CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO CIÊNCIA HOJE

NÚMERO 337 | VOLUME 57 | JUNHO 2016 | R$ 10,95

TRABALHO EM CIÊNCIAS
Modelo de formação de pessoal qualificado é deficiente no Brasil

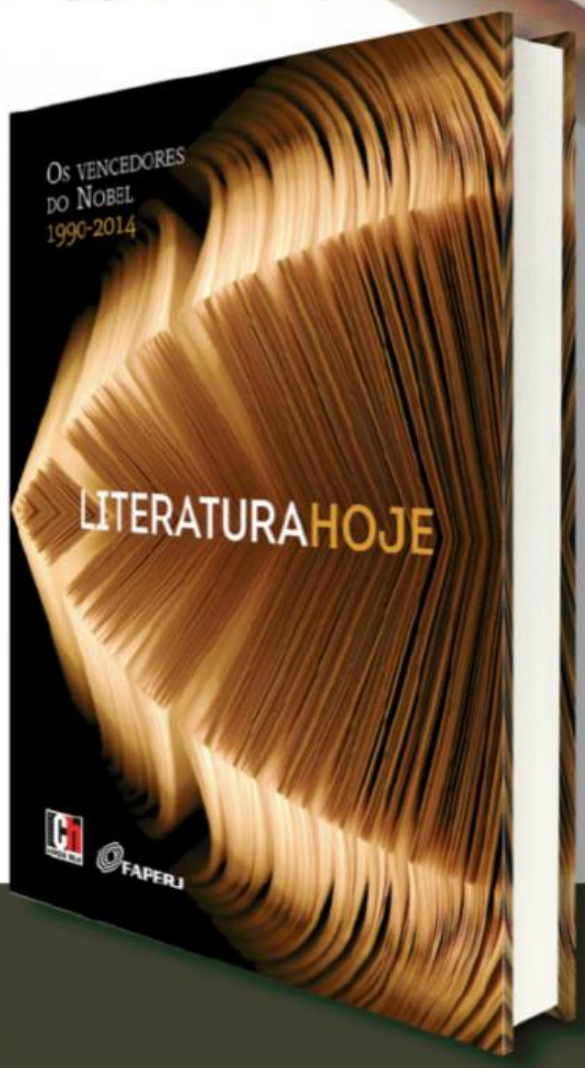
DESTRUIÇÃO INVISÍVEL
Degradação de áreas naturais é tão preocupante quanto perda de ecossistemas

Terremotos no mar

Perigo potencial para recursos petrolíferos do país

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
Colaborou neste número | Catarina Chagas

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

Tremores no mar

Terremotos no Brasil são incomuns, uma vez que praticamente todo o seu território está no meio da extensa placa tectônica Sul-americana e distante de suas bordas perigosas. Entretanto, os sismos no mar brasileiro não são tão raros nem pouco importantes. É verdade que ocorrem dezenas de abalos pequenos, mas também há tremores com magnitudes expressivas, muitos destes no oceano. A única diferença é que seus epicentros estão na porção oceânica.

Apesar de infrequentes, sismos fortes podem ocorrer nas margens continentais e ter consequências sociais e econômicas desastrosas. O Brasil não está imune a isso. O país já registrou na área oceânica o segundo maior terremoto do mundo.

Como a base de nossos recursos petrolíferos está no mar, não se pode desprezar o perigo potencial desses abalos para as estruturas presentes tanto na costa quanto na água.

CAPA: FOTO PIXABAY.COM/ CREATIVE COMMONS

E é sobre a necessidade de continuar estudando e monitorando a área da plataforma continental de nosso país que o artigo de capa desta edição trata.

A redação

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

INFORME PUBLICITÁRIO

Espaço da Ciência Brasileira

ED. 06 - JUNHO 2016

Brasil reduz em mais de 50% emissão de gás carbônico entre 2005 e 2010

A queda é atribuída ao controle do desmatamento da Amazônia e do Cerrado. Além disso, um documento elaborado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) apresenta nova metodologia para cálculo das emissões de gases.

A Terceira Comunicação Nacional do Brasil (TCN), submetida à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, na sigla em inglês), aponta redução de 53,5% no total de gás carbônico (CO_2) emitido pelo Brasil na atmosfera, entre 2005 e 2010. Segundo o levantamento, os números caíram de 2,73 bilhões de toneladas de CO_2 para 1,27 bilhão.

A metodologia de cálculo desenvolvida pelo ministério é de última geração e será capaz de transmitir conhecimento para estudo do clima e efeito do gás carbônico no mundo todo.

A TCN traduz o esforço brasileiro para atingir a meta de reduzir entre 36,1% e 38,9% as emissões projetadas até 2020.

O estudo avalia os impactos das mudanças climáticas distribuídos em cinco setores: uso da terra, mudança do uso da terra e florestas; agropecuária; energia; processos industriais e tratamento de resíduos.

Sirene

Além da Terceira Comunicação Nacional, o MCTI também lançou o Sistema de Registro Nacional de Emissões (Sirene), um sistema computacional desenvolvido para disponibilizar resultados do *Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal* e informações oriundas de outras iniciativas de contabilização de emissões.

O portal do Sirene está disponível no endereço: **http://sirene.mcti.gov.br**, bem como o sumário executivo da Terceira Comunicação em português e inglês, e a versão completa do documento em inglês.

A ciência na corrida por medalhas do Time Brasil

A menos de três meses dos Jogos Olímpicos do Rio de Janeiro, institutos de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) estão ajudando os atletas a alcançar a excelência esportiva na busca por medalhas. Recursos de supercomputação e equipamentos adaptados às necessidades dos atletas são importantes aliados para quem disputa um lugar no pódio.

O Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) integra uma das maiores iniciativas do País pelo esporte: o Laboratório Olímpico. Instalado no Parque Aquático Maria Lenk, no Rio de Janeiro, o LNCC serve para dar suporte aos atletas em diferentes áreas do conhecimento. São sete ao todo: bioquímica, biomecânica, nutrição, psicologia, fisiologia, treinamento esportivo e modelagem computacional.

O primeiro passo foi desenvolver o Sistema para Acompanhamento Holístico de Atletas (Saha), rodado em um dos supercomputadores do LNCC, em Petrópolis (RJ). A ferramenta cruza os dados levantados pelas diferentes áreas do conhecimento e faz sugestões para melhorar a *performance* do atleta. Assim, uma braçada na piscina, um golpe no tatame ou uma corrida na pista de atletismo podem ser aperfeiçoados, aumentando as chances de medalha.

Navio Vital de Oliveira aporta nos 100 anos da Academia Brasileira de Ciências

O Navio Vital de Oliveira, uma das embarcações de pesquisa mais modernas do mundo, foi aportado no Museu do Amanhã, no centro do Rio de Janeiro, durante as comemorações dos 100 anos da Academia Brasileira de Ciências (ABC), e recebeu a visita de cerca de 1.300 pessoas apenas no primeiro dia.

Durante o evento, o novo presidente da ABC, Luiz Davidovich, lembrou a importância do Almirante Álvaro Alberto, fundador do CNPq, para o desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação (CT&I) brasileira. "Eu queria lembrar um grande nome da ciência nacional, da ABC e da Marinha do Brasil que foi o Almirante Álvaro Alberto. Ele teve participação importantíssima no desenvolvimento e na inovação do Brasil. É importante lembrá-lo. Isso aqui é um resultado da ação dele. Com o desenvolvimento da ciência nós hoje podemos ter esse navio maravilhoso de pesquisas e muitos outros desenvolvimentos que servem à sociedade brasileira", disse.

MCTI lança Start-Up Brasil 2.0 em apoio a projetos de *software* e *hardware*

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) lançou nova etapa do programa *Start-Up* Brasil, batizada de *Start-Up* Brasil 2.0. Os investimentos totalizam R$ 40 milhões – R$ 20 milhões para aceleração de 100 empresas nascentes de base tecnológica, R$ 10 milhões em apoio a *Start-Ups* de *hardware* e R$ 10 milhões de incentivo ao nascimento de ideias inovadoras.

As empresas candidatas a participar da principal chamada, responsável por selecionar as turmas 5 e 6 do *Start-Up* Brasil, devem ter, no máximo, quatro anos de existência. Após serem escolhidas, as *Start-Ups* precisam negociar sua adesão a uma das 12 aceleradoras qualificadas pelo último edital do programa. A aceleração tem duração estimada de até 12 meses para empresas de *software* e 18 meses para as companhias de *hardware*, com apoio a pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), apoio à modelagem de negócios, participação em atividades de capacitação e programas de acesso ao mercado.

O coordenador-geral de Serviços e Programas de Computador do MCTI, José Henrique Dieguez, ressaltou a importância do desenvolvimento de itens físicos de computação para a nova etapa do programa. "Nós já temos empresas de *hardware* sendo beneficiadas e aceleradoras com 'pegada' de *hardware*, mas queremos dar apoio integral a partir de agora", apontou. "Trabalhar com *hardware* significa dizer que você tem etapas mais complexas e que demoram mais e necessitam de mais investimento por conta disso."

A segunda iniciativa prevê apoio adicional às *Start-Ups* de *hardware*. O auxílio complementa necessidades de PD&I e engenharia, tais como prototipagem, desenvolvimento de pré-produtos e testes – atividades reconhecidamente mais densas e complexas, que geralmente exigem mais tempo de maturação.

Já a terceira vertente estimula o surgimento de empreendedores em tecnologias da informação e comunicação (TICs), por meio do apoio a ações de concepção, em conjunto com incubadoras de empresas. A linha deve oferecer atividades como competições locais e testes de conceito.

START UP brasil

Start-Up Brasil

Criado pelo MCTI, o *Start-Up* Brasil é um programa do governo federal com gestão operacional da Softex, que busca agregar um conjunto de atores e instituições em favor do empreendedorismo de base tecnológica. As chamadas nacionais e internacionais ocorrem pelo CNPq e pela Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex-Brasil), respectivamente.

Siga as ações do Ministério e as contribuições da ciência e da tecnologia para o desenvolvimento do Brasil. Acesse nosso *site* e nossas páginas nas redes sociais.

twitter.com/MCTI facebook.com/SintonizeMCTI www.mcti.gov.br

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

GOVERNO FEDERAL BRASIL PÁTRIA EDUCADORA

sumário

337 | JUNHO 2016

CH ON-LINE 5

O LEITOR PERGUNTA 6 — Fora os laticínios, quais são os alimentos que contêm cálcio e que também permitem a absorção rápida do mineral pelo organismo? | Se toda matéria tem massa, e toda massa tem gravidade, toda gravidade tem matéria? | Por que o bicho-preguiça não se extinguiu por seleção natural, sendo ele um animal tão lento e, portanto, alvo fácil para os seus predadores?

ENTREVISTA 8 — MICHAEL FRITSCH | DOIS PAÍSES EM UM | Economista alemão fala sobre como o processo de unificação de seu país impactou no sistema de C&T

MUNDO DE CIÊNCIA 12

A PROPÓSITO 19 — A GORDURA E A EVOLUÇÃO | Gordura pode ter contribuído para manter as atividades cerebrais em humanos

TERREMOTOS AZUIS **20** — Apesar de infrequentes, tremores podem acontecer no mar brasileiros com magnitudes expressivas. Como a base de nossos recursos petrolíferos está no oceano, não se pode desprezar esse perigo potencial.
Por José Alberto Vivas Veloso

A DESTRUIÇÃO QUE NINGUÉM VÊ **26** — A perda de ecossistemas naturais é uma das maiores causas de emissões de gases-estufa no mundo; mas muito menos conhecidos são os efeitos da degradação de áreas ainda ocupadas por sua vegetação natural. Essa degradação pode gerar enormes emissões de carbono.
Por Erika Berenguer, Joice Ferreira, Toby Alan Gardner e Jos Barlow

EDUCAÇÃO E TRABALHO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO BRASIL **30** — Atividades em ciência, tecnologia, engenharia e matemática ocupam uma parte pequena da força de trabalho qualificada. Como mudar a situação para ter um real desenvolvimento da economia no país?
Por Simon Schwartzman

DIÁLOGO E MOBILIZAÇÃO NO CONTROLE DA MALÁRIA **36** — Grave problema de saúde pública no mundo, a malária ocorre no Brasil fundamentalmente na Amazônia. Estudos e ações específicas em uma comunidade da região mostram que definir medidas adequadas de prevenção favorece a redução do número de casos.
Por Claudio Eduardo de Azevedo e Silva, Olaf Malm, Sergio Augusto Coelho de Souza, Raimundo Nonato dos Santos, Marcio Rodrigues Miranda e Wanderley Rodrigues Bastos

LINHA DO TEMPO 41 — GERAÇÕES, ANALOGIAS E GOLPES | Analogias proclamadas durante os conflitos em torno do *impeachment* são improcedentes

PELO BRASIL 42

CRÍTICA 46 — PRÁTICA PERIGOSA | Filme *Um homem entre gigantes* conta a história do médico que relacionou o futebol americano a lesões cerebrais graves

CIDADE INTEIRA 49 — TERRA FÉRTIL | Ideias para pensar a ocupação de nosso território

FORA DO QUADRO 50 — TERREMOTOS NO BRASIL | Por que é importante entender os abalos sísmicos que ocorrem no país?

52 — MALÁRIA, LACTASE E ADAPTAÇÕES | Como a espécie humana sofre a ação da seleção natural

ENSAIO 54 — ACELERADOR GALÁCTICO | Centro da Via Láctea pode ser a fonte que impulsiona partículas ultraenergéticas

OPINIÃO 56 — DIREITOS HUMANOS NA ESCOLA: UTOPIA OU POSSIBILIDADE? | Educação no tema propõe mudança radical e compromisso dos envolvidos

RESENHA 58 — A OITAVA LIÇÃO | Resenha do livro *Sete breves lições de física*, de Carlo Rovelli

MEMÓRIA 60 — O ANO MIRACULOSO DE NEWTON | Há 350 anos, eram apresentados resultados que mudariam os rumos da física e da matemática

CARTAS 62

QUAL O PROBLEMA 63 — UM PASSO PARA LÁ... | 'Dança' ou triângulo de Pascal ajuda a resolver problemas de contagem

SOBRE HUMANOS 64 — INTERINIDADE E PERMANÊNCIA | Sobre situações provisórias e ações perenes

COLUNAS | GALERIA | ENTREVISTA | VÍDEO

FOTO ALEXANDER KELLNER

PALEONTOLOGIA > Verão abaixo de zero

O colunista Alexander Kellner retornou, com seus colegas, de uma expedição à Antártida, que se tornou o maior acampamento já realizado pelo Brasil naquela região. Nesta e nas próximas colunas, ele relata a aventura no continente gelado, dos preparativos à viagem de volta.

