o físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) realizou uma experiência que nos levou à ideia que se tem atualmente do átomo. Esse experimento mostrou – de forma inesperada – que o átomo era formado por um núcleo contendo cargas elétricas positivas e que, orbitando em torno deste último, havia elétrons, partículas negativas descobertas cerca de 15 anos antes.

Até hoje, essa imagem do átomo é bastante comum: é usada em propagandas, desenhos animados e filmes, e, se procurarmos na internet pela expressão 'imagens do átomo', iremos encontrar uma enorme coleção de figuras com um núcleo – caracterizado por um amontoado de cargas positivas (prótons) – e um monte de 'bolinhas' (elétrons) girando em volta desse 'caroço central', onde está cerca de 99,9% da massa do átomo!

Para termos uma ideia (ainda que grosseira) das proporções de um átomo, podemos considerar o elemento químico hidrogênio, cujo núcleo é formado por um próton, orbitado por um elétron. Se o primeiro tivesse o tamanho de uma bola de futebol posicionada no centro do gramado do estádio do Maracanã, o elétron seria, então, uma bolinha do tamanho de uma cabeça de alfinete cuja órbita teria um raio que chegaria às arquibancadas superiores.

Certamente, os físicos poderiam até reclamar dessa visão pouco fiel do átomo, mas ela nos permite perceber as diferenças nas dimensões entre o tamanho do átomo e do núcleo. O primeiro tem cerca de $10^{-10}$ m (um décimo de um bilionésimo de metro), enquanto o núcleo é aproximadamente 100 mil vezes menor: da ordem de $10^{-15}$ m. Portanto, é obvio que estamos falando de coisas muito pequenas (figura 1).

>>>

**Origem das massas** Outro aspecto a ser lembrado é que os átomos são neutros – isso se dá pelo fato de eles terem um número idêntico de elétrons e prótons – e alguns são muito 'pesados'. Por exemplo, o núcleo de chumbo tem 82 prótons! Essa grande quantidade de constituintes nucleares se torna um problema: como tantas dessas partículas, com a mesma carga elétrica (positiva), podem ficar tão juntas, já que teriam que se repelir? Mais: isso se dá em um espaço da ordem de $10^{-15}$ m!

A força elétrica de repulsão entre os prótons de um núcleo com muitas dessas partículas é enorme – principalmente, pelo fato de elas estarem muito próximas. Portanto, prótons só podem ficar juntos se existir uma força de atração mais intensa que a elétrica. Essa é a chamada de força nuclear, que é pelo menos 100 vezes mais forte que a força elétrica.

Em 1932, o físico britânico James Chadwick (1891-1974) descobriu novas partículas neutras – pouco depois, denominadas nêutrons – que coexistem com os prótons no núcleo atômico. Desde então, foram feitas experiências com diferentes núcleos atômicos e se verificou que prótons e nêutrons sentem a força nuclear com a mesma intensidade.

Essa é uma propriedade muito importante da força nuclear, pois ela nos ensina que só podemos diferenciar um nêutron de um próton por meio de uma força 100 vezes mais fraca, a força eletromagnética. Por exemplo, um modo de fazer isso é atirando um elétron contra esses dois constituintes nucleares e verificando se ele sofreu um desvio em sua trajetória. Se isso ocorria, então, tratava-se de um próton; caso contrário, era um nêutron.

Cada elemento químico se diferencia de outro pelo número de prótons que tem no núcleo. No entanto, um mesmo elemento químico pode ter uma quantidade diferente de nêutrons. Por exemplo, um átomo de hidrogênio pode ter, além do próton, um nêutron em seu núcleo – nesse caso, esse tipo de hidrogênio é denominado deutério. Ou pode ter o núcleo formado por um próton e dois nêutrons – nesse caso, ele é chamado trítio. Tanto o deutério quanto o trítio são ditos isótopos do hidrogênio, e um mesmo elemento químico pode ter vários isótopos.

Observando-se diferentes núcleos foi possível determinar a massa do próton e do nêutron. A massa de ambos é aproximadamente 1,9 mil vezes a massa do elétron. Isso significa que toda a matéria visível do universo – aquela que é vista em estrelas, planetas e no gás interestelar – deve-se à massa desses dois constituintes nucleares.

Portanto, para entender a origem de toda a massa que observamos no universo – o que inclui nós e outros animais, bem como plantas e minerais –, precisamos entender a origem da massa dessas duas partículas.

Vale lembrar que conhecemos apenas cerca de 5% da massa do universo – a parte visível dele. O restante da massa é composto por aquilo que os astrofísicos denominam energia escura (algo em torno de 70%) e matéria escura (aproximadamente 25%), ambas ainda de natureza misteriosa.

**Geleia nuclear** O núcleo atômico pode ser considerado uma 'geleia' formada por prótons e nêutrons. Na verdade, os físicos descrevem o núcleo por meio de um modelo chamado 'gota líquida', no qual essa geleia fica balançando ou oscilando segundo o número de prótons e nêutrons presentes no núcleo. Se o número de prótons for pequeno, a condição de estabilidade do núcleo é a seguinte: o número de nêutrons não ser muito diferente do número de prótons. Nesse caso, a 'geleia' (ou 'gota líquida') oscila devagar, e o núcleo é estável.

No entanto, núcleos atômicos 'grandes' ficam estáveis se tiverem um número de nêutrons um pouco maior que o de prótons. Isso compensa levemente a repulsão elétrica no interior do núcleo, pelo fato de termos muitos prótons. Mas, quando o número de prótons e nêutrons está longe da condição de estabilidade, a 'geleia' começa a oscilar loucamente, e o núcleo pode se desintegrar, emitindo (ou 'cuspindo') alguma partícula, para atingir uma situação de maior equilíbrio. O estudo dessas propriedades do núcleo faz parte do que se chama física nuclear.

Experiências com o núcleo atômico foram muito além daquela realizada por Rutherford. Passou-se a atirar elétrons de altíssima energia contra alvos ricos em prótons e nêutrons. Para as

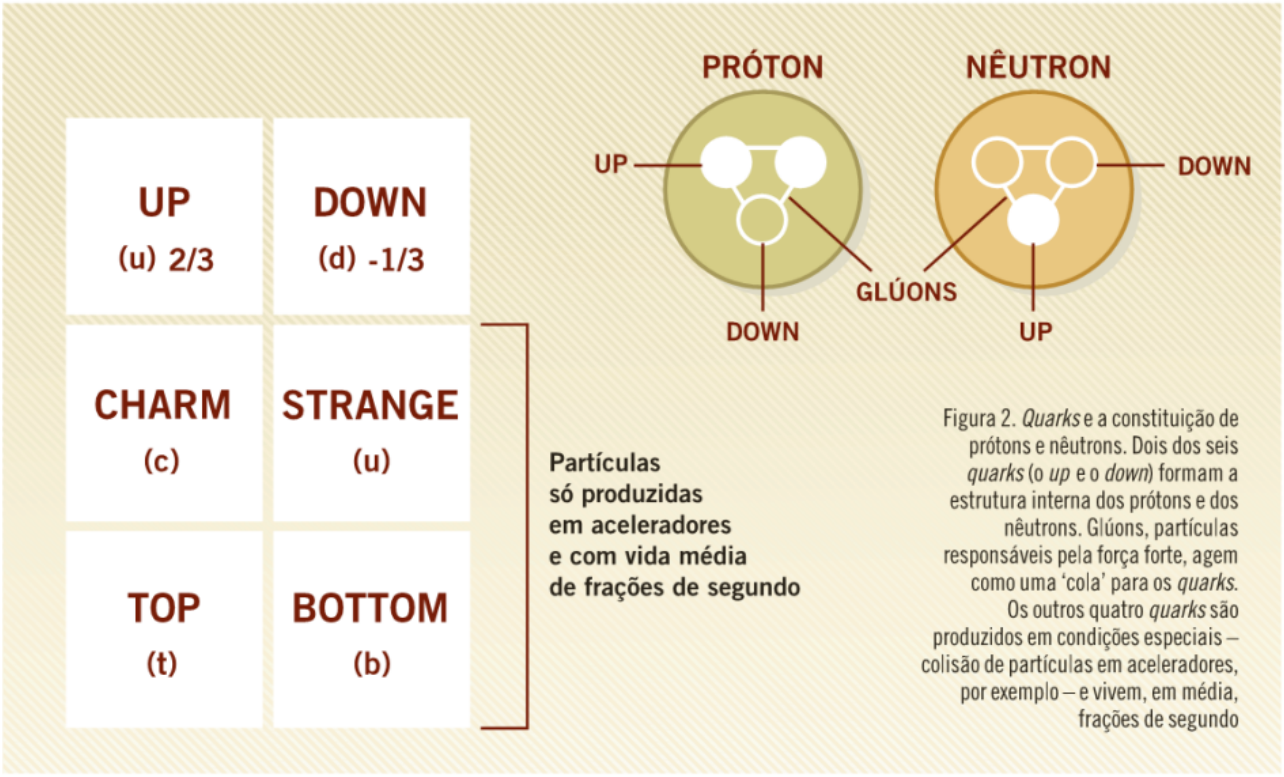



Figura 2. *Quarks* e a constituição de prótons e nêutrons. Dois dos seis *quarks* (o *up* e o *down*) formam a estrutura interna dos prótons e dos nêutrons. Glúons, partículas responsáveis pela força forte, agem como uma 'cola' para os *quarks*. Os outros quatro *quarks* são produzidos em condições especiais – colisão de partículas em aceleradores, por exemplo – e vivem, em média, frações de segundo

partículas elementares, como o elétron, existe uma relação entre energia e o 'tamanho' da partícula, conforme previsto pela chamada mecânica quântica (teoria que lida com os fenômenos no domínio atômico e subatômico). Essa relação é a seguinte: quanto maior a energia que imprimimos a uma partícula elementar, menor é a região com a qual ela interage ao colidir contra um alvo (elétron, próton, núcleo etc.). Em termos práticos, isso significa que elétrons altamente energéticos podem 'enxergar' os prótons e nêutrons muito detalhadamente.

No final da década de 1960 e início da seguinte, realizou-se uma série de experiências nas quais elétrons de muito alta energia colidiram contra prótons e nêutrons. Os elétrons pareciam interagir com partículas que estavam no interior desses constituintes nucleares. Os resultados levaram a uma conclusão surpreendente: prótons e nêutrons não eram fundamentais! Ou seja, eram formados por partículas menores, inicialmente chamadas 'pártons'. Essa descoberta deu o Nobel de Física de 1990 aos físicos norte-americanos Jerome Friedman, Henry Kendall (1926-1999) e ao canadense Richard Taylor.

Na década de 1960, além do próton e do nêutron, já existiam tantas partículas que 'sentiam' a tal força forte nuclear que o físico norte-americano Murray Gell-Mann, ganhador do Nobel de Física de 1969, propôs que aquele extenso 'cardápio subatômico' fosse composto por constituintes menores, para os quais ele deu o nome '*quarks*'.

Na década seguinte, ficou claro que pártons e *quarks* eram os mesmos indivíduos. E, pouco depois, ficou claro que os *quarks* não eram os únicos pártons: havia também os 'glúons' (do inglês *glue*, cola). São os glúons que mantêm os *quarks* 'colados' para que estes formem o próton, o nêutron e todas as outras partículas que 'sentem' a força forte.

## Liberdade e confinamento

Nos últimos 40 anos, tem sido feito um esforço enorme para se entender a força forte entre *quarks* e glúons. Por exemplo, descobriu-se que o próton é formado por dois *quarks* do tipo *up* e um do tipo *down*, cujas cargas são, respectivamente, 2/3 e -1/3 da carga do elétron – somadas (2/3 + 2/3 - 1/3), elas dão + 1, que é a carga elétrica do próton. O nêutron é formado de dois *quarks down* e um *up* – daí sua carga elétrica total (- 1/3 - 1/3 + 2/3) ser zero (figura 2). >>>

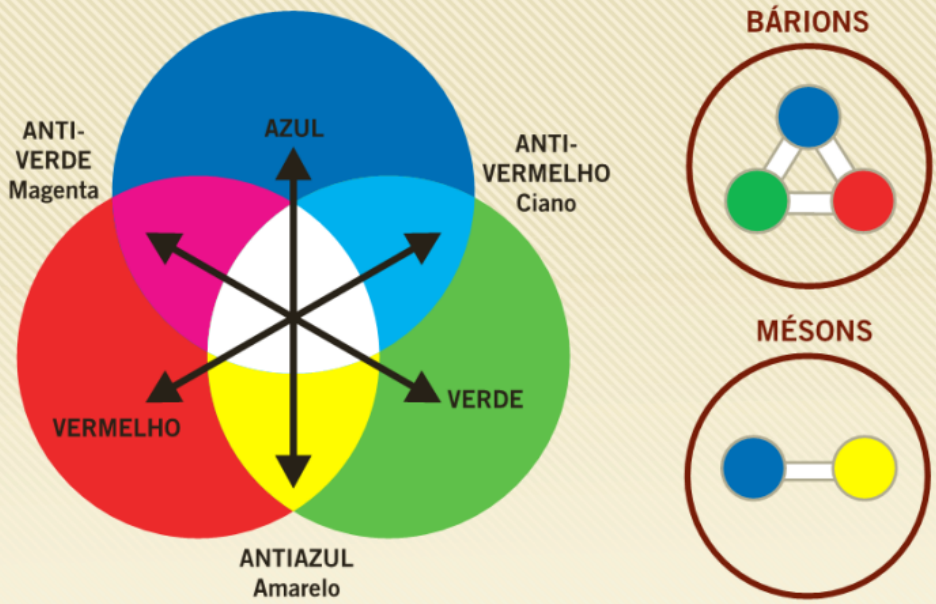



Figura 3. *Quarks e antiquarks* – dotados de três 'cores' e três 'anticores', respectivamente – agrupam-se de modo a formar partículas 'brancas' (sem 'cor'), com base na mistura das três 'cores' – como é o caso dos bárions (prótons e nêutrons, por exemplo) – ou de uma 'cor' e uma 'anticor' – como ocorre com os mésons (káons, píons etc.)

Outra descoberta importante sobre os *quarks* e a força forte: nunca se observou uma dessas partículas isoladamente, e se verificou que a força entre elas aumenta com a distância – como se os *quarks* estivessem presos por uma mola.

Quando esticamos essa mola ao extremo, tentando separar um *quark* de outro, temos que aplicar tanta energia que a mola acaba se rompendo, e essa energia é usada para criar um novo par de *quarks*, os quais, imediatamente, combinam-se com aqueles que já existiam, de forma que sempre veremos essas partículas formando 'trios' – como no próton e nêutron – ou, então, uma dupla *quark*-anti*quark*, ou seja, partícula-antipartícula – esta última caracterizada por ter basicamente as mesmas propriedades de uma partícula, mas o sinal trocado.

Partículas formadas por três *quarks* são denominadas bárions. Por sua vez, mésons são aquelas constituídas por par *quark*-anti*quark*. Há também as formações 'exóticas' ainda não bem entendidas, como os tetra*quarks* e os penta*quarks*.

Essa propriedade – isto é, nunca se ver um *quark* livre – é chamada confinamento. Entender de forma rigorosa por que isso ocorre é ainda um problema em aberto na física atual.

Outro marco da pesquisa nessa área foi a descoberta de que os *quarks*, além das cargas e massas, tinham uma propriedade única, não presente nas demais partículas: a chamada cor. Na verdade, não é cor como a entendemos, mas, sim, uma característica que diz que cada *quark* pode existir em três formas diferentes.

São, ao todo, três cores e três anticores. Como cada glúon carrega uma cor e uma anticor, deveriam, portanto, existir nove glúons ($3^2 = 9$). Mas o fato é que um deles é 'branco' e, por não carregar cor, é excluído. Por sua vez, os *quarks* mudam de cor ao trocarem glúons.

Como dissemos, *quarks* (e anti*quarks*) têm cores (e anticores), mas as partículas formadas por eles devem ser necessariamente 'brancas', para obedecer às regras da mecânica quântica. Por exemplo, um próton tem um *quark* de cada cor, enquanto um méson é sempre formado por um par de *quarks* com cor e anticor.

A 'cor' não é mais do que um 'número quântico' ou uma propriedade intrínseca da partícula, assim como a cor de nossos olhos ou de nosso cabelo. A teoria que descreve a interação forte é uma teoria do mundo microscópico, o qual segue leis da mecânica quântica. Essa teoria é chamada cromodinâmica quântica (ou mecânica quântica das cores), e é conhecida usualmente pelos físicos como QCD (siglas de seu nome em inglês).

**Altas e baixas energias** Os experimentos de colisões entre elétrons e prótons trouxeram mais surpresas: a interação forte (ou QCD) ficava fraca conforme se aumentava a energia! A explicação teórica dessa propriedade garantiu o Nobel de 2004 para três físicos norte-americanos, David Gross, David Politzer e Frank Wilczek.

Quando a interação fica mais fraca, os físicos têm um método que permite calcular o resultado de colisões. Esse método chama-se teoria de perturbação, que nada mais é do que fazer uma pequena correção em cima de um resultado conhecido, sendo que esse ajuste é proporcional à intensidade da força.

Essa teoria possibilitou prever com precisão os resultados de experimentos nos quais partículas que interagem por meio da força forte colidiam com altíssimas energias. Por sinal, quando falamos em altas energias, falamos em energias muito maiores do que as que conhecemos no dia a dia e que só são criadas em grandes aceleradores ou que ocorreram no início do universo – porém, no caso, confinadas a regiões extremamente pequenas do espaço, da ordem do domínio subatômico.

No entanto, em baixas energias, a QCD ainda é uma teoria pouco conhecida. E, mesmo quando consideramos colisões de altas energias em aceleradores, temos que nos lembrar de que, depois de uma colisão inicial, a energia é distribuída entre várias partículas criadas nesses choques. Desse modo, voltamos ao mundo das baixas energias, para o qual, como foi dito, não temos bons métodos de previsão dos resultados experimentais que envolvem a força forte.

Para tratar da interação forte (ou QCD) de *quarks* e glúons a baixas energias, temos alguns métodos aproximados e modelos matemáticos. Esses métodos nos permitem determinar algumas propriedades dos *quarks* e glúons. Uma delas é que os *quarks* do tipo *up* e *down* têm uma massa que não é maior do que 10 vezes a massa do elétron.

Isso nos leva a um problema enorme: como explicar a massa do próton e do nêutron da ordem de 1,9 mil vezes a massa do elétron, se a soma das massas que compõem essas partículas não é maior do que 30 vezes a massa do elétron?

O problema acima se complica quando consideramos resultados teóricos que indicam que o glúon a baixas energias se comporta de forma diferente do que em altas energias. Em altas energias, o glúon age como uma partícula sem massa. Porém, em baixas energias, ele parece ser bem 'gordinho' e, além disso, não ter algo que se poderia definir exatamente como massa, mas, sim, como uma propriedade que indica que ele não se propaga (ou 'anda') tão rápido como se pensava.

Infelizmente, esse comportamento complica ainda mais o entendimento da massa dos *quarks* e, consequentemente, daquela do próton, pois o cálculo desta última depende de como o glúon se propaga.

Entender a origem da massa do próton e do nêutron – ou como essas massas dependem da massa dos *quarks* (e talvez dos glúons), de forma a entender os valores observados experimentalmente – é um problema fundamental da física – e, em particular, da QCD –, pois, se não entendemos a origem da massa do próton, também não entendemos a origem da massa visível do universo. CH

## Sugestões para leitura


FRITZCH. H. *Quarks and the nature of the universe.* New York: Basic Books (1989).

CLOSE, F. *A cebola cósmica* – os quarks e a natureza do universo. Lisboa: Edições 70 (1987).

ROSENFELD, R. *Feynman & Gell-Mann: Luz, Quarks, Ação.* São Paulo, Editora Odysseus.

WEINBERG, S. *The discovery of subatomic particles.* New York: Scientific American Library (1983).


**NA INTERNET**

Pôster sobre o núcleo (em inglês): http://www2.lbl.gov/abc/wallchart/

# SENTINELAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS





FOTO G. WILSON FERNANDES

**Geraldo Wilson Fernandes**
*Universidade Federal de Minas Gerais*
*Universidade Stanford (EUA)*
**Hernani A. Almeida**
**Felipe Melo**
**Cássio A. Nunes**
**Frederico Neves**
*Universidade Federal de Minas Gerais*
**Yule Roberta F. Nunes**
*Universidade Estadual de Montes Claros (MG)*
**Patricia Morellato**
*Universidade Estadual Paulista*
**Rodolfo Dirzo**
*Universidade Stanford (EUA)*

As montanhas podem abrigar grande variedade de hábitats separados por poucos metros de altitude. Essa característica torna esses ambientes verdadeiros laboratórios naturais para a avaliação dos efeitos das mudanças climáticas sobre os seres vivos. Um estudo realizado na cordilheira do Espinhaço, localizada entre Bahia e Minas Gerais, monitora a distribuiçãoda fauna, da flora e de micro-organismos na região, levando em conta os impactos das alterações no clima e em outras condições ambientais sobre a diversidade de espécies.

As montanhas ocupam 25% da superfície do planeta e abrigam 10% da população humana, além de várias espécies endêmicas (encontradas somente nesses ambientes). Metade dos habitantes da Terra, de diferentes etnias, faz uso direto de seus recursos. Nelas, nascem os principais rios do mundo.

As montanhas são importantíssimas no estudo das interações entre os seres vivos e o ambiente, pois nelas as variações de condições e recursos, que muitas vezes só são verificadas viajando-se milhares de quilômetros, podem ser observadas em uma pequena distância. Por exemplo, a cada 100 m de altitude, a temperatura diminui cerca de 1°C, o que significa dizer que, em uma altitude como a da serra do Cipó (MG), entre a base da montanha (750 m) e as áreas mais elevadas (1.700 m), pode haver uma diferença de 9,5°C. Associada a essas mudanças de temperatura, é comum encontrarmos maior umidade relativa do ar e ocorrência de neblinas nas áreas mais elevadas, assim como um solo mais pobre em nutrientes e elevada intensidade de luz, o que cria hábitats distintos daqueles encontrados na base da montanha, mais quente e seca.

As montanhas representamum grande repositório de vida silvestre e são laboratórios naturais, pois funcionam como verdadeiros medidores de efeitos das alterações climáticas sobre os seres vivos. Os impactos das atividades antrópicas e das mudanças globais do clima são pronunciados nesses ambientes. >>>

Os gases do efeito estufa podem gerar um aquecimento médio da temperatura global de 1° C a 3,7° C até o ano de 2100, segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Esse aquecimento irá variar consideravelmente entre regiões e já é uma realidade hoje. Algumas de suas maiores evidências vêm das áreas montanhosas, como o derretimento de geleiras e mudanças na distribuição e até extinções de espécies que perderam seu ambiente natural. As mudanças que vêm ocorrendo nos sistemas montanhosos antecipam o que poderá acontecer nas regiões de baixa altitude. Nas montanhas, podemos detectar os primeiros sinais das alterações climáticas e entender como as espécies ou ecossistemas respondem a essas alterações. Assim, as montanhas são verdadeiras sentinelas das mudanças climáticas.

**Impactos do clima** As montanhas ocupam diferentes regiões e posições no globo, apresentam extensão geográfica variável e têm formato, altitude, cobertura vegetal e regime climático diversos. Assim, os efeitos das mudanças climáticas sobre esses ambientes também serão desiguais. As faixas de temperatura mais frias, próximas ao topo, desaparecerão e, com elas, as espécies típicas desse ambiente. Também serão observados impactos maiores nessas áreas em relação a precipitação, incidência de geadas e umidade, afetando diretamente o clima regional e maximizando mais ainda os efeitos do aquecimento global.

As mudanças provocadas pelo aquecimento global são rápidas em comparação com os milhares de anos necessários para a evolução natural das espécies e a colonização dos ambientes. Muitos estudos já revelam o deslocamento de espécies de plantas e animais para regiões mais altas, conforme aumenta a temperatura do globo. As espécies raras e adaptadas ao frio são as mais ameaçadas, por não terem para onde se mover. O risco de extinção dessas espécies cresce com o aumento da frequência de eventos climáticos extremos (tempestades, secas etc.), estações prolongadas de fogo e incêndios mais graves, além de surtos de doenças e pragas.

Nas montanhas, estão ocorrendo os primeiros colapsos da biodiversidade do planeta, e essas mudanças provocarão a extinção de uma parcela expressiva da riqueza de vida na terra. Embora haja poucas montanhas no Brasil, a cordilheira do Espinhaço pode representar a sentinela brasilieira na avaliação dos efeitos das mudanças climáticas nos trópicos.

## Espinhaço, a cordilheira brasileira

Com formações montanhosas que se estendem por mais de 1.200 km de comprimento, largura que varia entre 50 e 100 km e altitudes que podem chegar a mais de 2.200 m, a cadeia do Espinhaço é considerada a única cordilheira do Brasil, orientada no sentido norte – sul, entre Bahia e Minas Gerais. O geólogo alemão Wilhelm Ludwig von Eschwege (1777-1855), deu-lhe o nome de Espinhaço no século 19, devido a sua forma singular, similar à espinha dorsal humana.