> http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/cacadores-de-fosseis/verao-abaixo-de-zero

FOTO FERNANDA MUNIZ BEZ BIROLO / EMBRAPA SEMIÁRIDO

NOTÍCIAS > http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2016/04/riqueza-no-sertao

PECUÁRIA > Riqueza no sertão >

A aparente infertilidade do semiárido nordestino esconde uma grande biodiversidade vegetal. Entre as utilidades da flora local está o uso de espécies nativas para alimentação de gado.

FOTO KOOMMIT/FLICKR CC BY 2.0

COLUNAS > http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/palavreado/dialogo-de-surdos

LINGUÍSTICA > Diálogo de surdos >

Quando duas partes discordantes conversam, qual a chance de se entenderem? Sírio Possenti aborda a interincompreensão regrada de Dominique Maingueneau e comenta como a situação política atua sob essa perspectiva.

BÚSSOLA > http://cienciahoje.uol.com.br/blogues/bussola/2016-1/03/estrelando-araras-azuis-de-lear

CINEMA > Estrelando: araras-azuis-de-lear >

Biólogos planejam documentário sobre a espécie, típica da caatinga brasileira e ameaçada pela perda de hábitat e pelo tráfico ilegal.

FOTO JOÃO MARCOS ROSA

FOTO LARS PLOUGMANN/FLICKR CC BY 2.0

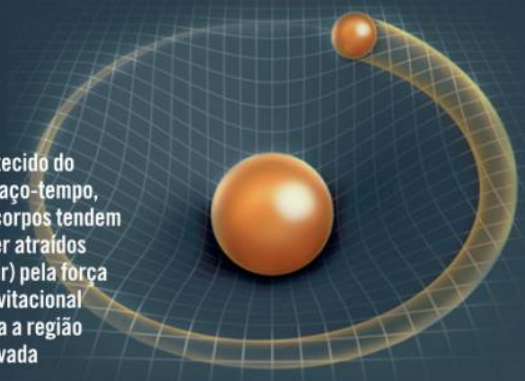
COLUNAS > http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/terra-em-transe/berco-esplendido-da-biotecnologia

ECOLOGIA > Berço esplêndido da biotecnologia >

Em meio à confusão política, Câmara dos Deputados aprova leis que favorecem as indústrias biotecnoagroquímicas. A coluna 'Planeta em transe' discute a relação de outros países com os alimentos geneticamente modificados, comparando-a à realidade brasileira.

VINÍCIUS BERSANO, POR CORREIO ELETRÔNICO

Se toda matéria tem massa, e toda massa tem gravidade, toda gravidade tem matéria?



No tecido do espaço-tempo, os corpos tendem a ser atraídos (cair) pela força gravitacional para a região curvada

A GRAVIDADE É UMA DAS FORÇAS fundamentais da natureza e, junto com a força nuclear forte (que mantém coeso o núcleo atômico), a força nuclear fraca (responsável pelo decaimento radioativo) e a força eletromagnética (que dá estabilidade à matéria, possibilitando a formação de átomos e moléculas), permite a existência do universo como o conhecemos. A gravidade é responsável por manter a matéria coesa em grandes escalas, formando planetas, estrelas e galáxias.

Normalmente, associamos a gravidade à presença de matéria. Foi assim que ela foi introduzida pelo físico inglês Isaac Newton (1647-1727) no século 17. Para Newton, a intensidade da força gravitacional dependia do produto entre as massas dos corpos e era inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separa. Foi assim que Newton explicou o movimento dos corpos celestes e a queda dos corpos aqui na Terra. Ele mostrou que se tratava de uma força universal e de alcance infinito.

Em 1915, o físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955), ao estender a sua teoria da relatividade restrita, proposta por ele em 1905, para corpos em movimento acelerado, constatou que era necessário formular uma nova teoria da gravitação, que ele chamou de teoria da relatividade geral.

Einstein concebeu o universo como uma estrutura quadridimensional – em que a quarta dimensão é o tempo –, cuja forma é 'torcida' pela presença e pelo movimento de massa e energia. Ele propôs que a força gravitacional está associada à curvatura desse 'tecido' do espaço-tempo, que é afetada pela matéria e energia.

A força da gravidade atuaria de maneira análoga a colocarmos um peso sobre um lençol esticado, deixando um objeto próximo à região com curvatura. A tendência é que o objeto 'escorregue' para dentro da região curvada (figura).

As previsões de Einstein puderam ser comprovadas a partir da observação de um eclipse total do Sol, em 1919, em Sobral (CE). Na oportunidade, pôde ser observado um desvio na trajetória de luz das estrelas provocado pelo campo gravitacional do Sol. Inúmeros experimentos mostraram que as ideias de Einstein estavam corretas, como a recente observação das ondas gravitacionais (ver 'Ondas gravitacionais: primeira detecção direta' e 'Ondas gravitacionais: as origens', em *CH* 334).

A gravidade é a única força fundamental que atua em tudo o que existe, e não é uma propriedade da matéria, mas, sim, o efeito que a matéria e a energia provocam no espaço-tempo.

Adilson de Oliveira
DEPARTAMENTO DE FÍSICA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (SP)

A. ESTHER ARAMBURU,
POR CORREIO ELETRÔNICO

Fora os laticínios, quais são os alimentos que contêm cálcio e que também permitem a absorção rápida do mineral pelo organismo?

O LEITE E SEUS DERIVADOS (laticínios) são as fontes principais de cálcio de nossa dieta. Isso significa que, além de serem alimentos com um teor elevado de cálcio, o aproveitamento desse mineral pelo nosso organismo – desde a absorção pelo intestino até sua utilização pelas células – é elevado (alta biodisponibilidade).

E, no que diz respeito à escolha de alimentos ricos em cálcio, o fator mais importante é a sua biodisponibilidade no alimento. No caso específico dos laticínios, as proteínas do leite e a lactose facilitam a entrada de cálcio nas células do intestino e o transporte para o sangue. De forma geral, alimentos de origem animal são as fontes mais biodisponíveis. Além do leite e derivados, as carnes, incluindo peixes como sardinha, são fontes apropriadas de cálcio.

Existem alimentos vegetais que contêm uma quantidade de cálcio comparável à quantidade encontrada no leite. Um exemplo é o espinafre. A quantidade de cálcio em 100 ml de leite é em torno de 100 mg. A mesma quantidade é encontrada em 100 g de espinafre. Por outro lado, a biodisponibilidade de cálcio no espinafre é muito baixa. Isso se deve ao fato de o espinafre conter teor elevado de oxalato – um sal que tem alta capacidade de se ligar ao cálcio, formando oxalato de cálcio. No intestino, o oxalato de cálcio não é absorvido e é eliminado nas fezes. O oxalato é considerado um fator antinutricional, uma vez que diminui o uso, pelo nosso organismo, do cálcio presente no alimento.

Entretanto, existem outros alimentos vegetais que contêm uma quantidade razoável de cálcio (em torno de 40 mg por

RICARDO GONÇALVES SOUTO, SALVADOR/BA

Por que o bicho-preguiça não se extinguiu por seleção natural, sendo ele um animal tão lento e, portanto, alvo fácil para os seus predadores?

FOTO PIXABAY / DOMÍNIO PÚBLICO

A PERGUNTA É BEM INTERESSANTE e permite discutir alguns pontos. A seleção natural não é um processo que necessariamente leva à extinção das espécies. Na verdade, ela busca explicar a mudança na frequência de determinadas características dentro de uma população. Ou seja, mais do que levar à extinção de uma espécie, a seleção natural fará com que a proporção de atributos que refletem uma melhor adaptação ao meio aumente em uma população.

A extinção de uma espécie ocorrerá, portanto, caso uma população não tenha indivíduos com atributos mínimos para garantir sua permanência frente às diversas imposições do ambiente. Certamente, a predação é uma dessas imposições, mas não a única. Assim, a seleção natural reflete o balanço geral de todas as variáveis que afetam a sobrevivência e reprodução dos organismos.

De qualquer maneira, predar um bicho-preguiça pode não ser tão fácil quanto parece. Pelo menos, não para seus predadores naturais, como a onça-pintada e o gavião-real. O bicho-preguiça passa a maior parte do dia dormindo no alto das árvores e desce apenas para 'usar o banheiro'. Além de seus movimentos lentos, a coloração de seus pelos ajuda bastante na sua camuflagem nas matas.

Um predador poderia, assim, se distrair facilmente com outras presas mais ativas na mata, como um macaco, uma anta ou um gambá. Nesse sentido, um bicho-preguiça pode ser 'lento' o suficiente para se tornar imperceptível por seus predadores. A seleção natural atuaria, portanto, em duas vias: selecionando as populações de predadores cada vez mais 'espertas', assim como as populações de preguiças mais 'disfarçadas' no meio.

Caso um bicho-preguiça seja capturado por um de seus predadores, ele também poderá tentar usar suas garras para se defender; apesar de elas serem usadas, principalmente, para se pendurar nos galhos das árvores.

Vale lembrar, porém, que muitas preguiças foram extintas ou estão em risco de extinção pela ação do homem, sua principal ameaça atualmente. De acordo com a lista de espécies ameaçadas de extinção produzida pelo Ministério do Meio Ambiente, a espécie *Bradypus torquatus* (preguiça-de-coleira) é considerada "vulnerável à extinção".

Aliny P. F. Pires
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

100 g de alimento) e com biodisponibilidade alta. Exemplos desses alimentos são os da família Brassicaceae, que inclui couve, couve-flor, brócolis, repolho, mostarda. Eles detêm baixa quantidade de fatores antinutricionais e, portanto, nosso organismo é capaz de aproveitar o cálcio presente neles.

A quantidade de cálcio que adultos saudáveis (de até 50 anos de idade) precisam ingerir por dia é 1 grama. Portanto, com relação às fontes alimentares de cálcio, adotar uma dieta diversificada, com alimentos de origem animal e vegetal, é muito importante para a promoção e manutenção de nossa saúde.

FOTO PIXABAY / DOMÍNIO PÚBLICO

Tatiana El-Bacha
INSTITUTO DE NUTRIÇÃO,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

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

MICHAEL FRITSCH

DOIS PAÍSES EM UM

Desde a reunificação pela qual passou em 1990, a Alemanha enfrenta os desafios de integrar realidades muito distintas num mesmo sistema: de um lado, a porção oriental, ex-socialista; de outro, a ocidental, que já funcionava de acordo com os princípios da economia de mercado. Uni-las em um país coeso exige políticas e estratégias muito específicas, o que inclui, é claro, o setor de ciência e tecnologia, responsável por produzir o conhecimento do qual as empresas do país precisam para inovar.

Em entrevista à *CH*, o economista Michael Fritsch, professor de dinâmica de negócios, inovação e mudança econômica da Universidade Friedrich-Schiller, em Jena (Alemanha), conta como foi a incorporação da ex-República Democrática Alemã à lógica da economia de mercado e enumera dificuldades e estratégias de sucesso no desenvolvimento de políticas públicas para fomentar a pesquisa e a inovação nessa parte do país.

CATARINA CHAGAS * | INSTITUTO CIÊNCIA HOJE | RJ

(*) A jornalista viajou para Jena a convite do Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico (DAAD)

FOTO: HOME AUFLÖSUNG

No final da República Democrática Alemã (GDR), em 1989, a economia da Alemanha Oriental era muito ineficiente se comparada à porção ocidental do país. Então, imagino que houvesse muito a fazer em termos de reduzir as disparidades entre as duas partes da Alemanha. Como o governo alemão decidiu por onde começar? Quais foram as primeiras metas traçadas? Uma das principais razões para a ineficiência da Alemanha Oriental era, obviamente, o sistema do tipo socialista. Isso foi radicalmente mudado quase de um dia para o outro no curso da unificação do país, quando foi introduzido um sistema de economia de mercado. Com a unificação da Alemanha, a parte Oriental virou membro da União Europeia e, assim, tornou-se automaticamente elegível para políticas regionais de apoio. Um instrumento fundamental da política de desenvolvimento regional da época eram subsídios generosos que permitiram às empresas da Alemanha Oriental substituir sua maquinaria desatualizada por equipamentos modernos.

No entanto, as razões da baixa produtividade econômica da Alemanha Oriental eram complexas, e os

A PESQUISA REALIZADA POR INSTITUIÇÕES PÚBLICAS NO SISTEMA SOCIALISTA DA ALEMANHA ORIENTAL SEGUIA UMA ABORDAGEM BUROCRÁTICA E INEFICIENTE. A MAIOR PARTE DA PESQUISA BÁSICA ERA REALIZADA NOS GRANDES INSTITUTOS DAS ACADEMIAS DE CIÊNCIA, QUE FORNECIAM SEUS RESULTADOS A EMPRESAS GOVERNAMENTAIS, MAS INTERAGIAM MUITO POUCO COM ELAS

equipamentos modernos não eram suficientes para alcançar o nível de produtividade da Alemanha Ocidental. As empresas da porção oriental tiveram não apenas que mudar radicalmente seus processos produtivos, mas também introduzir novos produtos e encontrar consumidores para eles. Isso requereu novas qualificações e novos métodos administrativos. A qualificação básica da força de trabalho dessa parte do país não foi um gargalo importante para esse crescimento, embora carecessem de experiência no trabalho com equipamentos modernos. Mais importante do que isso foi a falta de administradores com experiência num sistema econômico de mercado.