O início de sua formação remonta à era Proterozoica, há aproximadamente 1,8 bilhão de anos. A ocorrência de grandes eventos geológicos modelou ao longo dos anos sua forma atual, dividindo-a sobretudo nos grandes compartimentos do Espinhaço Setentrional e Espinhaço Meridional, com o Quadrilátero Ferrífero em seu extremo sul e a região da Chapada Diamantina no extremo norte. A composição da cordilheira é marcada predominantemente por grandes formações de quartzo, caracterizadas pela presença de cristas, escarpas (encostas íngremes) e cânions bem definidos. É o grande divisor de águas para duas importantes bacias hidrográficas brasileiras – a do rio São Francisco e a do rio Doce – e tem grande diversidade biológica e social.

A ocupação humana na cordilheira do Espinhaço após o descobrimento do Brasil iniciou-se a partir do desbravamento do interior do território brasileiro, quando foram encontradas as primeiras reservas minerais de pedras preciosas e semipreciosas. Mais tarde, com a descoberta dos grandes depósitos ferríferos no Espinhaço Meridional, a ocupação da cordilheira ganhou outro impulso, principalmente pela presença da atividade mineradora, em busca de ferro, manganês, alumínio e ouro.

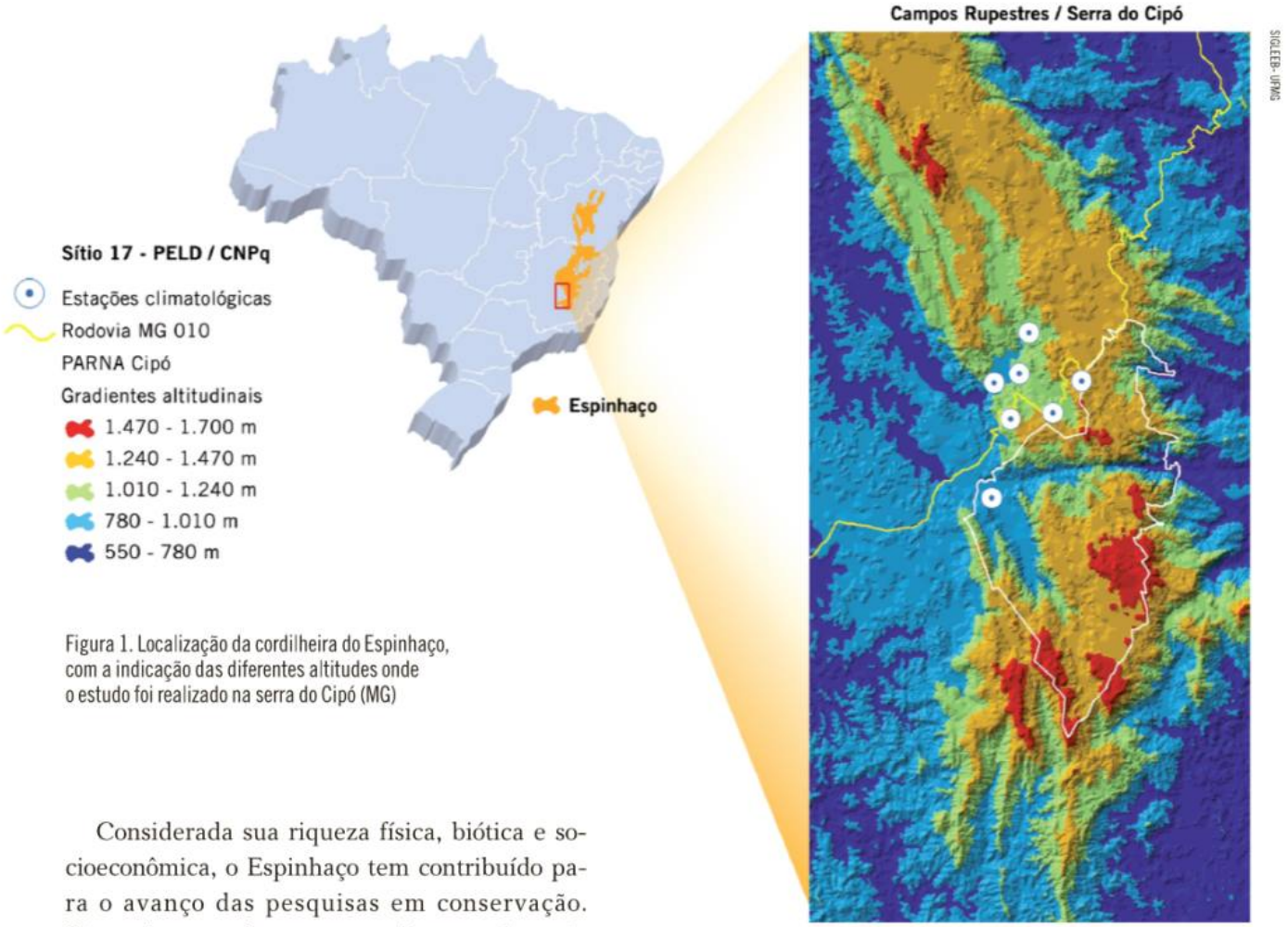



Figura 1. Localização da cordilheira do Espinhaço, com a indicação das diferentes altitudes onde o estudo foi realizado na serra do Cipó (MG)

Considerada sua riqueza física, biótica e socioeconômica, o Espinhaço tem contribuído para o avanço das pesquisas em conservação. São muitos os esforços para melhorar a obtenção e o acesso às informações sobre a região, entre eles, o uso de tecnologias vem ganhando espaço. Atualmente, o que existe de mais moderno está sendo usado no monitoramento das condições ambientais do Espinhaço Meridional. Por meio do Sistema de Geoinformação e Pesquisa do Espinhaço, o GeoSpine, nosso grupo tem como objetivo organizar e compartilhar uma base de dados espaciais da região, melhorando assim a capacidade de gerir esse importante patrimônio.

**Hábitats variados** A grande diversidade da cordilheira do Espinhaço se reflete em sua fauna e sua flora. A biota em montanhas é diversa porque esses ambientes formam diferentes zonas climáticas em distâncias muito curtas e ainda exibem grande variedade de hábitas devido à topografia acidentada. Além disso, ocorrem hábitats isolados e em mosaico (dispostos lado a lado, separados por distâncias muito pequenas) e distúrbios moderados, como deslizamento de terra e fogo, que promovem diversificação local e regional.

Dois padrões têm sido descritos quando se observa a relação entre espécies e altitude: o declínio da riqueza de espécies em áreas mais elevadas ou um pico de riqueza nas altitudes intermediárias. Embora essas variações sejam determinadas primariamente por mudanças no clima e no solo ao longo do tempo, muitos outros fatores podem influenciá-las. No Espinhaço, essa diversidade é ainda afetada por três grandes biomas: caatinga (norte), cerrado (oeste) e mata atlântica (leste).

Na serra do Cipó, formação que faz parte da cordilheira do Espinhaço, a encosta oeste é mais seca e dominada por campos rupestres (ecossistema do cerrado caracterizado por altíssima biodiversidade edominância de ervas e arbustos retorcidos resistentes ao fogo e ao ambiente adverso causado pelo clima quente e seco e pelos solos pobres em nutrientes). Já a encosta oriental é mais úmida e dominada por mata atlântica (figura 1).

>>>

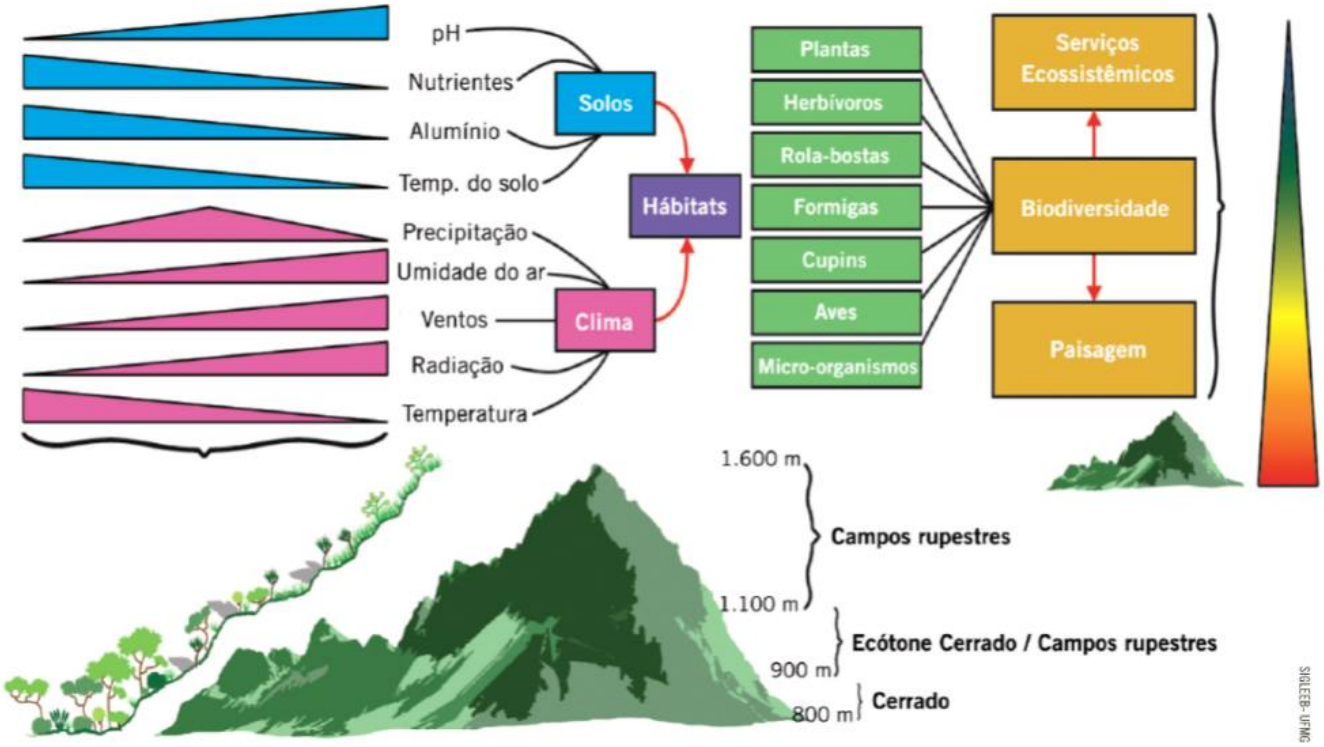
Os solos na serra do Cipó são rasos e pobres em nutrientes, mas sua qualidade melhora na base. A temperatura do solo diminui nas altitudes maiores, prejudicando a germinação de sementes, a absorção de água e minerais pela splantas e as atividades microbianas. O pH, componente de grande importância na composição do solo, também diminui com o aumento da altitude. O pH baixo (menor que 6,0) caracteriza solos ácidos e, junto com o alto teor de alumínio típico dessas rochas, dificulta mais ainda a absorção de nutrientes pelas plantas.

O clima também varia muito com a altitude. Além da diminuição na temperatura, o aumento da altitude na serra do Cipó está associado a uma maior precipitação e umidade do ar. A velocidade do vento, outro fator de grande relevância para a fauna e a flora, pode atingir até 110 km/h nas áreas mais elevadas dessa formação.

**Diversidade afetada** O clima e o solo condicionam os microambientes e determinam drásticas mudanças na estrutura da vegetação e nos animais e micro-organismos a eles associados na cordilheira do Espinhaço. Nas altitudes abaixo de 900 m, o cerrado é a vegetação dominante, enquanto entre 900 e 1.200 m, há uma área de transição entre cerrado e campo rupestre, que se misturam na paisagem, formando um mosaico. Em hábitats mais elevados, acima de 1.300 m, a vegetação apresenta árvores esparsas e,a mais de 1.400 m, a área é dominada por campos rupestres em solo arenoso, com ilhas naturais de mata atlântica (figura 2).

A riqueza de plantas herbáceas e árvores diminui com o aumento da altitude. Em um estudo da distribuição da flora na serra do Cipó, foram encontradas na área de amostragem 92 espécies vegetais a 800 m de altitude e apenas 25 em locais próximos a 1.400 m. Árvores e arbustos dominam a paisagem nas altitudes mais baixas, enquanto espécies herbáceas predominam nas altitudes maiores. A reprodução das plantas está

Figura 2. Principais formações vegetais existentes na serra do Cipó (MG) e variação das características do solo (barras azuis) e do clima (barras rosas) em função da altitude. Esses parâmetros, associados às diferenças no relevo, condicionam distintos microambientes e são a base principal para a variação da flora, que, por sua vez, influencia a fauna, afetando assim toda a paisagem, a biodiversidade e os serviços ambientais prestados pelo ecossistema



estreitamente ligada ao clima. As altitudes intermediárias (entre 1.100 e 1.200 m) mostram padrões de floração e frutificação contínuos, enquanto nos extremos há grande variação.