Quais foram os maiores desafios já superados pela Alemanha Oriental nas últimas décadas? Administrar as inovações radicais que foram necessárias e o modo de agir para conseguir sucesso em um mercado econômico do tipo ocidental foram os maiores desafios. O que fez isso particularmente difícil foi o alto nível de turbulência durante os primeiros anos do processo de transformação da Alemanha Oriental. Muitas empresas governamentais e parceiros nos antigos países socialistas desapareceram do cenário e o sistema público de pesquisa mudou completamente. Assim, as empresas tiveram que estabelecer novas reações não apenas com clientes e fornecedores, mas também com todos os outros tipos de atores relevantes. Além disso, o sistema de administração pública foi completamente reorganizado e todo mundo teve que aprender as novas regras do jogo Felizmente, a base de conhecimento na Alemanha Oriental era boa, ainda que fossem necessárias muitas atualizações para alcançar os novos padrões.

Poderia falar um pouco sobre a ideia de estabelecer um sistema regional de inovação e como ele funciona? Os processos de inovação nas empresas são caracterizados pela divisão de trabalho com fornecedores, consumidores, concorrentes e instituições públicas de pesquisa. Esses processos, que envolvem transferência de conhecimento e aprendizagem coletiva, são parte de sua conjuntura regional. Então, as regiões podem ser consideradas sistemas de inovação caracterizados por um conhecimento de base específico moldado por tradições e experiências, e isso se manifesta nos produtos das empresas locais e na qualificação da força de trabalho correspondente. As principais vias de promoção do desenvolvimento de sistemas de inovação regionais são melhorar a qualificação da força de trabalho e estimular relações de cooperação entre as empresas. Universidades e outras instituições públicas de pesquisa podem assumir um papel fundamental nesse processo.

A política de inovação na Alemanha Oriental conseguiu estimular processos de inovação regional em pelo menos dois aspectos. Primeiro, construíram uma rica infraestrutura de instituições de pesquisa públicas. Depois, houve muitas iniciativas que tentaram estimular a cooperação e a transferência de tecnologia entre as empresas, assim como entre empresas privadas e a pesquisa pública.

Depois de 1989, todo o cenário da pesquisa pública na Alemanha Oriental mudou. Isso incluiu o fim de algumas instituições de pesquisa e a criação de outras, sobretudo institutos extrauniversidades, como o Max Planck, o Fraunhofer e o Leibniz. Por que isso foi importante e qual é hoje o papel dessas instituições de pesquisa? A pesquisa realizada por instituições públicas no sistema socialista da Alemanha oriental seguia uma abordagem burocrática e ineficiente. A maior parte da pesquisa básica era realizada nos grandes institutos das academias de ciência, que forneciam seus resultados a empresas governamentais, mas interagiam muito pouco com elas. No momento da reunificação do país, parte considerável das pesquisas das academias de ciência não era atualizada de acordo com padrões internacionais. Houve uma decisão política de integrar as partes mais promissoras dessas academias ao sistema já bem estabelecido da Alemanha Ocidental, que contava com orga- >>>

nizações de pesquisa fora das universidades (institutos das sociedades Max Planck, Fraunhofer e Leibniz), e fechar o resto. Hoje, a Alemanha Oriental é bem equipada com institutos públicos de pesquisa que constituem um elemento importante de seu sistema de inovação.

Os institutos das universidades foram avaliados e reorganizados de acordo com o modelo da Alemanha Ocidental. Nas ciências naturais e engenharias, boa parte do pessoal permaneceu em suas posições. Já os institutos universitários de ciências sociais e econômicas foram, em sua maioria, fechados, porque suas atividades eram fortemente moldadas pelas ideologias comunistas. Muitos desses institutos foram depois recriados e equipados com novos profissionais do Ocidente.

Parte da transformação no setor de pesquisa e desenvolvimento foi a privatização de empresas socialistas pela agência Treuhand. Por que essa estratégia falhou? A missão da agência Treuhand era privatizar empresas governamentais socialistas. Isso significava vendê-las a investidores privados ou – no caso de empresas que haviam sido expropriadas pelo regime socialista – transferi-las de volta aos seus donos originais. Em parte, foi preciso dividir grandes conglomerados em unidades menores e fechar as partes que não pareciam viáveis economicamente e, por isso, não conseguiram investidores privados.

Dada a enorme pressão sobre a Treuhand, podemos dizer que ela fez um trabalho bom, no fim das contas. Claro que houve erros e a agência tornou-se impopular entre os alemães da região, que a culpavam pelo grande número de demissões no curso da privatização – após alguns anos, o número de vagas nas empresas privatizadas pela Treuhand representava apenas uma pequena parte do total que existia anteriormente. Mas, em termos da dinâmica econômica e de empregos, foram mais relevantes os inúmeros novos negócios que se estabeleceram depois do colapso do estado socialista e do estabelecimento de um contexto mais favorável ao empreendedorismo.

O senhor mencionou que o empreendedorismo na Alemanha Oriental possibilitou o surgimento de muitas *start-ups*. Qual é o papel dessas novas empresas no atual sistema de pesquisa e desenvolvimento? Hoje, as vagas de emprego nos resquícios de antigas empresas governamentais representam uma parcela muito pequena. A maior parte dos empregos e atividades de inovação está em empresas que foram fundadas durante o processo de transformação. Um exemplo positivo desse processo de reestruturação é a indústria óptica na região de Jena. Nos tempos da República Democrática Alemã, Jena era dominada pela companhia Carl-Zeiss, famosa mundialmente pela alta qualidade de seus equipamentos ópticos. Depois da unificação, as vagas nessa empresa foram reduzidas de cerca de 30 mil pessoas para menos de 5 mil, por causa das reorganizações e reorientações necessárias. Muitos ex-funcionários da Carl-Zeiss fundaram negócios próprios. Hoje, Jena é um dos polos mundiais da indústria óptica, com mais de 100 empresas. E o mais importante para esse desfecho tão positivo foram o forte conhecimento de base regional e o espírito empreendedor desses profissionais!

O senhor publicou um artigo no qual afirmava que se passaram cerca de 15 anos até que os níveis de trabalho autônomo na Alemanha Oriental alcançassem os da Alemanha Ocidental. Apesar desse alcance, encontramos várias peculiaridades no cenário do trabalho autônomo da Alemanha Oriental que parecem ser um legado do período socialista. Poderia explicar melhor? Este é um dado realmente empolgante! Comparamos níveis regionais de formação de novos negócios e trabalho autônomo hoje com os níveis regionais de trabalho autônomo em 1925 e encontramos uma correspondência significativa. Por exemplo, as regiões que tinham altos níveis de trabalho autônomo em 1925 tenderam a apresentar relativamente mais *start-ups* depois da unificação alemã e conseguiram lidar com os desafios da transformação relativamente bem. Dadas as graves rupturas pelas quais a Alemanha Oriental passou entre 1925 e hoje – a devastadora Segunda Guerra Mundial, a ocupação pelo exército russo e 40 anos de um regime socialista que tentou extinguir as empresas privadas –, ficamos bem surpresos ao encontrar esse alto grau de persistência regional. Acreditamos que essa persistência indica a presença de uma tradição regional e de uma 'cultura' de empreendedorismo que pode ser considerada uma característica própria da população local.

Em nossa análise também pudemos mostrar que uma cultura regional de empreendedorismo tem um efeito positivo significativo sobre o crescimento dos empregos hoje, mais de 80 anos depois. De fato, as regiões da Alemanha Oriental com uma tradição histórica de empreendedorismo têm sido mais bem-sucedidas ao lidar com os desafios da transformação do socialismo para a economia de mercado ocidental.

Atualmente, a Alemanha Oriental já tem estabelecida uma parceria de sucesso entre os setores público e privado para fomentar a pesquisa e o desenvolvimento (algo ainda muito incipiente no Brasil). Como essa parceria evoluiu e quais são os desafios da relação público-privado? Comparada a outros países, a cooperação entre pesquisa pública e empresas privadas na Alemanha pode parecer realmente intensiva. Na Alemanha, acreditamos que os conhecimentos transferidos das instituições públicas de pesquisa para o setor privado podem ser ainda consideravelmente aperfeiçoados. O principal problema aqui é estabelecer contatos pessoais e relações confiáveis entre os atores. A Alemanha Oriental pode ser con-

UMA VANTAGEM DA ALEMANHA SOBRE MUITOS OUTROS PAÍSES É A TRADIÇÃO DE UM SISTEMA PÚBLICO FEDERAL QUE DEU ORIGEM A ESTRUTURAS ESPACIALMENTE DESCENTRALIZADAS. NÃO EXISTE APENAS UM CENTRO, UMA CAPITAL ONDE TODAS AS COISAS IMPORTANTES ACONTECEM

siderada um laboratório para programas que tentam estimular a formação de redes de inovação regionais, que incluem institutos públicos de pesquisa.

Um aspecto interessante de muitos programas que tentam estimular essas redes de inovação é que eles incluem um elemento de competição. Atores são convidados a submeter ideias para a organização coletiva das atividades de inovação, e as ideias mais promissoras são então apoiadas. Esses programas tendem a ter grande impacto na motivação dos atores para desenvolver ideias, e melhorar sua relação com outros atores pode ser relevante para suas atividades de inovação.

A Alemanha Oriental ainda é uma região muito heterogênea, com polos de excelência (como Berlim, Dresden e Jena) cercados por regiões menos desenvolvidas. Como esses polos podem promover o desenvolvimento da região como um todo? Esses polos de atividades de inovação podem ser encontrados em todos os países. Pense, por exemplo, nos Estados Unidos, com a concentração de atividades de inovação no vale do Silício, na região de Boston e no 'Triângulo de Pesquisa'. Espera-se que esses polos sejam um exemplo para outras regiões e, nesse sentido, estimulem as atividades de inovação em uma escala mais ampla no longo prazo.

Apesar das conquistas recentes, a economia e o setor de pesquisa e desenvolvimento na Alemanha Oriental ainda estão atrás do cenário da porção ocidental do país. Existe alguma atividade ou setor em que a parte oriental seja, na verdade, mais avançada que a ocidental? Quais seriam? A desvantagem da Alemanha Oriental com relação à Ocidental é verdadeira em termos de valores médios dos indicadores. Mas o cenário de inovação é heterogêneo nas duas partes do país. Atividades de inovação nos já mencionados polos da Alemanha Oriental, como Berlim, Dresden e Jena, estão acima da média da Alemanha Ocidental. Na minha visão, as principais razões para essa excelência são um forte conhecimento de base e o espírito empreendedor da população. A presença de universidades e outros institutos públicos de pesquisa também ajuda, mas acredito que conhecimento e empreendedorismo são a chave.

Como a Alemanha Ocidental se beneficiou das mudanças ocorridas na porção oriental do país nas últimas décadas? Obviamente, houve transferências consideráveis de recursos da porção ocidental para a oriental, de modo a apoiar a transformação da economia na segunda. No longo prazo, porém, a Alemanha Ocidental vai obter os grandes benefícios das economias de grande porte, por exemplo, com a formação de maiores polos de conhecimento, ideias e talentos no país unificado.

O senhor costuma dizer que a Alemanha, de tão heterogênea, permite "uma comparação internacional dentro de um mesmo país". Quando, a seu ver, a Alemanha será capaz de homogeneizar seu cenário de pesquisa e desenvolvimento? Processos de desenvolvimento regional, em particular mudanças em trajetórias de crescimento regional, exigem longos períodos de tempo. Não há soluções rápidas disponíveis! Pense no vale do Silício, que precisou de várias décadas para tornar-se a região inovadora que é hoje. Muito já foi alcançado na Alemanha Oriental nesses anos após a unificação do país (isso fica particularmente claro ao comparar a Alemanha Oriental com outros países antes socialistas da Europa central e oriental). As lacunas já foram reduzidas consideravelmente e, esperamos, muitas outras serão preenchidas. Mas isso levará tempo. Qualquer estimativa de prazo seria especulação.

O que outros países podem aprender com a Alemanha em termos da superação das diferenças regionais e da promoção da pesquisa? Uma vantagem da Alemanha sobre muitos outros países é a tradição de um sistema público federal que deu origem a estruturas espacialmente descentralizadas. Não existe apenas um centro, uma capital onde todas as coisas importantes acontecem. Uma coisa que pode ser aprendida com o exemplo alemão é que as regiões e os sistemas de inovação regionais são importantes. Como consequência, parte considerável das políticas de inovação deve ser específica para as regiões. Outra coisa que pode ser aprendida são os programas que mencionamos acima, que incluem concursos de ideias de como organizar atividades de inovação em rede com vários atores. CH

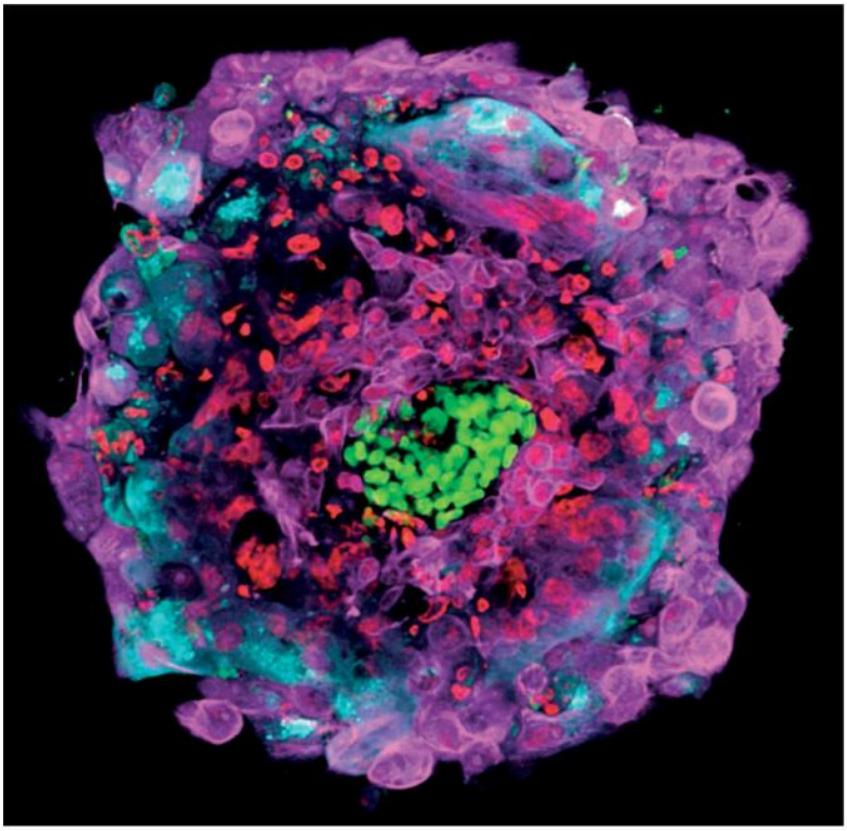
DESTAQUE > BIOLOGIA > **EXPERIMENTO LEVADO AO LIMITE DA LEI PODE EXPLICAR FALHA NA GRAVIDEZ E DEFEITOS DE NASCIMENTO**

Embriões de fronteira

Pesquisadores desenvolveram um embrião humano até o 13º dia, um a menos do que o tempo permitido pela lei de vários países – inclusive as dos Estados Unidos e do Reino Unido, onde os experimentos foram feitos. Ao resvalar esse limite, chegaram a evidências que poderão ajudar a entender o aborto espontâneo e defeitos de nascimento. E se defrontaram também com mistérios.

Ao conseguir fazer que embriões se desenvolvam tanto tempo assim, a equipe de Ali Brivanlou, da Universidade Rockefeller (EUA), e Magdalena Zernicka-Goetz, da Universidade de Cambridge (Reino Unido), encontrou um grupo de células que apareceu no 10º dia e desapareceu 48 horas depois.

A equipe desconfia que seja um órgão transiente eliminado ao longo da evolução – mais ou menos como nossa 'cauda ancestral'. Naquela etapa do desenvolvimento, esse 'órgão fantasma' responderia, segundo os pesquisadores, por cerca de 5% a 10% das células do embrião. A natureza dessa estrutura permanece misteriosa – e, quase certamente, será tema de estudos posteriores.



GIST CROFT / ALESSIA DEGLINCERTI / ALI H. BRIVANLOU, THE ROCKEFELLER UNIVERSITY

Embrião humano com 12 dias, no qual se podem ver diferentes tipos de células, inclusive aquelas que darão origem ao feto (verdes)

Além disso, o estudo 'quase em tempo real' da entrada em ação (ou, tecnicamente, expressão) dos genes revelou que há grandes diferenças entre nosso desenvolvimento embrionário e o de roedores – estes últimos muito usados em pesquisa médica para entender doenças humanas.

RECORDE ANTERIOR O recorde anterior era de nove dias. O que já deve ser considerado um feito e tanto, pois, depois do 7º dia, quando o embrião se implanta na parede do útero, ele passa a necessitar das condições do ambiente uterino, o que é muito difícil de reproduzir em laboratório – até porque detalhes desse ambiente ainda são desconhecidos.

Pode parecer que quatro dias a mais é pouco se comparados aos nove meses de gravidez. No entanto, quando se trata de evolução embrionária humana, cada hora conta.

Por que 14 dias? Cerca de uma dúzia de países no mundo adotam esse limite, ou por lei, ou como diretriz, porque é o momento em que as células embrionárias começam a formar camadas para dar origem aos órgãos. Mais: segundo cientistas, esse é o momento no qual embriões se dividem para gerar gêmeos. E, do ponto de vista ético, defendem especialistas em bioética, começa aí a criação de indivíduos.

O diferencial da equipe de pesquisadores é ter criado o 'berço' no qual os embriões puderam crescer por tanto tempo: um gel enriquecido com oxigênio, desenvolvido pela equipe de Zernicka-Goetz. A técnica em si parece ser tão importante quanto as descobertas feitas com ela. E, tudo indica, simularia o ambiente uterino para permitir o desenvolvimento dos embriões para além de duas semanas – os pesquisadores interromperam os experimentos no 13º dia.

Em geral, embriões são desenvolvidos ao longo de poucos dias em laboratório com o auxílio de células maternas. Mas, depois de

duas semanas, é preciso um coquetel (ainda desconhecido) de hormônios e um ambiente tridimensional – ou seja, diferente daquele 'plano' das placas usadas para cultura de células em laboratório.

Até esse momento, a ciência sabe muito mais sobre a evolução embrionária de outros animais do que a de humanos. Portanto, estudar etapas avançadas do desenvolvimento embrionário humano é crucial para entender defeitos genéticos, doenças, formação de órgãos etc.

Cerca da metade dos embriões implantados no útero humano não vinga. É uma taxa relativamente alta, e o motivo para tal é desconhecido por especialistas em fertilização artificial. A técnica e os resultados já estão sendo usados para entender a viabilidade de embriões criados por fertilização *in vitro*.

Os resultados das duas equipes – os quais estão em *Nature (12/05/16) e Nature Cell Biology* (04/05/16 *on-line*) – reforçam uma dedução quase óbvia: modelos animais não são idênticos aos humanos. Por exemplo, as células que dão origem ao feto e ao saco vitelino (ou vesícula vitelina) se diferenciam mais tarde em humanos. Na explicação quase tautológica de Zernicka-Goetz para a revista *Science* (06/05/16), "temos que estudar embriões humanos para entender os embriões humanos".

PERGUNTAS DE FRONTEIRA Um desdobramento importante desses resultados é que eles devem ajudar pesquisadores que tentam obter, em laboratório, estruturas que se assemelham a embriões humanos, mas formadas por células-tronco, ou seja, aquelas que, em tese, podem se transformar em qualquer tecido do organismo. Essas estruturas poderiam ser usadas para estudar defeitos em fetos e doenças, entre tantos outros temas, sem as questões éticas que envolvem o crescimento de embriões humanos.

Note o verbo no condicional do último trecho acima: 'poderiam'.

A 'lei (ou diretriz)' do 14º dia surgiu em 1979. Foi um instrumento de política científica para permitir a pesquisa com embriões humanos. Portanto, fez esse tema prosperar. Mas, com os avanços recentes, surgem perguntas: caso essas estruturas com células-tronco sejam produzidas em laboratório, continuaria a valer o limite de duas semanas? Que problemas éticos – se é que eles existiriam – poderiam impedir esse procedimento? A lei deveria se adaptar ao avanço da ciência?

Isso só reforça a importância e qualidade dos resultados de Brivanlou e Zernicka-Goetz: eles avançam não só as fronteiras da ciência, mas também as da bioética.

ZOOLOGIA

LINGUAGEM DOS GOLFINHOS

'Somos espertos o suficiente para saber quão espertos são os animais.' Essa é uma possível tradução do título do recém-lançado livro do conceituado primatologista holandês Frans de Waal. E essas palavras dão bem o tom de um resultado recente que indica a possibilidade de outros animais – além do *H. sapiens* – terem linguagem.

Há quem tenha solavancos de indignação só com a menção de que animais não humanos possam ter linguagem – definida nos termos que nós a empregamos. Para muitos linguistas, trata-se apenas de 'comunicação'. Mas há filósofos que defedem que, sim, alguns animais não humanos são dotados de linguagem – e o que estes últimos não teriam é a escrita.

A equipe de Holli Eskelinen, do Dolphins Plus, instituto de pesquisa na Flórida (EUA), acaba de publicar, no periódico *Animal cognition* (29/03/16 *on-line*), evidências de que golfinhos têm um tipo de linguagem específica para resolver problemas, diferente de outras vocalizações.

O experimento, em essência, era simples, mas engenhoso: um cilindro, cheio de comida, com uma 'corda' em cada extremidade, que só podia ser aberto com a colaboração de dois golfinhos – cada um deles puxando uma ponta. >>>

Holli Eskelinen, líder da equipe que mostrou que os golfinhos têm uma vocalização específica para resolver problemas

FOTOS BRIAN SKERRY / NATIONAL GEOGRAPHIC

Dos seis golfinhos-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) que participaram do experimento, apenas dois deles, adultos, conseguiram realizar a tarefa. E isso em 30 segundos. Na verdade, um dos golfinhos conseguiu a proeza de abrir sozinho o cilindro, mas em um tempo muito maior.

Isso, por si só, já seria surpreendente – mesmo para golfinhos, conhecidos pela inteligência aguda. Mas o que chamou a atenção da equipe de pesquisadores foi o 'papo' que os dois golfinhos mantiveram na colaboração. Nas tentativas de abrir o cilindro, essas vocalizações – conhecidas como 'pulsos explosivos', audíveis para nós – foram mais intensas e frequentes do que as observadas nas interações sociais, quando esse tipo de som é mais comumente empregado por aqueles animais.

Segundo a equipe de pesquisadores, as vocalizações foram relativas à tarefa de abrir o cilindro e não à presença de outros golfinhos – por exemplo, quando um dos golfinhos conseguiu abrir o cilindro sozinho, não houve o aumento dessas vocalizações.

Obviamente, é cedo para dizer que as vocalizações podem ser consideradas um tipo de linguagem, algo além da comunicação. Os próprios autores, no título do artigo, referem-se – como manda a cautela da boa conduta científica – a um "comportamento acústico". Mas uma especialista ouvida pela revista *New Scientist* disse que os resultados indicam a possibilidade de uma "linguagem dos golfinhos" para a resolução de problemas.

Seria uma linguagem? Só o tempo e mais pesquisa podem responder afirmativamente (ou não) a essa questão (ver 'Três perguntas para Holli Eskelinen').

Vale aqui retomar o livro de Waal. Na obra, ele diz que os humanos eram ditos superiores a outras espécies por desenharem, usarem ferramentas, terem consciência de si mesmos, lidarem com o passado e futuro etc. O pesquisador – hoje, professor emérito da Universidade Emory (EUA) – enfatiza que, nas últimas décadas, cada um desses e tantos outros argumentos a favor de nossa 'superioridade' foram desmantelados pela pesquisa em cognição animal.

FOTOS BRIAN SKERRY / NATIONAL GEOGRAPHIC

Golfinhos colaborando para abrir o cilindro; à direita, eles comem o alimento que estava no artefato

TRÊS PERGUNTAS PARA HOLLI ESKELINEN

A senhora classificaria aqueles 'pulsos explosivos' [capturados durante a resolução da tarefa em equipe] como 'linguagem' ou, pelo menos, 'linguagem de golfinhos'? Não. Ainda não sabemos se golfinhos têm uma linguagem, como nós humanos a definimos. Tudo que podemos dizer até aqui é que observamos um aumento significativo nas vocalizações durante o período em que os dois golfinhos estavam interagindo. Não podemos dizer com certeza o que essas vocalizações significam, mas somos capazes de discernir que o aumento das vocalizações foi identificado quando os golfinhos estavam interagindo, ao mesmo tempo, com o aparato. O quadro geral é esse: agora, sabemos que as vocalizações podem ter um papel maior do que aquele que pensávamos nos eventos cooperativos.

Em que situação golfinhos usam a comunicação e o que sabemos sobre ela? A comunicação tem sido identificada em uma grande variedade de espécies com cérebros grandes (por exemplo, primatas e elefantes). Ela se dá por meio de vocalizações (chamados de alerta), postura corporal (exibições de ameaça) e olhares direcionados. No entanto, golfinhos têm a habilidade da ecolocalização, a qual, como os cientistas descobriram, tem um papel nas comunicações entre esses animais. Somado a outros tipos de som, golfinhos usam esse sentido para 'bisbilhotar' seus companheiros; mandar e receber informação; bem como navegar e diferenciar entre a flora e a fauna do ambiente. Em minha opinião, essa é uma das razões por que o público e os cientistas são tão fascinados pelos golfinhos: porque eles são únicos e, além disso, têm um comportamento e uma cognição semelhantes aos dos humanos (isto é, cuidar dos mais jovens; comunicarem-se; solucionar problemas etc.). Sinais acústicos são essenciais para os golfinhos-nariz-de-garrafa manterem contato com seus companheiros. Já foi sugerido [por artigos da década de 1990, por exemplo] que esses sinais (assovios, cliques, pulsos explosivos) transmitem informação sobre a localização dos indivíduos e motivações para ser reunirem. Apesar de sabermos que golfinhos se comunicam, estamos apenas 'arranhando' a superfície no que diz respeito a entender os componentes de cada um desses diferentes tipos de som e para que eles são usados (isto é, o contexto comportamental). Há uma literatura sólida

sobre o tema, [mas] muitos trabalhos precisam ser feitos para que entendamos as especificidades [desses sons] e se eles são complexos como acreditamos.

Se aquelas vocalizações são voltadas para a solução cooperativa de problemas, não seria possível capturar esse 'bate-papo' durante a caça em equipe, por exemplo? Até agora, pouca atenção foi dada aos pulsos explosivos como forma de comunicação. Imaginava-se que esses tipos de som fossem usados mais para receber informação (como é o caso da ecolocalização) do que transferir informação para os companheiros.

A coordenação de eventos complexos de caça com outros companheiros (isto é, criação de barreiras de 'lama' para cercar as presas; caça em bandos) depende provavelmente de comunicação (visual, acústica ou ambas). No entanto, esta é a primeira vez que podemos dizer, conclusivamente, que as vocalizações cresceram durante uma cooperação para a solução de um problema. Com base na literatura, tínhamos uma ideia geral dos contextos de cada uma das vocalizações (assovio, cliques, pulsos explosivos). Agora, [sabemos que elas foram usadas] durante uma tarefa cooperativa com uma população [de golfinhos].

MEDICINA

MENSTRUAÇÃO E CÂNCER

Mulheres jovens com períodos menstruais irregulares têm mais risco de desenvolver câncer de ovário ao longo da vida. Esse resultado está sendo alardeado como a primeira evidência a relacionar propriedades dos ciclos menstruais – e não a quantidade deles – com a doença.

Obtido com base no estudo de 15 mil mulheres, o resultado – relatado em reportagem de Lindsey Konkel, em *Science* (22/04/16) – contraria um 'dogma' da área: as chances de ocorrer um câncer de ovário aumentam com o número de ovulações – daí o fato de uma menor incidência dessa doença ser observada em mulheres que tiveram muitos filhos, que ligaram as trompas ou que tomam pílula anticoncepcional. Ou seja, naquelas que, em média, tiveram menos ciclos menstruais.

Os resultados de agora trazem um dado novo para a discussão: a periodicidade dos ciclos talvez seja mais importante do que o número deles ao longo da vida.