O número de espécies de vários grupos de insetos diminui com o aumento da altitude, como é o caso dos cupins. As mudanças na temperatura e na estrutura da vegetação são os mecanismos que mais influenciam esses animais. Eles dependem da vegetação e sua busca por recursos alimentares (forrageamento) é largamente afetada pelo clima.

Apesar da alta diversidade de formigas na serra do Cipó – cerca de 170 espécies –, os ambientes mais altos são mais pobres, principalmente devido à estrutura mais simples da vegetação. Ambientes mais diversos e complexos têm maior disponibilidade de abrigo, alimento e proteção.

A diminuição da temperatura e a estrutura mais simples da vegetação em altitudes mais elevadas reduzem ainda o número de besouros rola-bosta e a diversidade de borboletas e de insetos herbívoros. A redução da estrutura da vegetação nessas áreas, associada ao aumento do estresse ambiental, também diminui a diversidade de pássaros.

Em relação aos fungos micorrízicos (associados a raízes), a diversidade de espécies é maior em altitudes intermediárias, o que provavelmente está relacionado ao maior número de hábitats na área de transição entre cerrado e campo rupestre. Os campos ruprestres são o ambiente mais rico do mundo em espécies desses fungos.

**Alterações marcantes** Um dos resultados mais marcantes dos estudos na cordilheira do Espinhaço é que o grau das mudanças ecológicas em curso é tão pronunciado quanto o relatado em montanhas mais elevadas do planeta. Mas, curiosamente, a variação de altitude estudada é de apenas 600 m e as regiões mais elevadas não representam ambientes de temperaturas baixas extremas, como as encontradas na maioria dos sistemas montanhosos do mundo.

Entre os padrões de distribuição de espécies encontrados, todos os organismos estudados – com exceção dos fungos micorrízicos – foram mais diversos em altidudes baixas, onde a temperatura é maior e a umidade relativa do ar menor. Ficou evidente a importância da estrutura da vegetação e da existência de microambientes para a riqueza de alguns grupos.

Como as respostas dos organismos vivos ao ambiente não são as mesmas, eles são impactados de forma diferenciada pelas alterações no clima.Mas o relato simples de números de espécies não é suficiente para entender a magnitude do efeito das mudanças climáticas – preconizadas por cientistas de todo o mundo – sobre a biodiversidade. É preciso um monitoramento contínuo para saber quão profundos são os impactos, quais as chances de sobrevivência diante da direção e da intensidade dessas mudanças e quais características das paisagens são necessárias para a manutenção desses grupos de organismos perante o aumento dos estresses provocados pelo homem.

As montanhas assumem o papel de sentinelas ao nos alertar para os impactos que as mudanças no clima poderão ter sobre a biodiversidade e os serviços ambientais prestados pelos ecossistemas. Assim, poderemos melhor entender esses efeitos e planejar ações para mitigá-los. CH

## Sugestões para leitura


FERNANDES, GW (ed). *Ecology and conservation of mountain topgrass lands in Brazil*. Suíça: Springer (2016).

KOHLER, T; MASELLI, D (eds). *Mountains and climate change – from understanding to action*. Berna: Geographica Bernensia, com apoio da Agência Suíça para Desenvolvimento e Cooperação (SDC) e colaboradores (2009).

SPEHN, EM; RUDMANN-MAURER, K; KÖRNER, C; MASELLI, D (eds.). *Mountain Biodiversity and Global Change*. Basel: GMBA-Diversitas (2010).


**NA INTERNET**

Programa Pesquisas Ecológicas de Longa Duração/ CNPq: http://www.cnpq.br/web/guest/sitios-peld

# Geometria nas formigas prateadas

## Prismas naturais, pelos do inseto do Saara refletem quase totalmente a luz solar, proporcionando-lhe essa coloração metálica

A *Cataglyphis bombycina*, ou formiga prateada do Saara, é um animal incrivelmente bem adaptado ao hábitat tórrido em que vive (figura 1). Seu organismo é capaz de suportar, por alguns minutos, temperaturas ambiente de até 53°C. Isso permite que as operárias deixem o ninho para vasculhar por comida – outros animais que morreram com o calor – no mesmo período do dia em que o metabolismo de seu mais frequente predador, um lagarto, está baixo, em função das altas temperaturas.

Além disso, a *C. bombycina* desenvolveu patas particularmente compridas e ágeis, permitindo não apenas escalar objetos altos e distanciar mais o corpo da formiga do chão abrasador, mas também aumentar sua velocidade e reduzir, portanto, o tempo de exposição ao sol durante a busca por comida fora do ninho.

Finalmente, ela ainda é capaz de produzir 'proteínas de choque térmico' antes de sair do ninho, evitando o problema da lenta adaptação ao ambiente mais quente e usando de forma mais eficiente o tempo disponível do lado de fora.

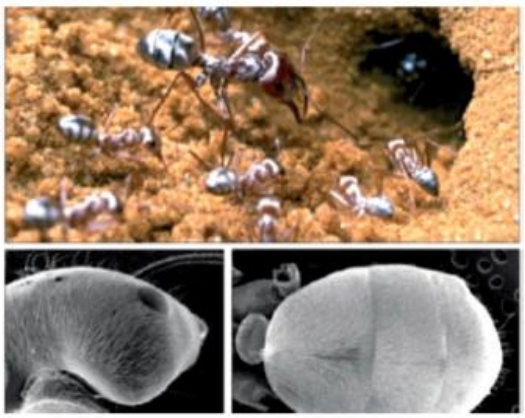
Porém, talvez a mais incrível adaptação da *C. bombycina* seja a grande refletividade que dá a ela sua característica coloração prateada. Cobrindo todo o seu corpo, há várias camadas de pelos constituídos de quitina, um polissacarídeo sintetizado por diversos organismos – é o principal constituinte das paredes dos fungos e do exoesqueleto dos artrópodes, por exemplo. No caso da *C. bombycina*, os pelos têm um perfil triangular, transformando-os em verdadeiros prismas triangulares (figura 2A). A base do prisma é paralela ao corpo da formiga, e as duas outras paredes se inclinam para cima. Assim, um raio de luz oriundo do ar que ingresse em uma das faces inclinadas do pelo é refratado para dentro do pelo até atingir sua base e encontrar novamente a interface quitina/ar.

Nessa interface, ocorre algo interessante relacionado ao fenômeno da refração da luz, isto é, à passagem da luz de um meio transparente para outro. Segundo a óptica geométrica, quando um raio de luz incide obliquamente em uma superfície plana que separa dois meios transparentes distintos, o raio é desviado de sua direção ori-

Figura 1. Formiga prateada do Saara



WWW.WALLSTREETOTC.COM



IMAGES.TECHTIMES.COM

ginal. Tipicamente, quando a luz passa de um meio *menos* denso para um meio *mais* denso, como no caso do pelo da formiga, do ar para a quitina, a direção do raio de luz refratado se aproxima da perpendicular à superfície no ponto de ingresso (figura 2B).

Ao contrário, quando a luz passa de um meio *mais* denso, como a quitina, para um meio *menos* denso, como o ar, o raio de luz deve se *afastar* da perpendicular à superfície no ponto de incidência. Esta última situação introduz um problema: o que acontece quando a luz que vem se propagando dentro da quitina chega na superfície de separação com o ar em uma direção que já é muito inclinada em relação à perpendicular à superfície?

**ÂNGULO E REFRAÇÃO** Como a inclinação com que o raio refratado precisa passar a se propagar no ar é sempre maior – e, de fato, de acordo com uma lei empírica –, é forçoso admitir que deve haver uma angulação máxima com que a luz que vem da quitina pode incidir na superfície que a separa do ar para que exista o raio refratado. Este é o 'ângulo limite', e qualquer raio de luz que incida com ângulos superiores a ele é apenas refletido pela superfície, não atravessando para o ar. Esse efeito é conhecido como 'reflexão total'.

Para a interface quitina/ar, esse ângulo é de aproximadamente 40°. Levando em consideração a geometria do pelo, qualquer raio de luz que incidir em uma das paredes laterais do pelo formando um ângulo maior do que 34,9° sofrerá reflexão total ao atingir a base do pelo (figura 2C).

Como o corpo da formiga é curvo, isso garante que sempre haja uma grande quantidade de pelos geometricamente posicionados para a reflexão total. Mesmo para aqueles poucos casos em que a luz consegue atingir a base do pelo com um ângulo menor que o ângulo limite, a luz transmitida ainda precisa atravessar outras camadas de pelos com angulações ligeiramente distintas, com boa probabilidade de ocorrer a reflexão total. Portanto, quase toda a luz que incide sobre o corpo da formiga é refletida de volta, dando à *C. bombycina* seu aspecto prateado.

**TECNOLOGIAS E EFEITOS** A reflexão total da luz permite ainda explicar muitos outros fenômenos e compreender o funcionamento de diversas tecnologias. Na evolução das câmeras fotográficas, a adoção de um prisma de reflexão total ao visor da câmera permitiu que as câmeras SLR (*Single Lens Reflex*) evitassem problemas de paralaxe (desvio) no enquadramento (figura 3).

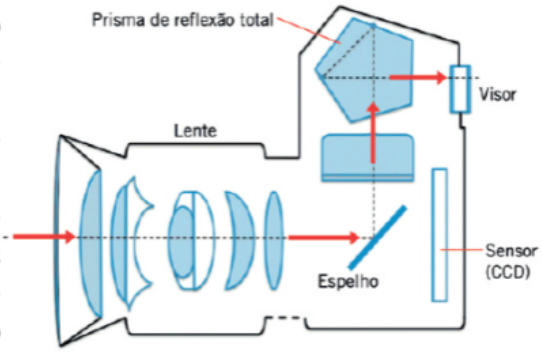
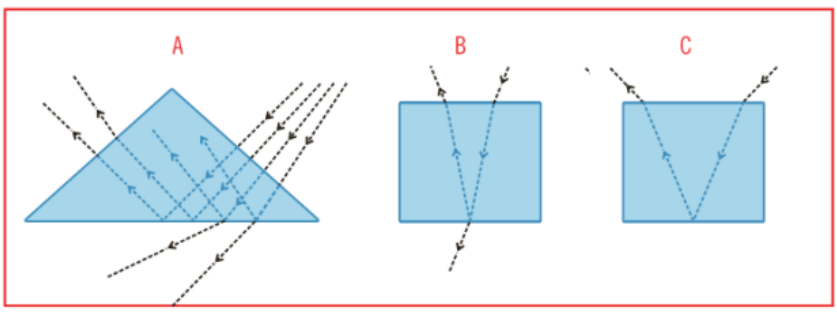



Figura 3. Câmera Single Lens Reflex com prisma de reflexão total para o visor

Fibras ópticas se utilizam do efeito da reflexão total para transmitir informação óptica ao longo de quilômetros. As técnicas de corte e lapidação de pedras preciosas contam com a reflexão total para gerar o belo efeito de brilhos e cores nas formas finais das gemas.

Finalmente, a reflexão total em camadas de ar de diferentes temperaturas e densidades explica certos efeitos ópticos atmosféricos, conhecidos como *Fata Morgana* (miragens), que deram origem a mitos, como os oásis fantasmas nos desertos, e à lenda do 'holandês voador', em que um navio, supostamente, vaga e vagará pelos mares até o fim dos tempos sem poder aportar.

Figura 2. Prisma triangular operando reflexão total da luz quando o ângulo de incidência é maior do que o ângulo limite (C)




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




DIVULGAÇÃO

e, apesar de improvável, se fosse possível certamente envolveria mais de um gene.

En Sabar Nur, que se autointitulava "deus" no filme, tem inteligência mais que sobre-humana: é um gênio 'científico' nas mais diversas áreas e possui conhecimentos ainda não alcançados pelo ser humano. Mas, como vimos, não há um gene único que possa afetar a inteligência dessa forma.

Outro aspecto sobre ele é o da imortalidade. Uma das principais características biológicas do envelhecimento é o encurtamento dos telômeros – sequências repetitivas de DNA localizadas nas extremidades dos cromossomos, que protegem o material genético e facilitam a multiplicação das células. Assim como os cadarços velhos de nossos tênis perdem suas agulhetas, com o tempo, nossos cromossomos perdem seus telômeros.

A tarefa de evitar o encurtamento dos telômeros é realizada por uma enzima chamada telomerase. A telomerase adiciona sequências de DNA nas extremidades dos cromossomos prevenindo a erosão telomérica e mantendo a capacidade das células de se multiplicarem. Em laboratório, é possível reverter em camundongos os sinais do envelhecimento por meio da manutenção da integridade dos telômeros. Podemos especular que En Sabar Nur mantém seus telômeros íntegros *ad eternum*, o que lhe permite ser imortal.