Do total daquelas 15 mil mulheres jovens, cerca de 13% alegaram, ainda no final da década de 1950, terem períodos menstruais irregulares – ou muito longos (mais de 35 dias), ou ausentes. Nos 50 anos seguintes, 116 mulheres (das 15 mil) tiveram câncer de ovário, e 84 delas morreram por conta desse quadro.

Segundo os autores do artigo – liderados por Barbara Cohn, do Instituto de Saúde Pública, em Berkeley (EUA) –, ao se compararem as mulheres com período irregular àquelas com ciclos regulares, os resultados mostraram que, até os 70 anos, as do primeiro grupo tinham duas vezes mais chances de desenvolver a doença. Por volta dos 77 anos, essas chances subiram para três vezes mais. E, acima dessa idade, a probabilidade foi ainda mais alta, similar às de mulheres que tinham histórico familiar desse tipo de câncer.

Esses resultados estão em *International Journal of Cancer* (29/04/16 *on-line*). Cohn e colegas acreditam que boa parte das mulheres que responderam ao questionário tinha provavelmente a chamada síndrome do ovário policístico (SOP), desordem hormonal que faz o ciclo menstrual se tornar irregular ou ausente. Hoje, sabe-se que essa síndrome está relacionada com o câncer do endométrio, mas, como relata Konkel, a relação entre o quadro e o câncer de ovário ainda é incerta.

"Achamos que nossos resultados, apesar de imperfeitos, englobam grande proporção de mulheres com SOP. Acreditamos que nossos achados fornecem evidência substancial da relação entre essa condição e o risco mais alto de câncer de ovário", disse Piera Cirillo, também do Instituto de Saúde Pública e primeira autora do estudo. A pesquisadora lembra que, apesar de a SOP ser, em geral, a causa de ciclos irregulares, o grupo de mulheres com esse problema estudado pela equipe pode incorporar outras etiologias (causas) para esse quadro, como problemas no hipotálamo (região do cérebro).

Konkel informa que de 10% a 15% dos casos de câncer de ovário têm origem hereditária, e o quadro acomete com mais frequência mulheres com mais de 60 anos de idade – cerca de metade dos casos é de mulheres com mais de 63 anos de idade. Entre todos os cânceres em mulheres, o de ovário responde por cerca de 3% dos casos. Mas tem alta mortalidade, pois seu diagnóstico não é simples: os sintomas, como gases e desconforto estomacal, são, não raramente, ignorados ou diagnosticados erroneamente. Depois de cinco anos, apenas metade das mulheres com esse câncer sobrevive.

SINTONIA FINA

Brancos-do-norte: esperança?

Em *CH* 327, o(a) leitor(a) que segue esta seção viu a que ponto chegou a situação dos rinocerontes-brancos-do-norte: três indivíduos. São tão poucos que dá para listá-los pelo nome: Sudan, macho já idoso (42 anos); sua filha, Najin (26); e Fatu (16), filha desta última.

Não seria o caso de cruzar pai com filha ou com a mais jovem? Até seria, mas... Sudan tem baixa contagem de esperma; Najin, problemas nas pernas, o que a impede de ser montada ou carregar o peso de uma gravidez; Fatu, problemas uterinos, os quais não permitem que uma gravidez siga adiante.

Todos os três vivem hoje na área de conservação Ol Pejeta (Quênia), vigiados 24 horas por dia, para evitar que sejam mortos por caçadores ilegais, pois os chifres desses animais valem milhares de dólares no mercado negro, pois se acredita que tenham propriedades afrodisíacas. Para se ter uma ideia do que a caça ilegal e as guerras naquela região fizeram com essa espécie, em 1960, havia 2,3 mil rinocerontes-brancos-do-norte.

Agora, Oliver Ryder, do Zoológico Global San Diego (EUA), veio com uma solução, que ele e colegas esmiúçam em *Zoo Biology* (03/05/16 *on-line*). Em linhas gerais, a ideia– para o estado da arte da genética atual – é até simples: recolher óvulos de Najin e Fatu e, com o esperma de Sudan e com aquele congelado de quatro outros machos da mesma espécie, fazer uma fertilização *in vitro*. O embrião seria implantado em fêmeas de rinoceronte-branco-do-sul, cuja população chega aos milhares de indivíduos.

Soa simples. Mas é complicado. Até hoje, não se conseguiu gerar embriões de rinocerontes. Ryder e colegas acham que isso pode ser contornado com bastante trabalho e desenvolvimento de novas técnicas.

Se o problema acima for vencido, resta outro (e, talvez, mais sério): como buscar diversidade genética, essencial para a recuperação e manutenção de uma espécie? Aqui vem a parte mais ousada – cientificamente falando – do plano de salvamento. A ideia é usar células congeladas de vários indivíduos dessa espécie, forçá-las a retroceder a um 'estado primitivo' (células-tronco) e, a partir daí, induzi-las a se tornar ou espermatozoides, ou óvulos. E, com esses, produzir embriões para serem implantados.

Ficção? Talvez. Mas que conste a favor dos proponentes o fato de que já foram obtidas células-tronco a partir das células de pele de Fatu.

Ryder diz acreditar não só no sucesso da empreitada – já arrecadou cerca de US$ 2 milhões para financiá-la –, mas também que os resultados ajudariam a trazer de volta espécies já extintas, como mamutes lanosos.

O plano foi recebido com um misto de ceticismo e entusiasmo. Houve também críticas quanto ao fato de os milhões de dólares necessários para ele poderem ser empregados, por exemplo, para a proteção e manutenção dos cerca de 20 mil rinocerontes-brancos-do-sul.

FOTO PIXABAY.COM / DOMÍNIO PÚBLICO

Peste negra: o caminho de volta?

Eis uma daquelas pesquisas que misturam ciência de ponta e história.

A ciência envolvida é a genética; a história (no caso, medieval) diz respeito a um dos períodos mais sombrios da Europa, no qual cerca da metade da população daquele continente morreu, a partir de 1346 e nos sete anos seguintes. A causa: peste negra. Mais especificamente: a bactéria *Yersinia pestis*.

O nome da doença tem a ver com o fato de, por conta de hemorragias, a pele do paciente ficar escurecida. Sintomas também incluem vômitos, calafrios, convulsões, febre alta, dor generalizada.

Como escreve Andrew Lawler (*Science*, 26/04/16), o conhecimento convencional defende que esse micro-organismo – causador da peste bubônica, doença pulmonar transmitida pela pulga – chegou da Ásia, naqueles meados do século 14, por meio da chamada Rota da Seda, causando ali uma epidemia. E, nos séculos seguintes, voltou a assolar o continente, viajando, pela mesma rota, sempre do Oriente para o Ocidente.

Agora, Johannes Krause, do Instituto Max Planck para a Ciência da História Humana, em Jena (Alemanha), e colegas defendem outra versão para esses surtos. A *Y. pestis* teria chegado à Europa no século 14, ficado lá, sofrido mutações durante essa estada e, 10 anos depois, começado a viajar no sentido oposto, rumo à Ásia.

Krause e colegas defendem que descendentes daquela *Y. pestis* teriam causado as epidemias na parte oriental da Ásia, inclusive as do século 19 e do século passado – na China, a epidemia matou milhões a partir de 1855.

Para essa conclusão, os autores se basearam na análise genética de restos de vítimas medievais da doença em Londres, Barcelona e Bolgar (Rússia). Essas pessoas morreram mais ou menos entre 1350 e 1400. Segundo os autores, essa linhagem – que 'caminhou' rumo ao Oriente – é muito similar com as da atualidade. Inclusive, com a que causou a epidemia em Madagascar ano passado.

O TRIUNFO DA MORTE/ PIETER BRUEGHEL, O VELHO/ MUSEU DO PRADO/ DOMÍNIO PÚBLICO

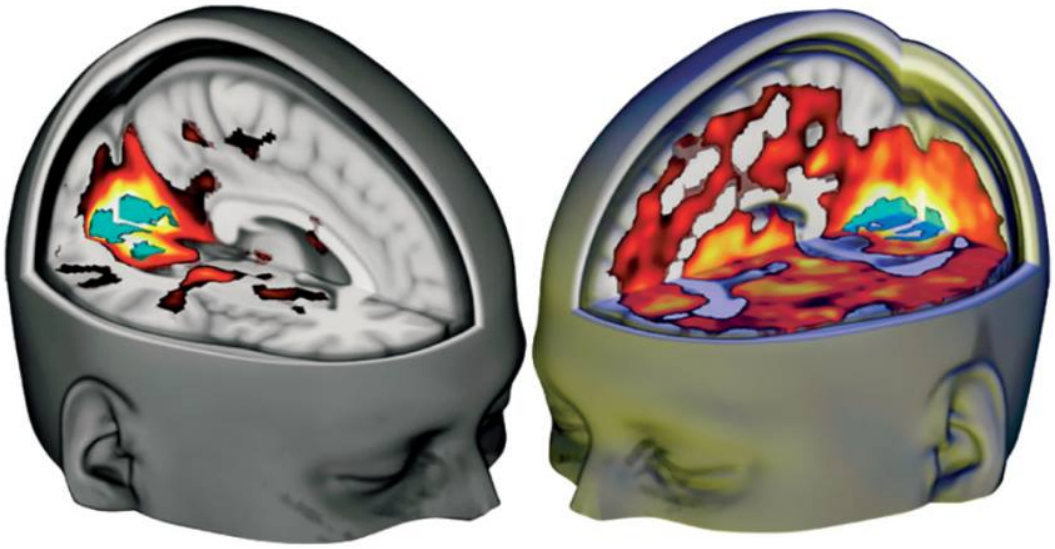
Essas conclusões – que serão apresentadas brevemente em artigo – receberam tanto elogios quanto críticas. Nestas últimas, alegou-se ser muito improvável a bactéria ter feito o caminho inverso.

Independentemente do veredito final, há vários trabalhos – com viés igualmente genético – que corroboram o fato de a *Y. pestis* ter ficado na Europa, em vez de ter desaparecido e retornado nos séculos seguintes.

Por exemplo, há estudos com base na análise de restos humanos encontrados na Alemanha que mostram muitas similaridades genéticas entre as cepas do século 14 e aquelas que causaram uma epidemia em Marseille (França) por volta de 1720. Ou seja, a *Y. pestis* ficou 'dormente' em algum reservatório – muito provavelmente, ratos.

Além de Marseille, ao longo do século 17 e do seguinte, houve outras epidemias de peste negra na Europa, mas com alcance limitado ou regional: por exemplo, Viena (Áustria), Londres (Reino Unido), Sevilha (Espanha), Milão (Itália).

Imagem da 'viagem'



BECKLEY FOUNDATION / CARHART-HARRIS, NUTT, AND FEILDING ET AL. PNAS

Eis aí, pela primeira vez, os efeitos do LSD no cérebro. Esses resultados são considerados não só um marco científico, mas também a quebra de um tabu de quase 50 anos, baseado em obstáculos legais, burocráticos e morais para esse tipo de pesquisa. À esquerda, a área 'iluminada' representa o córtex visual de um cérebro sob o efeito de um placebo (substância inócua). À direita, a atividade cerebral de um voluntário – ao todo, foram 20 – que tomou 75 microgramas de LSD e permaneceu com os olhos fechados nos exames de imagem.

As áreas coloridas refletem o chamado 'estado alterado de consciência' (ou, popularmente, 'viagem'), no qual estão mais conectados visão, movimento, audição, toque e atenção etc., podendo levar à chamada 'dissolução do ego', em que surge um senso de forte conexão com os outros e com o mundo natural. Essa maior integração das partes se assemelha, segundo os autores, ao que ocorre com o cérebro na primeira infância.

Esses resultados – publicados em *PNAS* (13/04/16) – foram obtidos pelo 'Programa de Pesquisa Beckley-Imperial', por uma equipe liderada por Amanda Feilding e David Nutt, da Fundação Beckley, em Oxford (Reino Unido), e Robin Carhart-Harris, do Imperial College de Londres.

Além de ajudar a entender a natureza da consciência, esses resultados, segundo os autores, poderão ter implicações para o tratamento de quadros psiquiátricos, como depressão, dependência química e transtorno obsessivo-compulsivo, nos quais pensamentos negativos ficam 'entrincheirados'.

Agora, os pesquisadores pretedem investigar se o LSD aumenta a criatividade e a capacidade de resolução de problemas.

FOTO CICERO RODRIGUES

A GORDURA E A EVOLUÇÃO

Pesquisadores descobriram que os humanos têm maior reserva de gordura que os grandes símios, o que contribui para a manutenção das atividades cerebrais

Segundo o antropólogo canadense David R. Begun, um dos maiores mistérios da paleontologia foi a rápida mudança evolutiva pela qual passaram os humanos e a relativa estabilidade dos grandes símios, como chimpanzés e gorilas, que pouco se alteraram a partir de seus ancestrais comuns, há cerca de 10 milhões de anos. Nesse período de tempo, os antropoides que viriam a originar os humanos adotaram e aperfeiçoaram a locomoção bipedal e tiveram um grande aumento do tamanho de seus cérebros em relação aos outros membros da ordem dos primatas.

Essa não é, entretanto, a principal ideia trazida por Begun em seu livro *The real planet of the apes* (O verdadeiro planeta dos macacos), publicado em 2015. Por meio de exaustiva análise anatômica de fósseis de todo o mundo, o autor elaborou a hipótese de que os humanos teriam se originado de ancestrais comuns europeus. O que levou Begun a essa proposta foi a presença dos grandes símios na Europa entre 9 e 12,5 milhões de anos atrás e sua total ausência na África nessa mesma época. Com esses dados, o antropólogo ponderou que seria mais plausível imaginar que os símios teriam evoluído na Europa e, depois, migrado para a África. Isso contraria a hipótese mais hegemônica sobre a origem dos humanos, segundo a qual eles teriam evoluído no continente africano e migrado para a Europa e, oportunamente, para as Américas, passando pelo estreito de Behring, que na época estaria congelado.

Essa interpretação é polêmica e seu autor está ciente disso. Apesar de admitir que, em paleontologia, não se pode provar nada, ele próprio anuncia que pretende submeter sua hipótese à prova da inconsistência, prática comum em ciência que só admite uma conclusão como verdadeira se ela resistir a todas as tentativas de falseá-la.