Pelo que foi descrito nas revistas, ele teria nascido há milhares de anos e vivido por pelo menos mil anos antes de adormecer. Então, seria dotado de uma memória prodigiosa, que, é claro, também seria um aspecto da sua inteligência. Há pessoas com memória bem acima da média, dentro de um grupo conhecido como *savants* (sábios). O exemplo mais notório no cinema é o personagem Raymond Babbitt vivido por Dustin Hoffman no filme *Rain Man*. Esse personagem foi baseado em um homem capaz de memorizar mais de 6 mil livros e que tinha conhecimento enciclopédico de geografia, música, literatura, esportes etc. Claro que todos também lembram das deficiências que ele também apresentava: inabilidade social, dificuldade de comunicação, entre outros sintomas, no caso, característicos de autismo.

Há muitos exemplos de pessoas que nascem com habilidades extraordinárias acompanhadas de problemas cognitivos graves. Na maioria dos casos, portanto, trata-se de distúrbios do desenvolvimento cerebral, cuja etiologia ainda não é plenamente conhecida. Mas há também pessoas que adquirem características *savants* em algum outro momento da vida, decorrente de um trauma ou doença, e até de um tipo de demência. De qualquer forma, até onde sabemos, tais habilidades extraordinárias viriam acompanhadas de deficiências em outras áreas.

Nós, humanos, temos a capacidade limitada de regenerar tecidos e órgãos, nada comparado a uma lagartixa, muito menos ao Wolverine. O processo de regeneração depende de células-tronco capazes de transformar os tecidos lesados ou perdidos, por exemplo, num acidente.

Há 10 anos, o cientista japonês Shinya Yamanaka criou, a partir da pele de voluntários adultos, células reprogramadas que se comportam como células embrionárias e podem regenerar tecidos em laboratório. Para isso, induziu em fibroblastos (células) de pele a expressão de quatro genes (entre os 25 mil que compõem nosso genoma). Essas células ainda não foram descobertas naturalmente em nenhum mamífero, muito menos no ser humano, mas talvez Wolverine as possua, o que explicaria sua capacidade surpreendente de regeneração.

**Marília Zaluar P. Guimarães Stevens Rehen**
*Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade Federal do Rio de Janeiro e Instituto D'Or de Pesquisa e Ensino*

# Filhos depois do câncer

## Preservar os planos reprodutivos de pacientes que passam por tratamento oncológico é um dos desafios da qualidade de sobrevida após a doença

BRUNO RAMALHO DE CARVALHO
Clínica Saúde da Mulher (DF)
e Rede Latino-americana
de Oncofertilidade



Câncer não é exclusividade de idosos. Muitas pessoas jovens, que ainda não tiveram filhos, recebem o diagnóstico da doença. O dado é preocupante porque, entre os danos causados pelos tratamentos oncológicos, está a infertilidade. Encontrar a solução para a preservação da função reprodutiva após o tratamento anticâncer é o objeto da oncofertilidade, área de pesquisa que se dedica a garantir a chance da procriação biológica a esses pacientes.

Entre 2008 e 2012, estatísticas do programa Vigilância, Epidemiologia e Resultados Finais do Instituto Nacional do Câncer dos Estados Unidos mostraram pequena diminuição da incidência geral de câncer e também da mortalidade pela doença em pessoas com até 49 anos de idade. Entre os dados, constava a expressiva chance de sobrevivência de mulheres que receberam diagnóstico de câncer antes dos 45 anos – cerca de 84% teriam pelo menos mais cinco anos de vida pela frente. Além disso, nos Estados Unidos e na Europa, a sobrevida de crianças com câncer atinge hoje taxas próximas de 80%, o que nos leva a imaginar que, em cada 600 adultos jovens, haja ao menos um sobrevivente de câncer na infância ou adolescência.

São dados animadores e que remetem a avanços importantes na medicina. Mas também são dados que trazem novas preocupações: a sobrevida desses pacientes pode ter sua qualidade comprometida pelos danos adversos da quimioterapia ou radioterapia pela qual tiveram que passar. Um desses efeitos é a infertilidade, pelo comprometimento de ovários e testículos durante o tratamento.

Em um tempo em que a incidência e as consequências do câncer diminuem, ainda que discretamente, e em que proliferam sobreviventes, observa-se também outra tendência paralela: a de deixar a maternidade para mais tarde, depois dos 30 ou mesmo dos 40 anos. Nesse cenário, é possível que cada vez mais diagnósticos da doença sejam dados a mulheres que ainda não foram mães. Essas pacientes sofrerão as consequências dos tratamentos anticâncer e verão com-

FOTO PIXABAY.COM

prometidos seus possíveis planos de maternidade.

**ONCOFERTILIDADE** Com essa preocupação, nasceu, há cerca de uma década, a oncofertilidade, uma fusão entre as disciplinas de reprodução assistida e oncologia. Esse campo interdisciplinar de estudo das estratégias de preservação da saúde reprodutiva de sobreviventes do câncer busca garantir aos pacientes que, quando livres da doença e em condições de procriar, possam ter chances de tentar a maternidade ou a paternidade biológica por meio da fertilização *in vitro*.

Ao considerarmos que cerca de 10% dos casos de câncer nas mulheres ocorrem antes dos 45 anos de idade, com sobrevida de cerca de 85% – segundo dados da Agência Internacional de Pesquisa sobre Câncer, da Organização Mundial da Saúde –, podemos deduzir que, a cada ano, mais de 830 mil mulheres em todo o mundo poderiam ser beneficiadas pela preservação da fertilidade.

Porém, no início, os programas de oncofertilidade eram voltados aos homens e limitavam-se à oferta de coleta de sêmen como opção para preservação da fertilidade em indivíduos com câncer. As mulheres jovens não tinham opções, pois faltavam dados à medicina reprodutiva e informação à oncologia.

Felizmente, desde então, os avanços mais relevantes na área contemplaram as mulheres. Um dos mais importantes foi o desenvolvimento de técnicas de congelamento e descongelamento de óvulos, muito utilizadas na atualidade. Hoje, podemos dizer que a taxa de gestação a partir de um óvulo congelado é muito próxima à observada com um óvulo *in natura*, e a saúde das crianças concebidas das duas formas também é bastante parecida.

**DESAFIOS** Mas ainda há desafios. Um deles é que, para oferecer as melhores perspectivas à mulher que deseja congelar óvulos, a estimulação dos ovários é obrigatória. No entanto, essa estimulação implica necessariamente o adiamento do tratamento anticâncer, o que, em teoria, poderia interferir nas chances de cura. Nos casos de tumores dependentes de hormônios sexuais, há outro fator complicador: a produção aumentada de estrogênio pelos ovários estimulados incorre em maior risco de crescimento tumoral.

Os dois problemas estão próximos de uma solução, pois os protocolos mais modernos de tratamento em oncofertilidade permitem à mulher reduzir o adiamento da quimio ou radioterapia a apenas duas semanas aproximadamente. Eles incluem também o uso de drogas seguras, que diminuem significativamente ou até eliminam o risco de eventual estimulação tumoral. Embora a literatura científica ainda apresente apenas estudos pequenos e com baixo nível de evidência, os resultados são considerados promissores e suficientes para encorajar oncologistas a encaminhar precocemente suas pacientes para orientação sobre a preservação da fertilidade.

Em situações específicas, como o câncer na infância, o congelamento de tecido ovariano desponta como principal estratégia de preservação da fertilidade. Apesar de ser ainda uma técnica considerada experimental, em 2015 já se documentavam pelo menos 60 nascimentos por meio dela. Acreditamos que este já seja um motivo suficiente para que a modalidade passe a integrar, em breve, a rotina de serviços especializados.

**DESCONHECIMENTO** Embora estudos recentes apontem para um interesse crescente dos oncologistas em relação à saúde reprodutiva de seus pacientes, essas mesmas pesquisas revelam que o desconhecimento é a principal barreira para que a oncofertilidade beneficie um número maior de pessoas.

Para difundir o tema, educar profissionais de saúde e desenvolver opções para preservação da fertilidade em homens e mulheres de qualquer faixa etária, criou-se, há cerca de 10 anos, o Consórcio de Oncofertilidade, uma rede de parcerias com 126 serviços de assistência em reprodução humana espalhados por 28 países. Depois dos Estados Unidos, onde a iniciativa surgiu, o maior número de parceiros credenciados ao consórcio encontra-se no Brasil – 21 centros integram a Rede Brasileira de Oncofertilidade.

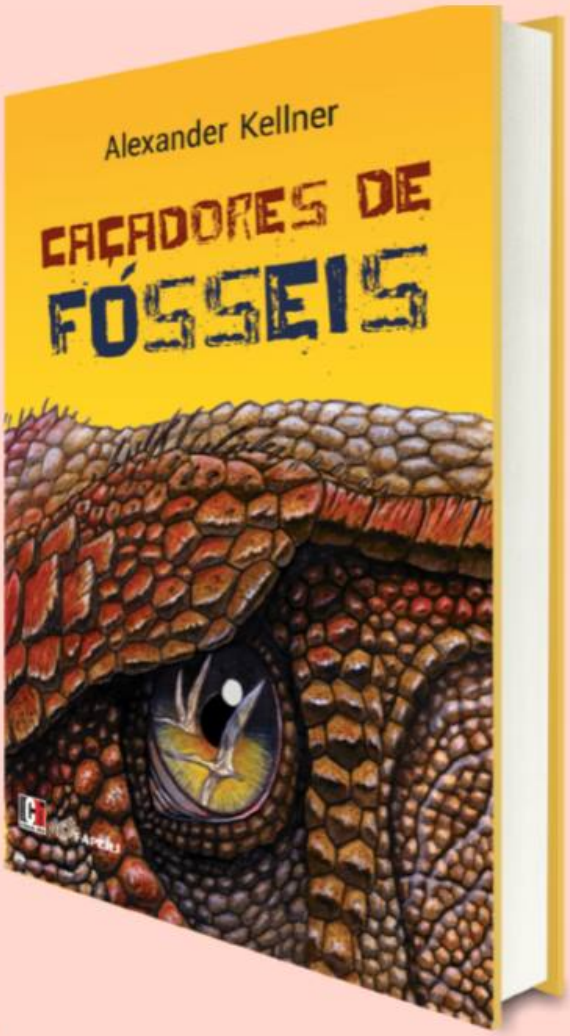
Por fim, vale notar que a preservação de gametas com motivação médica não se restringe a pacientes com câncer, mas se aplica também a pessoas que enfrentam outras doenças cujos tratamentos possam agredir irreversivelmente os ovários, como certas doenças autoimunes, além de portadoras de doenças de caráter progressivo, como a endometriose, que pode reduzir o potencial reprodutivo com o passar dos anos.

Em um futuro breve, esperamos que a oncofertilidade seja capaz de modificar a cultura médica e inovar ao abrir os olhos do mundo para a perspectiva da maternidade ou da paternidade biológica como fator de qualidade de sobrevida a uma doença devastadora. CH

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

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




**CAÇADORES DE FÓSSEIS**
**Alexander Kellner**
216 páginas
colorido
formato 16 x 23 cm
R$ 40,70

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

**OU LIGUE PARA: 0800 727 8999**

## REVISTA DIGITAL

*Meu filho estuda física na UFF (Universidade Federal Fluminense) em Niterói (RJ). Um professor usou o texto 'As múltiplas faces da luz' (*CH *322) para que os alunos fizessem um trabalho. Nunca havia lido a revista (*on-line*) e gostei muito. A demanda do professor permitiu que tivéssemos acesso a mais um meio, muito interessante, de informação. As pessoas estão cada vez mais perdendo o interesse pela leitura. Quando um professor usa textos como esse, acena aos alunos que existe algo na internet além de* Facebook *e jogos* on-line.

Regina Martins

Por correio eletrônico




## PERFIS E OUTRAS SUGESTÕES

*Sou assinante de* CH *e lendo recentemente algumas edições 'antigas', vieram-me à mente algumas sugestões de temas, os quais poderiam ser contemplados pela revista. A seção 'Perfil' era uma das mais interessantes da revista, e poderia voltar. A ideia de dossiês temáticos, com dois ou três artigos, também me parece ser*

*universitários se equilibram entre as diversas atividades que são obrigados a desenvolver, o perfil dos estudantes universitários brasileiros, a qualidade da formação no ensino superior, mercado acadêmico e não acadêmico, internacionalização, áreas prioritárias e relegadas a um segundo plano nas políticas de fomento etc. Há aí um verdadeiro filão a ser abordado.*

Verlan Valle Gaspar Neto

Departamento de Ciências Humanas,

Universidade Federal de Alfenas

**CH** A *CH* agradece as sugestões, que esperamos poder atender. Um artigo analisando a situação da formação de pessoal no ensino superior foi publicado na edição 337 (junho de 2016).

## ANO MIRACULOSO DE NEWTON

*Texto muitíssimo bem escrito (*CH *337).*

Matheus Janczkowski Fogaça

Comentário no Facebook/Ciência Hoje

## DESTRUIÇÃO INVISÍVEL I

*Enquanto não aprenderem que se deve pagar para conservar vai continuar do mesmo jeito (*CH *337). O próprio governo obriga a desmatar.*

Ricardo Bandeira

Comentário no *Facebook/Ciência Hoje*

## DESTRUIÇÃO INVISÍVEL II

*Uma coisa é quantificar o estoque de carbono em florestas intactas, e com-*

*da* Globo Ciência *e de revistas similares que me levou a ser cientista. Cada artigo que publico com vocês me traz ótimas recordações.*

Marco Aurélio Ribeiro Mello

Laboratório de Síntese Ecológica,

Universidade Federal de Minas Gerais

## EDUCAÇÃO E TRABALHO EM C&T

*Ótimo artigo, bastante informativo (*CH *337).*

Renan F. Moura

Universidade Federal de Uberlândia

## CONTROLE DA MALÁRIA

*Parabéns para toda a equipe que vem desenvolvendo pesquisa e extensão, refletindo diretamente na saúde da comunidade (*CH *337).*

Olakson Pedrosa

Instituto Federal de Rondônia (IFRO)

## UM HOMEM ENTRE GIGANTES

*Existe realmente no roteiro uma parte em que o médico Steven T. Dekosky faz um comentário: "Batize-o, você tem que dar um nome a isto" (*CH *337, seção Crítica). Em seguida, o roteiro muda e aceita a siga de CTE em inglês (encefalopatia traumática crônica) como já sendo algo descoberto anteriormente e que é usado como base para a pesquisa que aparece em artigos científicos de medicina. Houve um deslize que foi corrigido durante o filme. O que é anormal acontecer em filmes de Hollywood. Um exce-*

# A volta da rolinha-do-planalto

AVE BRASILEIRA RARA REAPARECE 75 ANOS APÓS O ÚLTIMO REGISTRO

Vista pela última vez em 1941, a *Columbina cyanopis*, conhecida popularmente como rolinha-do-planalto, foi observada em uma região remota de Minas Gerais, no cerrado – seu ambiente natural –, pelo ornitólogo Rafael Bessa no ano passado. A redescoberta foi mantida em sigilo até recente encontro no Instituto Butantan, quando um grupo de pesquisadores anunciou o registro para a comunidade científica. Agora, eles preparam um artigo a ser publicado em um periódico especializado e um plano para a conservação da espécie.

Anteriormente, a ave foi avistada perto de Cuiabá (MT) no século 19, no interior de São Paulo no início do século 20 e no sul de Goiás na década de 1940. Desde então, a rolinha-do-planalto, endêmica do cerrado (só ocorre nessa região do planeta) permanecia desaparecida.

Com o apoio do Observatório de Aves – Instituto Butantan e da Sociedade para a Conservação das Aves do Brasil (Save Brasil), um grupo de ornitólogos conseguiu identificar, até o momento, 12 indivíduos da espécie. "Ainda não sabemos se esses exemplares são aparentados", diz Bessa. "Mas eles foram observados em uma área pequena e restrita, o que nos leva a crer nessa possibilidade."

Segundo Bessa, desde sua descoberta, em 1823, a rolinha só foi vista em três locais em 1825, 1904, 1940 e 1941, o que levou os especialistas a considerarem que se tratava de uma espécie naturalmente rara, mesmo quando o cerrado se apresentava íntegro. Com o avanço da fronteira agrícola sobre o bioma, a partir de meados da década de 1950, acreditava-se que ela tivesse sido extinta.

"A ave, que já é rara por viver apenas em uma área específica do cerrado, sofre com a contínua destruição do seu hábitat, o que a torna uma das mais ameaçadas da região", aponta o ornitólogo Luciano Lima, do Butantan. "Além da transformação de suas áreas naturais em monoculturas e pastagens, existe o fogo, que, mesmo fazendo parte da dinâmica do cerrado, pode representar sério risco para uma espécie tão restrita quanto essa."

Buscando reduzir essas ameaças, uma equipe de pesquisadores liderada por Bessa pretende propor estratégias de conservação para a espécie. "Uma das mais eficazes seria a criação de uma unidade de conservação de modo a proteger essa nova população descoberta, assim como seu hábitat", conta Lima. "Ela seria benéfica não apenas para a rolinha-do-planalto, como também para outras espécies locais ameaçadas e para as pessoas que vivem na região", acrescenta. "Um parque estadual, por exemplo, atrairia investimentos ligados ao turismo e auxiliaria na preservação dos recursos hídricos do lugar."

**OBSERVAÇÃO DE AVES** Praticada por milhões de pessoas em todo o mundo, a observação de aves é uma atividade de lazer que consiste em buscar, identificar e registrar diferentes espécies de aves em seus ambientes naturais. Embora os EUA e a Europa ainda concentrem o maior número de praticantes, a atividade tem crescido muito no Brasil nos últimos 10 anos.

Lima diz que, além de desenvolver pesquisas científicas, incluindo sobretudo o monitoramento de longo prazo de aves silvestres em diferentes regiões, o Observatório de Aves - Instituto Butantan utiliza essa atividade como ferramenta para promover atividades de educação ambiental e divulgação científica para o público.

"Dentro do contexto da ciência colaborativa, ou ciência cidadã, os observadores de aves têm ajudado, significativamente, no avanço da ornitologia no país. "O WikiAves (wikiaves.com.br) é uma base de dados sobre aves brasileiras com a qual qualquer pessoa pode colaborar enviando fotos e sons", exemplifica Lima. "Atualmente, existem nesse portal mais de 1,6 milhão de fotos oriundas de todo o Brasil. Cada foto está atrelada a uma localidade e a uma data e essas informações em conjunto têm, literalmente, revolucionado o nosso conhecimento sobre a avifauna brasileira."



FOTO RAFAEL BESSA/SAVE BRASIL

POR ALICIA IVANISSEVICH

# Um cheirinho no ar...

NOVO SISTEMA CAPTURA AROMA DE FLORES SEM NECESSIDADE DE DESTRUÍ-LAS OU CARREGÁ-LAS PARA O LABORATÓRIO

Como analisar compostos liberados por plantas em locais distantes de laboratórios de pesquisa, como fazendas e florestas, sem destruí-las ou transportá-las? Até recentemente, a captura de substâncias voláteis só podia ser feita com o uso de equipamentos sofisticados e caros. Graças a um método desenvolvido por pesquisadores da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza (CE), é possível agora colher o aroma de flores, preservando seus componentes naturais por até uma semana sem despedaçá-las. E tudo a um custo baixo.

"O método convencional exige a retirada da inflorescência, ou parte da planta que contém o composto, e seu transporte para o laboratório em baixa temperatura", explica o químico da Embrapa Guilherme Zocolo. "Já a técnica que desenvolvemos adapta tecnologias para uso em condições não controladas e abre uma série de possibilidades de aplicações em pesquisa, como o monitoramento da produção de substâncias que atraem polinizadores para plantas com fins agrícolas ou ecológicos, a análise de compostos que atraem ou repelem insetos-pragas, o diagnóstico de doenças de plantas e animais, assim como o controle de qualidade de matérias-primas e insumos vegetais", complementa."

Segundo Zocolo, o novo método não danifica a fonte dos compostos voláteis, uma vez que a planta não precisa ser removida ou cortada. A análise é feita na planta viva em condições que não afetam seu metabolismo original, o que confere uma visão mais fiel do comportamento de emissão dos compostos.

Desde a concepção até o desenvolvimento da técnica, a equipe, composta ainda por outros três químicos da Embrapa, levou em torno de um ano. Os pesquisadores adaptaram uma bateria portátil a um equipamento de vácuo e usaram materiais específicos para criar cartuchos acoplados a uma bomba de vácuo que aspira o ar para dentro deles.

"Trata-se de um processo simples que pode ser adotado por qualquer grupo de pesquisa a um custo relativamente baixo", diz Zocolo. "Nosso objetivo desde o início foi desenvolver um sistema que pudesse ser facilmente montado por colegas de forma a reduzir os custos com a importação de equipamentos."



FOTO GUILHERME ZOCOLO

**Sistema desenvolvido na Embrapa coleta compostos voláteis sem destruir a planta**



FOTO EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL

**Pesquisador coleta amostras de dendenzeiro**

resenha

# RACIONALIDADE E INDIVIDUALIDADE NO MUNDO ADMINISTRADO




## Eclipse da razão

**Max Horkheimer**

*São Paulo, Unesp, 207 p., R$ 48*

Max Horkheimer (1895-1973), filósofo judeu alemão e simpatizante do marxismo, teve seu pensamento marcado pelo conturbado cenário social, econômico e político da primeira metade do século 20. Suas ideias começaram a florescer no apogeu da República de Weimar (1919-1933) e nos primeiros anos da ascensão do nacional-socialismo na Alemanha. A chegada de Adolf Hitler (1889-1945) ao poder, contudo, foi decisiva para a opção de exilar-se nos Estados Unidos, a partir de 1934, ante a temeridade de permanecer em Frankfurt. Nessa época, a perseguição aberta aos judeus nem bem havia começado.

Nos Estados Unidos, Horkheimer se vinculou à Universidade Colúmbia, em Nova York, onde ministrou seminários eletivos. Já nos seus primeiros anos de exílio teve contato com a democracia e a cultura de massas, algo bem diverso da experiência do terrorismo fascista na Alemanha, mas que veio somar-se a ela.

Em 1941, nas regiões conquistadas pelos alemães, começou o cerco contra os judeus. Eles foram obrigados a usar a estrela de Davi em suas vestes e proibidos de emigrar. No mesmo ano, tem lugar o ataque à União Soviética, com o que se quebrou o pacto de não agressão celebrado dois anos antes entre alemães e russos. À proporção que as tropas nacional-socialistas avançavam, punha-se em prática o extermínio em massa nos territórios conquistados.

Os horrores da guerra, o extermínio dos judeus, a desconfiança em relação à democracia e à cultura de massas formam o pano de fundo para a inquietante pergunta que Horkheimer, em parceria com Theodor Adorno (1903-1969), propusera no livro *Dialética do esclarecimento*. Por que a humanidade, em vez de entrar em um estágio verdadeiramente humano, parece afundar-se em uma nova espécie de barbárie? Por mais instigante que possa ser a tentativa de se buscar a resposta àquela questão, o livro redigido a quatro mãos traz mais desapontamento do que satisfação para o leitor. A linguagem hermética, os intermináveis parágrafos, as reiteradas alegorias acabaram por confinar a obra a um público restrito, disposto a decifrar suas enigmáticas considerações.

Em contrapartida, *Eclipse da razão* tem a vantagem de proporcionar um caminho menos árduo para penetrar no âmago da crítica do filósofo à modernidade, ainda que também não seja obra fácil para o leitor iniciante. Ela pressupõe um conhecimento mínimo de história da filosofia. Mas o melhor vem agora! A resposta àquela inquietação expressa em *Dialética do esclarecimento* está no título desta segunda obra: as recentes barbáries acontecidas na história são tributadas ao que o autor denomina eclipse da razão, ou seja, ao modo como a razão conduziu um tipo específico de progresso.

Não se trata de uma explicação histórica ou sociológica dessas barbáries. Horkheimer é filósofo e apresenta uma resposta filosófica. Ele mostra que hoje prevalece uma concepção minguada de racionalidade, contraposta àquela construída no Século das Luzes, em que a razão era vista como uma instância para a determinação de princípios morais. Essa concepção foi ofuscada pela tendência hodierna a pensá-la como instrumento a serviço exclusivo da dominação da natureza.

Da dominação da natureza à dominação de homens sobre homens foi um passo. Esse segundo tipo de dominação assumiu diferentes formas ao longo da história: sangrentas, como as guerras; econômicas, como a dependência de grandes grupos industriais; políticas, como a democracia de massas; e sutis, em que se manipulam as consciências das pessoas – tal como acontece na indústria cultural.

No início do livro, o autor passa em revista a história da filosofia para mostrar o conteúdo outrora pressu-

posto no conceito de razão. Ele sustenta que a razão tem dois aspectos: o subjetivo – uma "faculdade de classificação, inferência e dedução", comprometida com a escolha dos meios mais adequados aos fins propostos e relacionada tanto ao pragmatismo da vida quanto ao desenvolvimento científico; e o objetivo – uma "força" que rege as "relações entre seres humanos em instituições sociais e na natureza".

A dimensão objetiva da racionalidade está presente nas grandes religiões e nos sistemas filosóficos de Platão a Hegel. Ela se faz presente também nos juízos estéticos e éticos, que determinam as metas supremas da vida. O lado subjetivo era a "expressão parcial de uma racionalidade universal" objetiva. Essa significação se perdeu, pois o aspecto subjetivo se impôs sobre o objetivo, de modo que hoje o racional equivale ao prático.