De volta à questão inicial de Begun sobre as relativamente rápidas mudanças sofridas pelos humanos, uma possível resposta surge agora com os resultados de Herman Pontzer e colaboradores, publicados em 16/05/16 na revista *Nature* (n. 17654, doi: 10.1038). Pontzer considera que, assim como tudo na natureza, qualquer etapa evolutiva está subordinada à energia. Isso significa que cada organismo somente evolui se a energia derivada do seu metabolismo permite crescimento, reprodução e subsistência. Em última análise, as estratégias evolutivas adotadas pelos organismos dependem de várias permutas feitas entre esses três processos vitais.

Nesse contexto, os pesquisadores chamam a atenção para o fato de que os humanos constituem um paradoxo energético. Eles se reproduzem mais frequentemente e têm neonatos de maior tamanho que os outros hominoides, além de exibirem maior longevidade e terem cérebros que consomem mais energia. Em resumo, energeticamente, os humanos custam caro, sobretudo por causa do cérebro.

Mas como a espécie conseguiu pagar essa conta? Para alguns, por meio da redução do aparelho digestório; para outros, aumentando a eficiência de locomoção. No entanto, ambos os argumentos têm objeções, que mostram que essas variações entre os hominoides não eram muito convincentes.

O grupo de Pontzer ponderou então que talvez a conta energética do cérebro pudesse ter sido paga por meio da aceleração da taxa de metabolismo basal. Seria o equivalente a propor que um dínamo gerador de eletricidade rodasse mais rapidamente. Para comparar as taxas de metabolismo de humanos e grandes símios, foi usada uma técnica em que se mede a excreção de água e CO_2 pelos indivíduos. Os resultados confirmaram que o gasto total de energia dos humanos é maior que o de chimpanzés, orangotangos, bonobos e gorilas, sendo compatível com a aceleração da taxa de metabolismo basal.

Havia, portanto, um investimento maior de energia nos humanos, favorecido pelo compartilhamento de alimento entre os indivíduos. Os pesquisadores descobriram ainda que os humanos têm maior reserva de gordura que os grandes símios, o que também contribui para a manutenção das atividades cerebrais. O mecanismo de aceleração metabólica ainda não foi esclarecido, mas é animador saber que um pouco de gordura pode estar por trás de nosso sucesso intelectual. CH

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

TERREMOTOS

Terremotos não têm cores, mas a intenção do título é iluminar os sismos que acontecem no mar brasileiro, que não são raros nem desimportantes. Entre dezenas de abalos pequenos, também aparecem tremores com magnitudes expressivas, mostrando que muitos dos maiores sismos brasileiros aconteceram no mar.

Como a base de nossos recursos petrolíferos está no oceano, não se pode desprezar o perigo potencial desses terremotos para as estruturas presentes tanto na costa como na água. Portanto, é essencial continuar estudando e monitorando a área oceânica de nosso país.

José Alberto Vivas Veloso
Instituto de Geociências, Universidade de Brasília

O Brasil tem poucos terremotos, porque está quase todo no meio da extensa placa Sul-americana e distante de suas bordas perigosas. Por isso, nossos sismos são denominados intraplaca, categoria na qual podemos incluir os tremores que acontecem na margem continental brasileira e nas regiões marinhas vizinhas, verdadeiras extensões submersas do continente. A única diferença dos demais tremores é que seus epicentros estão na porção oceânica (figura 1A).

Apesar de infrequentes, sismos fortes podem ocorrer nas margens continentais e ter consequências sociais e econômicas desastrosas, como o de Grand Banks (Canadá), de 18 de novembro de 1929, com magnitude 7,2. O Brasil não está imune a isso. Em 28 de fevereiro de 1955, nossa área oceânica foi palco do segundo maior terremoto registrado por estações sismográficas, especialmente estrangeiras.

Antes de prosseguirmos, vale dizer que o tamanho dos terremotos começou a ser determinado com a escala de magnitude criada por Charles Richter (1900-1985), que a revelou em um artigo de 1935. Posterior-

AZUIS

A PARTIR DE FOTO DE PIXABAY.COM / DOMÍNIO PÚBLICO

mente, relacionou-se magnitude com a energia liberada pelos terremotos.

A escala de magnitude é calculada analisando os registros dos terremotos e tem natureza logarítmica, o que significa que o aumento de uma unidade nela representa um incremento de 10 vezes na amplitude da vibração do chão.

Instrumentos sísmicos são muito sensíveis. Para um tremor de magnitude 7, a amplitude da vibração sísmica é de 1 centímetro, a 50 km do foco do terremoto, ou seja, de onde partem as ondas sísmicas resultantes da ruptura do terreno. Para magnitude 6, a amplitude é 10 vezes menor, ou 1 milímetro.

Entretanto, um sismo de magnitude 7 libera cerca de 30 vezes mais energia do que um de magnitude 6, que é, mais ou menos, equivalente à energia desprendida pela bomba lançada sobre Hiroshima (Japão). O terremoto de maior magnitude (9,5) de que se tem registro ocorreu no oceano, não distante de Valdívia (Chile), em 22 de maio de 1960. A energia que liberou equivale à produzida pela Usina Hidrelétrica de Itaipu durante 25 anos, aproximadamente.

A escala de Richter era limitada e, mesmo com aperfeiçoamentos, não determinava magnitudes de grandes terremotos, como o chileno de 1960. Em 1979, surgiu a escala de Magnitude do Momento Sísmico, que exprime o tamanho e a natureza da falha geológica, ou seja, a causa do terremoto. Grande parte das magnitudes conferidas aos tremores atuais deriva de tal escala, mas o nome 'escala Richter', erroneamente, continua sendo aplicado.

Por sua vez, intensidade sísmica é uma medida qualitativa que descreve os efeitos produzidos pelos terremotos nas pessoas, em objetos e nas construções. A escala mais usada é a Mercalli Modificada (MM) – referência ao vulcanólogo italiano Giuseppe Mercalli (1850-1914) –, cujos níveis de I a XII relatam a severidade crescente dos terremotos. O grande propósito dessa escala é estudar tremores históricos, aqueles acontecidos antes da existência de estações sismográficas.

No Brasil, o último sismo marinho importante ocorreu em abril de 2008 e teve epicentro a 250 km ao sul de São Vicente (SP). Apesar de moderado (magnitude 5,2), abalou cidades de cinco estados do Sudeste e do Sul. Na >>>

capital paulista, prédios trepidaram; moradores de edifícios altos deixaram seus apartamentos; houve queda de reboco; objetos balançaram e caíram. Em Mogi das Cruzes (SP), rompeu uma tubulação de abastecimento d'água.

Junto à costa do Amapá, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, ocorreram quatro abalos com magnitudes entre 5,2 e 5,5. O maior deles, em 28 de junho de 1939, causou danos materiais e foi sentido fortemente em Laguna e Tubarão (SC), com intensidade VIMM e, em menor grau, em outras localidades do próprio estado, bem como no Paraná e Rio Grande do Sul (figura 1B).

Figura 1. Sismicidade brasileira – incluindo epicentros de tremores na margem continental, onde sobressai o maior número de eventos ao longo das margens frente às regiões Sul/Sudeste –, bem como movimentação das placas tectônicas, com o Brasil ocupando posição distante das bordas sismicamente mais ativas da placa Sul-americana. Abaixo (página seguinte), tabela com a relação dos maiores sismos registrados na margem continental brasileira

Hoje, a repetição de tremores similares poderia produzir consequências mais sérias, porque, nessas regiões, há muito mais gente e construções.

A sismicidade marinha – toda ela registrada por estações sismográficas – retrata apenas uma fração da história dos terremotos no Brasil, pois a região começou a ser monitorada mais eficientemente apenas a partir da metade da década de 1970. Portanto, antes disso, abalos com magnitude maior ou igual a 5 podem ter ocorrido, mas deles nada se sabe.

Ocasionalmente, a exploração de gás e petróleo pode induzir o aparecimento de pequenos sismos. E não seria surpresa presenciar tal fenômeno com a ampliação de campos petrolíferos na costa brasileira (ver 'Terremotos induzidos pelo homem', em *CH* 81).

O epicentro do abalo de 2008 foi na bacia de Santos, mas seu foco se situou na crosta inferior, bem abaixo das rochas que alojam gás/petróleo. Portanto, ele não foi um sismo induzido.

FONTE DE DADOS SISMICOS IAG/USP

Os maiores do país O Brasil tem posição privilegiada na placa Sul-americana, longe de suas bordas sismicamente ativas (figura 1C). Mas, no interior do continente, como nas profundezas abaixo de nosso assoalho oceânico, massas rochosas submetidas a intenso esforço podem se quebrar. Foi o que ocorreu em 28 de fevereiro de 1955, causando o segundo maior terremoto no país.

Surpreendentemente, o maior sismo registrado no Brasil ocorreu dias antes, em 31 de janeiro daquele ano, e atingiu magnitude 6,2. Teve seu epicentro – provavelmente – nas proximidades da serra do Tombador (MT).

O 'terremoto azul' de 28 de fevereiro aconteceu a cerca de 100 km ao norte do eixo da cadeia submarina Vitória-Trindade, sucessão de montes vulcânicos que se estende em direção ao continente, por mais de mil quilômetros, entre os paralelos 20° e 21° S.

Essa montanha submarina, com picos de mais de 5 km acima do fundo marinho, só aflora para formar os rochedos Martin Vaz e a ilha da Trindade, a 1,2 mil km de Vitória. Essa cadeia, formada de material vulcânico atravessado por falhas e intrusões, é uma zona de fraqueza da crosta terrestre. Portanto, elemento geológico propício aos terremotos.

Partindo de uma profundidade menor que 30 km e viajando em altas velocidades, as primeiras ondas sísmicas, cerca de 45 segundos depois, atingiram o litoral do Espírito Santo, a 350 km de distância do epicentro. Cidades, vilas e povoados costeiros logo sentiram os efeitos das vibrações do chão, os quais se espalharam pelo interior e beliscaram pedaços dos estados do Rio de Janeiro e da Bahia. Aproximava-se da meia-noite, muita gente dormia, e a movimentação nas cidades diminuíra depois de uma típica segunda-feira de trabalho.

Vitória, com apenas 65 mil habitantes, sentiu mais fortemente as intensidades sísmicas. "Esta capital e alguns municípios espírito-santenses viveram ontem à noite, minutos de angústia e de pânico. É que um tremor de terra, que durou cerca de 30 segundos, abalou Vitória, jogando nas ruas a população alarmada e surpreendida com o fenômeno" (*O Globo*,1/3/1955).

Apartamentos foram abandonados às pressas, algumas vidraças partiram, objetos quebraram e paredes racharam. "A não ser o pânico de que foi tomada a popu-

Data	Localização (frente a/ao)	Magnitude
28/06/1939	SC	5.5
28/02/1955	ES	6.1
13/02/1990	RS	5.2
12/04/1998	AP	5.3
31/10/2007	AP	5.2
22/04/2008	SP	5.2

Figura 2. Notícias de jornais de março de 1955 sobre o terremoto

IMAGEM DIVULGAÇÃO

lação, até agora não se registraram perdas de vida nem desabamentos de monta". O jornal relatava ter desabado o telhado da Usina Ferro e Aço Vitória, e seu vigia ter ouvido uma explosão surda. Acrescentou que a primeira trepidação durou 30 segundos e, após um intervalo de 10 a 20 segundos, repetiu-se o "segundo fenômeno, com duração maior".

Na cidade de Cariacica, várias casas foram destelhadas. Os residentes do bairro Vila Rica acordaram com suas camas se deslocando de um extremo ao outro do quarto e, alarmados, fugiram para as ruas. O levantamento de dados sobre a percepção desse tremor aparece detalhado no livro *Sismicidade do Brasil* (ver 'Sugestões para leitura').

Moradores de Cachoeiro de Itapemerim, Guarapari, Colatina, Marilândia, Linhares e Nova Venécia acordaram com a casa vibrando e objetos caindo de armários e prateleiras. Em Guarapari, "o estrago chegou a tomar corpo, derrubando uma casa", escreveu *O Arauto*, de Cachoeiro do Itapemerim (1/3/1955).

Várias pessoas em Guarapari e Colatina perceberam "dois tremores de terra", sendo o segundo mais forte e prolongado. Entretanto, os sismogramas não apontam o registro de dois eventos. Possivelmente, eles sentiram uma primeira vibração com a chegada da onda P (primária) e, passados alguns segundos, o chão mexeu com maior intensidade e por mais tempo, com a vinda da onda S (secundária).

Bom Jesus do Itabapoana, no interior fluminense, também vibrou, mas com menor intensidade. Parte da população de Virginópolis (MG) diz que o chão tremeu por 30 segundos. Mas os moradores de Catu (BA) – município bem mais distante do epicentro – "foram tomados de pânico, quando a terra tremeu pouco depois das 22 horas", noticiou o *Diário da Tarde* (4/3/1955). O jornal não dá pormenores, mas informou que ocorreram danos materiais. Algumas notícias de jornais estão na figura 2. >>>

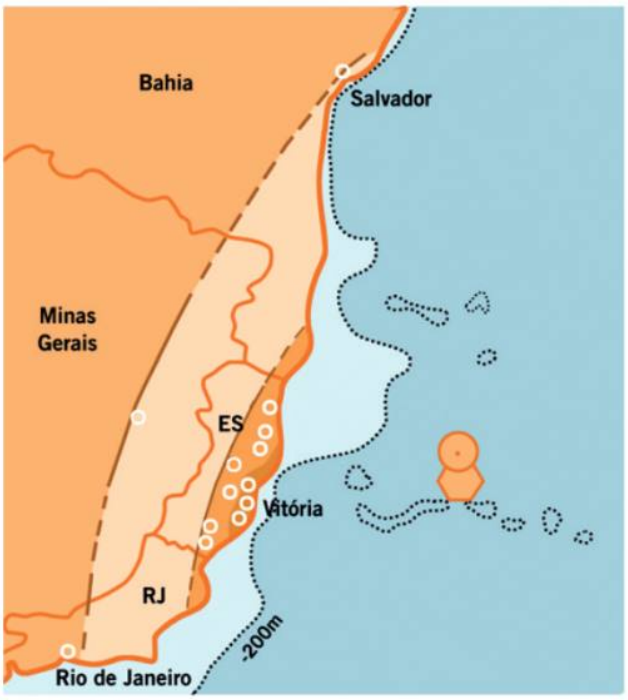


Figura 3. Áreas inferidas de percepção dos sismos de 1955 e 1769. Os círculos vazios são locais onde o tremor de 1955 foi sentido. Local dos epicentros, segundo instrumentos de medida (circulo) e por inferência (hexágono), para o tremor de 1955 e o de 1769

SISMICIDADE DO BRASIL (1984). DE BERROCAL *ET AL.*: *TREMEU A EUROPA E O BRASIL TAMBÉM*. VELOSO, J. A. V. (2015)

Quase 100 estações sismográficas internacionais registraram esse tremor de magnitude 6,1. Estudos mostraram que ele nasceu de uma falha inversa, ou seja, de um esforço compressivo que empurrou um bloco quebrado contra o outro. Em Vitória, a aproximadamente 350 km do epicentro, a intensidade chegou a VMM (figura 3).

Para o Brasil, tratou-se de um respeitável abalo de terra, mas ele foi generoso por acontecer bem distante de áreas habitadas.

Tremor histórico

O evento de 1 de agosto de 1769 nos leva à então Capitania do Espirito Santo, onde a isolada vila de Vitória se expandia com novas construções e maior poder político. Foi por volta das 20h que o chão estremeceu com forte intensidade, levando pânico aos moradores.

Maria Stella de Novaes, historiadora voltada às causas do Espírito Santo, fala desse terremoto em seu livro *Relicário de um povo* (1958), dedicado ao Convento da Penha. "No mesmo ano (1769) registrou-se, a 1° de agosto, na Vila de Vitória, impressionante fenômeno sísmico: a terra estremeceu, como se estivesse a revirar-se, para esmagar a população que repousava do labor diurno. Sacudido pelo fragor de uma descarga elétrica, na Penha, o povo de Vila Velha foi preso de incrível pavor, porque, segundo testemunhas, todos que se encontravam no Convento e os habitantes da Vila caíram de bruços no chão. Calcularam que se tivesse desmoronado a montanha magnífica. Repetiam-se trovões, enquanto o solo tremia e aquela eminência de onde, até então, se irradiava um fluido de Paz, agora parecia oscilar, desde a base!"

O Convento da Penha, em Vila Velha, é um conhecido marco religioso. Sua construção maciça de tom esbranquiçado foi erguida no topo de uma elevação, quase duas centenas de metros acima do mar. Fundado há 450 anos, ele já era um edifício de porte quando o terremoto aconteceu.

Embora não se possa comprovar, é possível que tenham ocorrido danos em Vila Velha e Vitória, pois seus moradores, preocupados com a possibilidade de novos tremores, buscaram proteção religiosa com preces e penitências, adquirindo uma imagem de Nossa Senhora Mãe dos Homens, para constituir uma irmandade.

Em 1770, o poeta brasileiro Domingos Caldas Barbosa (1739-1800), que, depois, tornou-se padre e foi viver em Portugal, escreveu o 'Poema Mariano', narrativa em verso rimado sobre os principais acontecimentos do Santuário da Penha.

Caldas Barbosa descreve com recursos mitológicos os efeitos do terremoto, indicando-lhe a data e observando que, no momento do tremor, era noite de tempo bom, sem vento e mar calmo. Subitamente, o terreno estremeceu, causando confusão, susto e danos, até em coisas robustas (ver 'Duas estâncias').

Em outra parte do poema, há citação de que a estátua da Virgem Maria, revestida com delicados e valiosos adornos, nada sofreu. Isso dá a entender que não houve danos acentuados nos prédios do convento, construído

DUAS ESTÂNCIAS

Duas estâncias do 'Poema Mariano' (1770), sobre a Penha do Espirito Santo, de autoria de Caldas Barbosa.

XXXII

Inda em sessenta e nove, o sol girava,
visitando o Leão, que atroz rugia,
tendo no augusto mês, que começava,
uma só vez mostrado a luz do dia;
Morfeu os doces laços ajeitava;
O mar, o vento, o céu adormecia,
Quando a terra, com grito assas ingente,
Desperta os animais e acorda a gente.

XXXIV

Principia o tremor, no monte e vale;
Aumenta a confusão da morte o susto;
Pedra e tronco não há, que não se abale,
tendo o dano maior no mais robusto.
Agora só o assombro é bem que fale,
E se emudeça a voz no espanto justo,
Vendo ficar cessando o infausto indício,
Constante a pedra, imóvel o edifício.

acima de rocha sã e compacta, o que atenua a amplitude das ondas sísmicas.

O terremoto, no entanto, pode ter gerado réplicas. "Repetiam-se trovões, enquanto o solo tremia [...]", escreveu Stella de Novaes – no caso, os "trovões" poderiam ser barulhos provocados por abalos posteriores.

Breve, porém preciosa, foi a informação vinda da Bahia. Em documento que relata a curta passagem no governo baiano de Luís Melo Silva Mascarenhas (1729-1790) – 2º Marquês de Lavradio – é citada a percepção de um tremor na capital (ver 'Descrição histórica').

Pela coincidência da data e proximidade de horário, é provável tratar-se do mesmo sismo que sacudiu violentamente as terras capixabas.

Sismos comparados São parcas as informações disponíveis para o evento de quase 2,5 séculos, e, isoladamente, ele não teria a importância que representa quando associado ao que se sabe sobre o tremor de 1955.

Assim, os novos relatos do abalo histórico mostram duas similaridades com o de 1955: distância de percepção e intensidade sísmica. Como o tremor moderno, o de 1769 também foi percebido na Bahia, e as intensidades sísmicas dos dois eventos são bem parecidas para Vitória e Vila Velha (figura 3).

O tremor antigo foi sentido em Salvador, e o moderno pouco além, em Catu, a 70 km ao norte. Em 1769, a região ao redor de Salvador era pobremente povoada, e Catu nem existia, pois nasceria quase 20 anos depois. O sismo histórico até poderia ter vibrado terrenos além de Salvador, mas, talvez, por dificuldades na preservação de informações, nada se soube. É razoável supor que os dois abalos, na direção norte, tiveram distâncias de percepção equivalentes, mas não iguais.

Considerou-se como VMM a máxima intensidade sísmica produzida pelos tremores de 1769 e 1955 em Vitória e Vila Velha. Isso significa que o sismo é sentido por todos, dentro e fora de casa, há excitação e pessoas correm para as ruas. Edifícios tremem inteiramente e podem acontecer danos leves em construções fracas.

DESCRIÇÃO HISTÓRICA

"Seguem informações parciais sobre a administração de D. Luiz de Almeida Portugal Soares de Alarcão Eça Mello Silva e Mascarenhas, 4º Conde de Avintes e 2º Marquez de Lavradio, Governador da Bahia, que tomou posse em 19 de Abril de 1768 e deixou o governo a 11 de Outubro do anno seguinte.

"Sua administração nada apresenta de notável e apenas durante ella sentio-se na capital um pequeno tremor de terra, as 9 horas e meia da noite de 1º de Agosto de 1769, terremoto este que nenhum danno produziu"."

FONTE: *MEMÓRIAS HISTÓRICAS E POLÍTICAS DA PROVÍNCIA DA BAHIA*. CEL. IGNACIO ACCIOLI DE CERQUEIRA E SILVA. *CORREIO MERCANTIL*, SALVADOR, V. 2, 451PP. (1835).

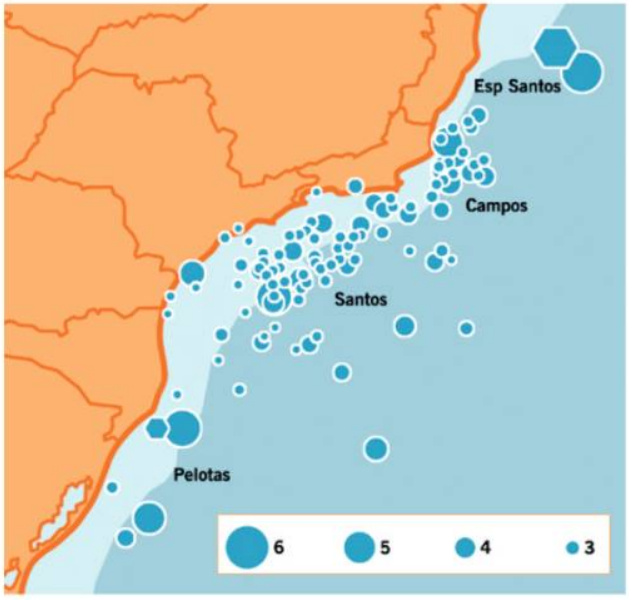


Figura 4. Sismicidade da área das quatro principais bacias petrolíferas do Brasil (Campos, Santos, Espírito Santo e Pelotas). Os eventos de 1769 (hexágono) e o 1955 (círculo) estão destacados na parte superior do mapa

Enfim, é possível que ambos os terremotos tenham origens semelhantes, tamanhos parecidos e localizações próximas, ou seja, o evento histórico teria magnitude da ordem de 6 e epicentro nas cercanias da cadeia submarina Vitória-Trindade.

Eventuais erros de avaliação não minimizam a grandeza do tremor de 1769, cuja presença, agora revelada, eleva significativamente o patamar sísmico da margem continental Sudeste, região de enorme importância para o desenvolvimento do país (figura 4).

Continuar estudando e monitorando a área da plataforma continental é o que deve ser feito, e o eventual surgimento de um terremoto com magnitude até 7 não será uma anomalia sismológica.

Sugestões para leitura

BERROCAL, J; ASSUMPÇÃO, M; ANTEZANA, R.; DIAS-NETO, C. M.; ORTEGA, R.; FRANÇA, H. E; VELOSO, J. A. V. *Sismicidade do Brasil*. Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, e Comissão Nacional de Energia Nuclear. São Paulo: Esperança (1985).

SCHULTE, S; MOONEY, W. D. 'An updated global earthquake catalogue for stable continental regions: reassessing the correlation with ancient rifts'. *Geophysical Journal International* v. 161, pp. 707–721 (2005).

ASSUMPÇÃO, M. 'Seismicity and stresses in the Brazilian passive margin'. *Bulletin of the Seismological Society of America*. February, 88:160-169 (1998).

FRANÇA, G. S.; ASSUMPÇÃO, M. 'Reflexos no Brasil de terremotos distantes'. *Ciência Hoje*, v. 42, n. 249, pp. 20-25 (2008).

VELOSO, J. A. V. 'Tremeu a Europa e o Brasil também'. *Chiado* (2015).

A destruição

A perda de ecossistemas naturais é uma das maiores causas de emissões de gases-estufa no mundo, contribuindo mais para as mudanças climáticas do que todos os carros, aviões e navios do planeta juntos. Porém, muito menos conhecidos são os efeitos da degradação de áreas que ainda são ocupadas por sua vegetação natural. Descobertas recentes mostram que essa degradação pode gerar enormes emissões de carbono até então despercebidas tanto pelo governo quanto pela comunidade científica. É uma destruição que ninguém vê.

Erika Berenguer
Centro Ambiental de Lancaster, Universidade de Lancaster (Inglaterra)
Joice Ferreira
Embrapa Amazônia Oriental (PA)
Toby Alan Gardner
Instituto Ambiental de Estocolmo (Suécia)
Instituto Internacional para Sustentabilidade (RJ)
Jos Barlow
Universidade de Lancaster (Inglaterra)
Museu Paraense Emílio Goeldi (PA)

Figura 1. Desmatamento na região amazônica: a floresta foi completamente derrubada e deu lugar a uma vasta plantação de milho e soja

FOTO ERIKA BERENGUER

que ninguém vê

Há mais de 30 anos, sabemos da taxa vertiginosa de desmatamento dos ecossistemas brasileiros, especialmente, da perda de áreas gigantescas na Amazônia. No entanto, entre 2004 e 2014, o desmatamento na região amazônica caiu 83%, o que contribuiu para o Brasil passar da posição de quarto maior poluidor do mundo para o sexto lugar.

Essa boa notícia pode nos dar a falsa impressão de que a batalha está ganha, mas, infelizmente, não é bem assim. Primeiro, porque todo ano ainda perdemos cerca de 5 mil km^2 de floresta amazônica, área quatro vezes maior do que a ocupada pela cidade do Rio de Janeiro. Segundo, porque outros biomas brasileiros, como o cerrado, a caatinga e a mata atlântica, continuam a enfrentar altas taxas de desmatamento. E, terceiro, porque o desmatamento das nossas florestas nativas é apenas parte do problema – todo ano, a degradação florestal, causada pela atividade madeireira predatória e por incêndios rasteiros, afeta uma área maior do que aquela desmatada.

Desmatamento e degradação florestal Antes de prosseguir, é importante entender a diferença entre desmatamento e degradação florestal. Desmatamento é quando a cobertura vegetal de uma área é completamente removida (figura 1), ou seja, quando a floresta é toda derrubada. Já a degradação se refere ao processo em que a floresta continua em pé, mas tem afetadas negativamente sua biodiversidade e as funções que desempenha, como a capacidade da floresta de armazenar carbono (figura 2).

A degradação pode ser decorrente tanto de eventos naturais (como grandes deslizamentos de terra ou vendavais), quanto causada pela ação humana (como a extração predatória de madeira) e é extremamente difícil de ser monitorada: enquanto uma área desmatada é fácil de se ver devido à completa ausência da floresta que antes ali existia, o monitoramento da degradação implica olhar dentro da floresta para analisar sua condição.

Dada essa dificuldade de avaliar quais áreas de floresta estão ou não afetadas, os impactos da degradação no carbono ali armazenado eram pouco quantificados e, por isso, a degradação florestal foi continuamente negligenciada em programas governamentais de conservação ambiental e de combate às mudanças climáticas.