A denúncia da crise da razão é completada pela análise da situação do indivíduo na sociedade hodierna. Novamente, Horkheimer recorre à história da filosofia para mostrar o percurso desde seu surgimento na sociedade helênica, o apogeu com a ascensão burguesa e o declínio nos dias atuais. A noção de indivíduo encontra sua formulação mais bem acabada na filosofia moderna, sobretudo no idealismo alemão. Trata-se do indivíduo autônomo, aquele que é capaz de agir e justificar racionalmente suas ações. Se no plano conceitual essa definição está pronta, no plano material faltam as condições para sua efetiva realização. Só alguns poucos burgueses poderiam realmente ser considerados indivíduos na pura acepção da palavra. No capitalismo liberal, esses indivíduos dispunham de uma base econômica suficientemente forte, que lhes garantia autonomia de ação e possibilidade de planejamento do futuro.

O que chama a atenção é o paradoxo de que hoje seria possível a realização do indivíduo, pois as condições materiais são plenamente favoráveis a isso. No entanto, nossa etapa corresponde ao seu declínio. No capitalismo avançado ou mundo administrado, que é a maneira como o filósofo designa a época atual, essa base econômica individual se enfraqueceu. Do ponto de vista social, prevalece um tipo que o autor denomina submisso ou servil, isto é, incapaz de opor resistência ao mundo, adaptando-se passivamente a ele.

Assistimos hoje ao surgimento da sociedade de massa e à crescente indiferença de uns em relação aos outros, sobretudo nas grandes metrópoles. No lugar do típico cidadão burguês, temos hoje executivos e empregados, que desempenham suas respectivas funções. E cada um deles é um elemento fungível, ou seja, que se desgasta e é substituído por outro. Essa sociedade de massa celebra muito mais o culto ao corpo e às futilidades dos figurões da indústria cultural do que promove verdadeiramente os valores do indivíduo.

*Eclipse da razão* denuncia as tendências destrutivas do mundo administrado, que solapam a razão e o indivíduo. Não se trata de um louvor nostálgico do passado nem de uma condenação tecnofóbica da ciência. Com sua crítica, Horkheimer não quer negar o progresso científico e tecnológico, que é histórico e necessário, mas assinalar o custo que se pagou por ele, sobretudo o esquecimento das diretrizes morais encrustadas na noção moderna de razão, que sustentaram a autonomia do indivíduo.

Ele quer também recordar que as realizações técnico-científicas deveriam estar orientadas para a realização da liberdade humana e justiça e não para os imperativos do sistema. Mesmo tendo sido escrita em 1947, essa obra é de uma atualidade permanente e sua retradução para o português, agora melhorada, enriquece o acervo dos clássicos da filosofia do século 20 disponíveis em língua nacional.

**Rafael Cordeiro Silva**
*Instituto de Filosofia,*
*Universidade Federal de Uberlândia*

## Conhecendo os recifes brasileiros: Rede de Pesquisas Coral Vivo

**Carla Zilberberg, Douglas P. Abrantes, Joseane A. Marques, Laís F. Machado e Laura F. de Barros Marangoni (ed.)**
*Rio de Janeiro, Museu Nacional/ UFRJ, 360 p., distribuição gratuita*

Dedicado a um público amplo, não especializado no assunto e escrito em linguagem acessível, este livro reúne vários estudos sobre a biodiversidade desse frágil e ameaçado ecossistema. Os autores são 55 pesquisadores de 10 universidades e institutos públicos e privados do país que atuam de forma integrada para conhecer e proteger os recifes e ambientes coralíneos brasileiros. Esse ecossistema ganhou atenção considerável nas últimas décadas por causa de seu estado de degradação avançado e pelo entendimento de que corre o risco de desaparecer. Como apontam os editores, é urgente, portanto, promover sua conservação e o uso sustentável de seus recursos naturais. O livro – na íntegra ou em capítulos isolados – pode ser baixado no sítio do Projeto Coral Vivo: www.coralvivo.org.br/publicações.

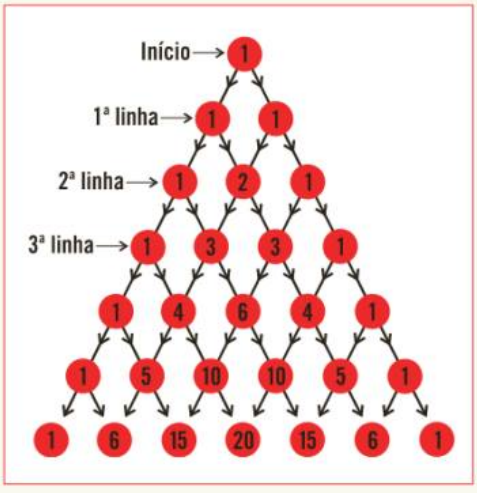


# NÚMEROS E ESCOLHAS

**NAS DUAS ÚLTIMAS COLUNAS** (*CH* 337 e *CH* 338), fomos apresentados às danças de *Monsieur* Pascal e ao problema de escolha de grupos. Notavelmente, os dois problemas são equivalentes, revelando a unidade que existe na matemática.

Lembrando: no primeiro problema, queríamos saber quantas 'danças' existiam com certo número de passos para a direita e esquerda. No segundo, nosso instrutor precisava formar grupos a partir dos alunos de sua turma. Os dois problemas são resolvidos pelo 'triângulo de Pascal' – referência ao matemático e filósofo francês Blaise Pascal (1623-1662).

Se, por um lado, é gratificante resolver os dois problemas usando o triângulo de Pascal, por outro, pode ser uma tarefa um pouco longa calcular o valor de um dado elemento. Como dissemos na coluna passada, os elementos do triângulo de Pascal são os chamados coeficientes binomiais. O elemento na posição K da linha N, como mostra a figura, é denotado C (N, K) e se lê 'combinação de N elemento K a K'. Nossa missão é encontrar um método mais rápido para calculá-los.




Para isso, vamos usar a interpretação dada na coluna passada, no problema de formação de grupos. Digamos que temos uma turma com oito alunos e queremos formar grupos de três alunos. De quantas maneiras podemos fazê-lo?

Comecemos nossa seleção por meio de uma lista. Para o primeiro nome dela, temos oito opções; para o segundo; sete; para o terceiro, seis. Assim, temos 8 x 7 x 6 listas possíveis. Pronto? Não! O problema nesse método é que as listas aparecem mais de uma vez. Por exemplo, a escolha 'Alice, Bernardo e Clara' forma um grupo igual a 'Bernardo, Clara e Alice' e assim por diante. Portanto, qualquer permutação (troca) dos nomes que fizermos corresponde sempre ao mesmo grupo.

Para consertarmos isso, devemos descobrir quantas vezes certa lista aparece. De quantas maneiras uma lista de três alunos terá aparecido? No caso de Alice, Bernardo e Clara, vemos que temos três opções para o primeiro nome; duas opções para o segundo; e uma, para o terceiro, o que dá 3 x 2 x 1 = 6 maneiras – se quiser, escreva as listas possíveis para conferir que, de fato, esse é o caso.

Portanto, tudo que temos a fazer é dividir o número inicial (8 x 7 x 6) pelo número de vezes que cada grupo foi selecionado (3 x 2 x 1), ou seja, 8 x 7 x 6/3 x 2 x 1 = 56. Mas é possível deixar essa expressão mais bonita. Note que, multiplicando 'em cima e embaixo' por 5 x 4 x 3 x 2 x 1, podemos escrever esse número como 8 x 7 x 6 x 5 x 4 x 3 x 2 x 1/3 x 2 x 1 x 5 x 4 x 3 x 2 x 1.

Para deixar a expressão mais compacta, introduzimos a notação fatorial. Por exemplo, 3! (lê-se 'três fatorial') representa 3 x 2 x 1. Assim, o número que estamos buscando é 8!/3!5! E, com uma última ajeitadinha, notando que 5 = 8 - 3, temos a expressão que buscamos: 8!/3!(8-3)!

Agora, sabemos calcular cada elemento do triângulo de Pascal diretamente. Que belo resultado! – esta última era uma exclamação mesmo. CH



FOTO CICERO RODRIGUES

**DESAFIO**

**Quanto deve valer 0! (zero fatorial)?**

**SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO**

**Usando nossa fórmula, calculemos C (10, 5) = 10!/5! 5! = 244 (Dica: antes de efetuar os produtos, procure cancelar os fatores comuns!)**

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

# Millikan e o efeito fotoelétrico

**1916.** UM FÍSICO NORTE-AMERICANO CONCLUI UMA SÉRIE DE EXPERIMENTOS PARA ESTUDAR UM FENÔMENO CONHECIDO DESDE O SÉCULO 19 e – mais importante – com o objetivo inicial de pôr em dúvida um dos resultados mais importantes da física do século passado: a luz é formada por partículas. As implicações dos dados obtidos por ele foram surpreendentes e ajudaram na percepção e aceitação das então novas ideias relativas ao mundo microscópico por parte dos físicos.

CARLOS ALBERTO DOS SANTOS
Departamento de Ciências Exatas e Naturais (professor visitante), Universidade Federal Rural do Semiárido


Robert Andrews Millikan

WIKIMEDIA COMMONS

**EM SUA EDIÇÃO** de 1° de março de 1916, a prestigiosa revista *Physical Review* publicou um artigo que iria impulsionar o novo paradigma da física estabelecido na virada do século: a passagem da física clássica para a física moderna. O autor daquele artigo, o físico norte-americano Robert Andrews Millikan (1868-1953), já havia, cinco anos antes, medido com extrema precisão a carga do elétron.

No entanto, Millikan, no final do século 19 e início do passado, estava à margem da pesquisa de ponta. Dedicava-se ao ensino de física, publicando livros e manuais de laboratório. Mas tinha o olhar atento para os prenúncios da mudança de paradigma na física. Testemunhou a descoberta dos raios X (1895), da radioatividade (1896) e do elétron (1897). Acompanhou também os trabalhos de 1900 do físico alemão Max Planck (1858-1947), que resultaram na proposta de que, na natureza, a energia só é gerada e absorvida em 'diminutos pacotes' (os *quanta* de energia). Nascia, assim, a chamada teoria quântica, fortemente baseada na constante h – cujo nome, mais tarde, homenageou Planck.

Finalmente, Millikan viu com perplexidade a equação do efeito fotoelétrico proposta, em 1905, pelo físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955), a partir de uma hipótese – no dizer de Millikan – imprudente: a de que a luz, assim como a energia, é também gerada e absorvida em diminutos pacotes (os *quanta* de luz).

Para Einstein, em vez de onda – como preconizava a teoria clássica do eletromagnetismo –, a luz seria composta de corpúsculos, denominados *quantum* de luz, que transportavam uma quantidade de energia igual ao produto da constante de Planck (h) pela frequência da luz (f): E = hf. Cerca de 20 anos depois da proposta de Einstein, o *quantum* de luz passou a ser conhecido como fóton. Vale ressaltar que esse foi também o tempo que a comunidade científica levou para aceitar a realidade física do fóton.

E foi com o descrédito corrente sobre a existência do fóton naquele início de século que Millikan começou a investigar a equação do efeito fotoelétrico. Confessou, em mais de uma ocasião, que começara aquela investigação para mostrar que Einstein estava errado.

Foi derrotado em sua intenção. Mas, em 1923, recebeu o Nobel de Física por esse experimento e por aquele em que obteve experimentalmente a carga do elétron.

**COMO BOLAS DE BILHAR** Na segunda metade da década de 1880, o físico alemão Heinrich Hertz (1857-1894) tentava produzir ondas eletromagnéticas, previstas pelo físico escocês James Clerk Maxwell (1831-1879) duas décadas antes.

Hertz percebeu que a radiação ultravioleta era capaz de liberar elétrons da superfície de um metal. O efeito fotoelétrico estava nascendo, mas Hertz não deu prosseguimento ao seu estudo, pois queria mesmo era produzir ondas eletromagnéticas, o que terminou conseguindo logo em seguida.

No entanto, seu assistente, o físico alemão Philipp Lenard (1862-1947), tomou conta do tema e o desenvolveu com grande sucesso experimental e gigantescos tropeços teóricos – estes últimos típicos de uma era de fé inabalável na teoria clássica do eletromagnetismo.

A descrição do fenômeno é de uma simplicidade estonteante. Ao incidir sobre a superfície de determinado material, um feixe de luz provoca a liberação de elétrons. Os experimentos de Lenard e de outros mostraram que, para cada tipo de material, existia uma frequência mínima da luz, abaixo da qual não havia liberação de elétrons, por mais intensa que fosse a radiação incidente.

Além disso, a velocidade (energia cinética) máxima com que os elétrons saltavam da superfície do material só dependia da frequência da luz e do tipo do material fotossensível – e não da intensidade do feixe. Esses resultados eram inconsistentes com a teoria clássica, segundo a qual qualquer radiação deveria liberar elétrons, desde que fosse suficientemente intensa. E a energia cinética máxima dos elétrons também deveria ser proporcional à intensidade da luz.

A partir da hipótese do *quantum* de luz, Einstein explicou o fenômeno de forma tão simples quanto sua

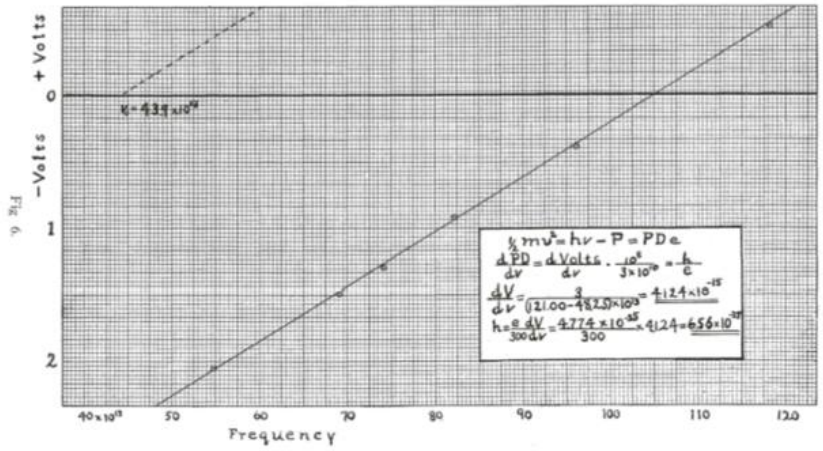



Gráfico do qual Millikan obteve o valor da constante de Planck. Na página ao lado, esquema da aparelhagem usada pelo físico norte-americano para estudar o efeito fotoelétrico

descrição. Em vez de se espalhar continuamente pelo material – como previa a teoria clássica –, a energia da radiação incidente (hf) seria transferida dos corpúsculos de luz para os elétrons, de uma única vez – como em um choque de duas bolas de bilhar. Nesse processo, o elétron recebe a energia do fóton e a usa para se livrar do átomo e saltar da superfície do material – o efeito fotoelétrico é mais facilmente observado em metais, por exemplo.

Essa explicação resulta na equação de Einstein para o efeito fotoelétrico – que lhe valeu o Nobel de Física de 1921. De um lado da equação, está a energia cinética máxima dos elétrons (E), que pode ser medida por meio da aplicação de uma voltagem (o chamado potencial de corte) aplicada à superfície do material fotossensível. Do outro, fica a diferença entre a energia do fóton incidente (hf) e a energia gasta pelo elétron para sair do material (W). Portanto, a equação é a seguinte: $E = hf - W$.

Ao deduzir essa equação, Einstein concluiu: "Se a fórmula deduzida for correta, então, o gráfico do potencial de corte em função da frequência da luz incidente deve ser uma reta, cujo coeficiente angular é independente do material da superfície metálica".

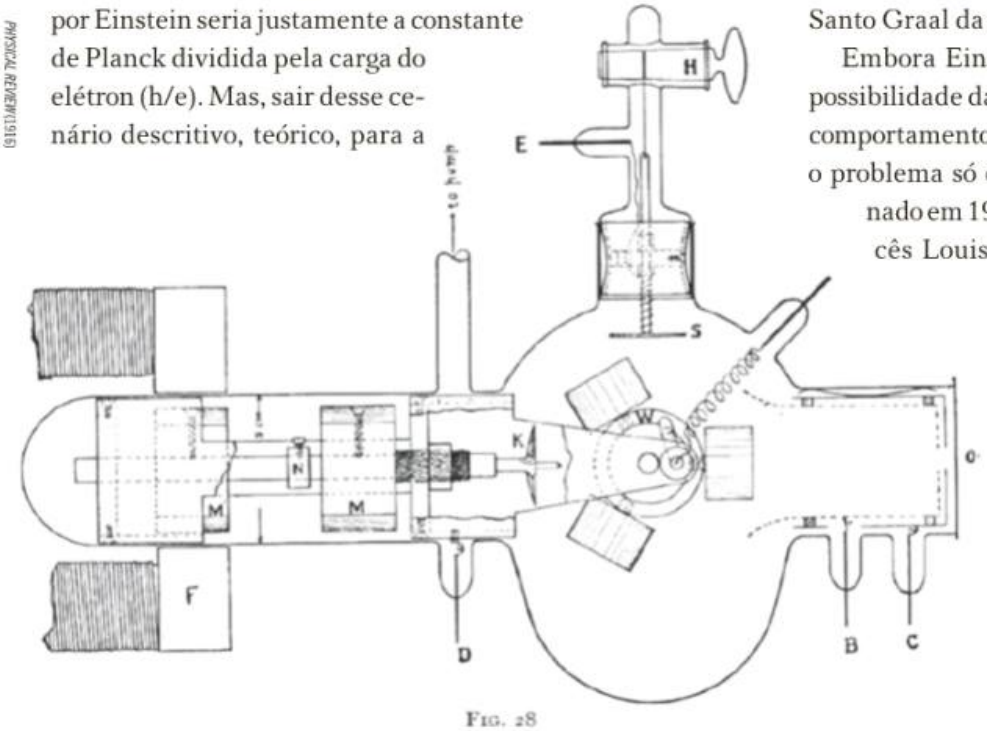
O coeficiente angular (ângulo formado pela reta e o eixo x do gráfico) mencionado por Einstein seria justamente a constante de Planck dividida pela carga do elétron (h/e). Mas, sair desse cenário descritivo, teórico, para a prática experimental exigiu de Millikan mais de 10 anos de exaustivos experimentos.

Meticuloso, Millikan investigou várias fontes de erros experimentais que produziam medidas imprecisas nos trabalhos daqueles que o antecederam. Por exemplo, a limpeza da superfície dos metais; o modo como se definia a voltagem; e a forma como se media a energia cinética máxima dos elétrons.

**DUALIDADE PARTÍCULA-ONDA** Millikan iniciou os experimentos sobre o efeito fotoelétrico em 1905, e o primeiro trabalho foi publicado já no ano seguinte. Entre este e o artigo famoso de 1916, ele publicou pelo menos mais seis deles, sempre apresentando melhorias nas condições experimentais e obtendo resultados mais precisos. Finalmente, chegou à curva experimental (figura na página ao lado), de onde extraiu o valor da constante de Planck: $h = 6{,}57 \times 10^{-27}$ erg.s.

Os resultados experimentais obtidos por Millikan não deixavam mais a menor dúvida a respeito da validade da equação de Einstein, mas a ideia do *quantum* de luz continuava sendo rejeitada por praticamente toda a comunidade científica. O principal empecilho para a aceitação da teoria corpuscular de Einstein era a incompatibilidade com fenômenos de difração e interferência, ambos tidos como um tipo de Santo Graal da teoria ondulatória da luz.

Embora Einstein tenha apontado para a possibilidade da dualidade partícula-onda no comportamento da luz, em um artigo de 1909, o problema só começou a ser bem equacionado em 1923, com a teoria do físico francês Louis de Broglie (1892-1987) e a descoberta experimental do efeito Compton – no qual a luz, ao se chocar contra elétrons, comporta-se como um corpúsculo. Dois anos depois, novos experimentos confirmaram de vez a realidade do fóton, e o *quantum* de luz passou a ser conhecido como fóton.




PHYSICAL REVIEW (1916)

Fig. 28

# O EFEITO ESQUERDA

**CRISES POLÍTICAS,** de modo inapelável, incidem sobre o tempo imediato. É essa mesma a natureza própria do seu acontecer. É certo que possuem uma história e que, por mais inesperadas, um conjunto de fatores, ao longo do tempo, as propicia. O filósofo político francês Alexis de Tocqueville (1805-1859), em uma de suas obras primas – *Lembranças de 1848* – dizia que o acaso cumpre um enorme papel nos assuntos humanos, sendo ele, no entanto, preparado por vasto conjunto de circunstâncias propiciatórias. Mas, isso só sabemos *a posteriori*, ao fazer retroceder conjecturas e hipóteses, e buscando calçá-las com registros minimamente fidedignos. Tal é o procedimento básico da história, conhecimento que exige antes de tudo imaginação, já que nenhuma crise é portadora inequívoca de seus significados.

Da mesma forma que suas origens podem ser remetidas ao passado imemorial, as crises valem pelo que depositam no futuro: se os efeitos de uma crise são imediatos, eles constituem as circunstâncias originárias de eventos e roteiros históricos futuros.

A crise política que assola o país tem produzido efeitos imediatos perturbadores. A ânsia por um desfecho opera como obsessão nas mentes dos observadores. Ainda que tal apego ao imediato tenha lá suas razões, é fundamental incluir em nossas especulações possíveis efeitos de médio e longo prazo. Um desses efeitos possíveis é o da redução do peso e do apelo de uma agenda política e social de esquerda, como alternativa civilizatória ao país, tal como indica o destaque hoje alcançado por propostas e valores abertamente regressivos. Que boçais advoguem o retorno à ditadura e lamentem que "não se tenha matado todos em 1964" não significa que isso deva ser levado a sério, como condição para o entendimento do que se passa e do que pode vir a ocorrer.

Coisa mais séria é o tema da redução da maioridade penal, a definição homofóbica do núcleo familiar, a isenção fiscal dos mais ricos, a cultura do rearmamento, o eufemismo do 'ajuste fiscal' como forma de vida e, enfim, a perspectiva da erosão no núcleo civilizatório da Constituição de 1988. Este talvez seja o legado maior da possível dissolução – ou retração drástica – do movimento político, cultural e social que tem estado presente de modo central na vida brasileira, desde o fim do regime de 1964.



FOTO CICERO RODRIGUES

**Pode o Brasil – com a complexidade, os dramas sociais e a inserção no mundo que detém – dispensar a presença de uma alternativa política forte de centro-esquerda, dotada tanto da capacidade de afetar o cenário legislativo quanto da de governar?**

O cenário é grave. Não se trata simplesmente de lamentar por antecipação o que poderá resultar das próximas temporadas eleitorais de 2016 e 2018. Mesmo porque as surpresas da adversidade são muitas. Mais importante parece-me ser indagar o seguinte: pode o Brasil – com a complexidade, os dramas sociais e a inserção no mundo que detém – dispensar a presença de uma alternativa política forte de centro-esquerda, dotada tanto da capacidade de afetar o cenário legislativo quanto da de governar?

Nenhum dos países que, no século 20, se afirmaram como democracias com alguma solidez dispensou a presença de um 'efeito esquerda'. A presença de partidos e movimentos de extração comunista, socialista e socialdemocrática, nos países democráticos, foi fundamental para a fixação de uma agenda de direitos sociais, que acabou por se entranhar nas malhas da vida social. Ao contrário do chamado 'socialismo real', caracterizado por regimes de partido único e liberticidas, nos países ocidentais o fator socialismo foi integrado à dinâmica da competição eleitoral. Mesmo fora dos governos, exerceu pressão legislativa para afirmar direitos coletivos e para minimizar danos de políticas recessivas.

A não ser para reacionários empedernidos, é essencial reconhecer o 'efeito esquerda' como um dos elementos constituintes da democracia contemporânea. Há que distinguir, portanto, entre os impasses fixados na trajetória de uma força de esquerda na conjuntura presente e o tema maior a enfrentar, com impactos de longo prazo: pode uma sociedade democrática e complexa dispensar a presença de um 'efeito esquerda'? CH

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

# Ciência combina com educação!

## Doe uma assinatura

para uma escola ou projeto apoiado pelo Instituto Ciência Hoje

e ganhe uma assinatura digital.







**Ligue: 0800 727 8999**

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

criatividade e inovação
FEBRACE
feira brasileira de ciências e engenharia

PROFESSORES E ESTUDANTES DE TODO O BRASIL

# SE VOCÊ TEM UM PROJETO CRIATIVO, PARTICIPE DA FEBRACE!

PODEM PARTICIPAR DA **FEIRA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA** PROJETOS
COM FUNDAMENTO CIENTÍFICO NAS ÁREAS DE **EXATAS, BIOLÓGICAS, HUMANAS E ENGENHARIAS**

Inscreva seu projeto até

**31** de outubro de 2016

através do site:
**www.febrace.org.br/submeter**



A mostra de projetos finalistas ocorrerá nos dias

**21, 22 e 23** de março de 2017

E você ainda tem a chance de representar o Brasil na **feira internacional Intel ISEF**, nos Estados Unidos!

Acompanhe a FEBRACE: www.febrace.org.br

ORGANIZAÇÃO / REALIZAÇÃO

LSI TEC · LSI · POLI USP · USP