Mas como a degradação afeta o carbono armazenado na floresta? Afinal, a floresta ainda está lá, de pé. Aí é que está o engano, porque a floresta que encontramos após eventos de degradação é bem diferente daquela que existia ali antes.

Queimadas e cortes Vamos pensar, por exemplo, no caso dos incêndios rasteiros que, apesar de não ocorrerem naturalmente, são muito comuns na Amazônia. Produtores rurais, durante a estação seca, queimam, com frequência, suas áreas de pastagem ou de roçado para matar ervas daninhas e preparar o solo para o plantio. No entanto, muitas vezes a queimada escapa de controle e o fogo acaba invadindo outras áreas, como as florestas localizadas no entorno da área de cultivo.

>>>

Quando o fogo entra na floresta, com suas chamas atingindo no máximo 50 cm de altura, ele consome folhas e pedaços de madeira acumulados no solo, assim como queima o pé das árvores ali presentes (figura 3). Pode não parecer um fogo muito forte, mas, três anos após a sua ocorrência, as florestas amazônicas podem perder quase metade das suas árvores, o que, por sua vez, resulta em uma grande perda do carbono ali armazenado.

Essa alta mortalidade ocorre porque, ao contrário do cerrado, a vegetação amazônica não tem mecanismos para se proteger dos efeitos do fogo, uma vez que não evoluiu com a ocorrência de incêndios periódicos – estes são iniciados normalmente pela ação humana.

A atividade madeireira predatória também pode levar à morte de grande número de árvores, muito além da cota destinada para comercialização. Isso acontece porque, para retirar-se uma tora, tem-se que, com a ajuda de um trator, abrir estradas no meio da floresta para chegar até as árvores selecionadas para remoção.

A abertura dessas estradas é feita derrubando todas as árvores em seu caminho e, geralmente, inclui a abertura de áreas um pouco maiores, chamadas de pátios, onde as toras serão estocadas (figura 4). Além disso, durante a derrubada de uma árvore de grande porte, esta, ao cair, acaba levando junto com ela até outras 30 árvores grandes, além de danificar dezenas de árvores vizinhas. Esse processo gera clareiras no meio da floresta que chegam a ter 650 m^2, o equivalente a quase três quadras de tênis.

FOTO ERIKA BERENGUER

Figura 3. Incêndios rasteiros podem não parecer muito prejudiciais à floresta, uma vez que suas chamas alcançam no máximo 50 cm de altura, mas as aparências enganam: o fogo causa a morte de até metade das árvores presentes na área atingida

FOTO JOS BARLOW

Figura 4. Pátio madeireiro, local onde as toras de madeira recém-removidas são estocadas

Menos carbono Mas o quanto exatamente a atividade madeireira predatória e os incêndios rasteiros afetam os estoques de carbono nas florestas tropicais? Guiados por essa pergunta, nossa equipe passou um ano e meio trabalhando em unidades de conservação e propriedades privadas na Amazônia, medindo os estoques de carbono de 168 áreas de florestas conservadas, florestas exploradas para madeira e florestas que sofreram tanto com a exploração madeireira quanto com a incidência de fogos rasteiros.

Nesse, que foi o maior estudo do tipo já feito no mundo, encontramos dados impressionantes: florestas exploradas para madeira armazenam, em média, 26% menos carbono do que florestas conservadas. Essa perda sobe para 41% em florestas onde se realizaram tanto atividades madeireiras quanto incêndios rasteiros (figura 5).

FOTO JOS BARLO

Figura 2. Apesar de a floresta amazônica ainda estar de pé, pode-se ver que ela é mais baixa e contém mais aberturas do que uma área de mata conservada, o que, por sua vez, afeta a sua capacidade de armazenar carbono

Ao extrapolar os resultados para toda a Amazônia brasileira, descobrimos que a perda de carbono causada pela degradação florestal equivale a surpreendentes 540 milhões de toneladas de carbono por ano, o que corresponde a cerca de 40% da perda anual de carbono decorrente do desmatamento. Ou seja, a degradação florestal acarreta enorme redução nos estoques de carbono das florestas amazônicas, contribuindo de forma acentuada para as mudanças climáticas.

Nossos resultados não pararam aí: constatamos também uma mudança significativa na estrutura das florestas degradadas. Quando pensamos em florestas tropicais, logo imaginamos árvores grandes e tão altas que é difícil ver o topo, típicas de programas de TV, certo? Essa é a estrutura comumente observada em florestas conservadas.

No entanto, nas florestas degradadas, essas árvores enormes já não estão mais presentes, e o que encontramos é um grande número de árvores finas e um verdadeiro emaranhado de cipós. Algumas florestas degradadas são tão densas que é difícil ver qualquer coisa a mais de 5 m de distância, e caminhar por elas é quase uma corrida de obstáculos (figura 6).

Alguns estudos em outras partes do mundo, como no Panamá, mostram que esses emaranhados de cipós inibem o crescimento de árvores, impedindo, assim, a regeneração da floresta. Se esse é o caso dos emaranhados de cipós nas florestas amazônicas degradadas, só pesquisas de longo prazo poderão dizer.

A degradação florestal é um problema sério e que tende a piorar se nada for feito. Atualmente, a exploração madeireira predatória na Amazônia é a regra, não a exceção. Já as previsões de mudanças climáticas na região antecipam um futuro mais quente e mais seco, o que favorece a ocorrência de incêndios rasteiros. A combinação desses fatores indica que mais e mais áreas de florestas intactas continuarão a ser degradadas, acarretando mais perdas de carbono, o que por sua vez contribui ainda mais para as mudanças climáticas globais.

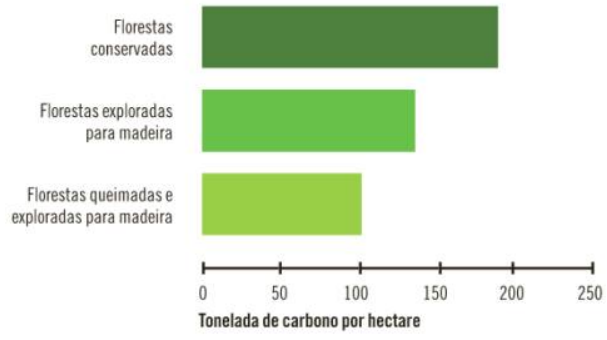


Figura 5. Média dos estoques de carbono encontrados em 168 áreas pesquisadas na Amazônia

FOTO ERIKA BERENGUER

Figura 6. Florestas degradadas são estruturalmente diferentes das conservadas e apresentam, com frequência, grandes emaranhados de cipós

Nos últimos 10 anos, o governo brasileiro, a sociedade civil organizada e diversas empresas exerceram um papel fundamental na redução do desmatamento na Amazônia brasileira por meio de iniciativas inovadoras, como as moratórias da soja e da carne (acordos ambientais entre entidades representativas dos produtores, organizações não governamentais e o governo, prevendo medidas contra o desmatamento na região) e diversas operações conjuntas entre o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e a polícia federal. Agora, está na hora de esses setores, mais uma vez, se organizarem para, juntos, poderem diminuir os efeitos perversos, e muitas vezes críticos, da degradação florestal.

Chegou a hora de todos reconhecerem a destruição que ninguém conseguiua enxergar e não se pode mais ignorar. CH

Sugestões para leitura

TABANEZ, A. A. J., 'Um corte no processo de degradação', *Ciência Hoje*, v. 33, n. 196, 2003.

FEARNSIDE, P., 'A seca e o desmatamento', *Ciência Hoje*, v. 54, n. 322, 2015.

NA INTERNET

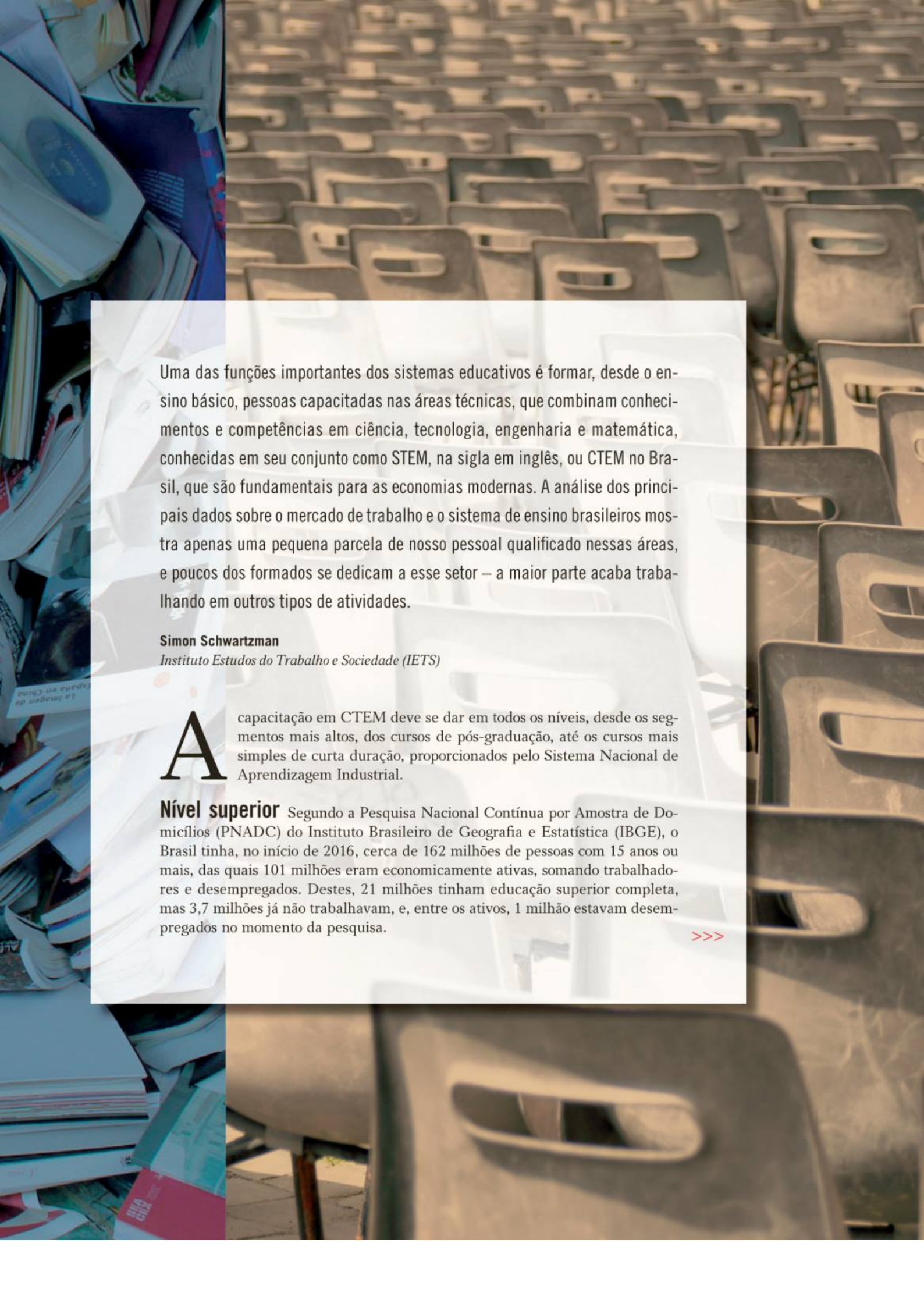
A large-scale field assessment of carbon stocks in human-modified tropical forests: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.12627/full

CAIT 2.0 – Climate Data Explorer: http://cait.wri.org/

Mapeamento da Degradação Florestal na Amazônia Brasileira – DEGRAD: http://www.obt.inpe.br/degrad/

O futuro climático da Amazônia – Relatório de avaliação científica: http://www.ccst.inpe.br/wp-content/uploads/2014/10/Futuro-Climatico-da-Amazonia.pdf

Educação e trabalho em ciência e tecnologia no Brasil



Uma das funções importantes dos sistemas educativos é formar, desde o ensino básico, pessoas capacitadas nas áreas técnicas, que combinam conhecimentos e competências em ciência, tecnologia, engenharia e matemática, conhecidas em seu conjunto como STEM, na sigla em inglês, ou CTEM no Brasil, que são fundamentais para as economias modernas. A análise dos principais dados sobre o mercado de trabalho e o sistema de ensino brasileiros mostra apenas uma pequena parcela de nosso pessoal qualificado nessas áreas, e poucos dos formados se dedicam a esse setor – a maior parte acaba trabalhando em outros tipos de atividades.

Simon Schwartzman
Instituto Estudos do Trabalho e Sociedade (IETS)

A capacitação em CTEM deve se dar em todos os níveis, desde os segmentos mais altos, dos cursos de pós-graduação, até os cursos mais simples de curta duração, proporcionados pelo Sistema Nacional de Aprendizagem Industrial.

Nível superior Segundo a Pesquisa Nacional Contínua por Amostra de Domicílios (PNADC) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil tinha, no início de 2016, cerca de 162 milhões de pessoas com 15 anos ou mais, das quais 101 milhões eram economicamente ativas, somando trabalhadores e desempregados. Destes, 21 milhões tinham educação superior completa, mas 3,7 milhões já não trabalhavam, e, entre os ativos, 1 milhão estavam desempregados no momento da pesquisa.

>>>

A maioria dos formados que trabalhavam (55%) eram mulheres. A maior parte (55%) ocupava posições de direção ou gerência, ou trabalhava como profissionais das ciências e intelectuais, mas havia muitos também que trabalhavam como técnicos de nível médio e em outras atividades que não necessariamente requeriam formação universitária (figura 1). Entre os homens, 26% trabalhavam no setor público; entre as mulheres, 39% (figura 2). As atividades principais das mulheres eram de educação e serviços sociais; já as dos homens, serviços a empresas. Menos de 10% dos formados trabalhavam em atividades industriais (figura 3).

O mercado de trabalho para pessoas de nível superior se dá, assim, sobretudo na área de serviços, e o principal empregador é o setor público. O sistema escolar está ajustado, em grande parte, a essa situação. Do total de alunos matriculados, 15% estão em cursos de engenharia e produção, e 6%, na área de ciências matemáticas e computação. As diferenças de gênero são importantes: entre as mulheres, só 11% estão nessas áreas (figura 4).

Figura 1. Educação superior: posição na ocupação

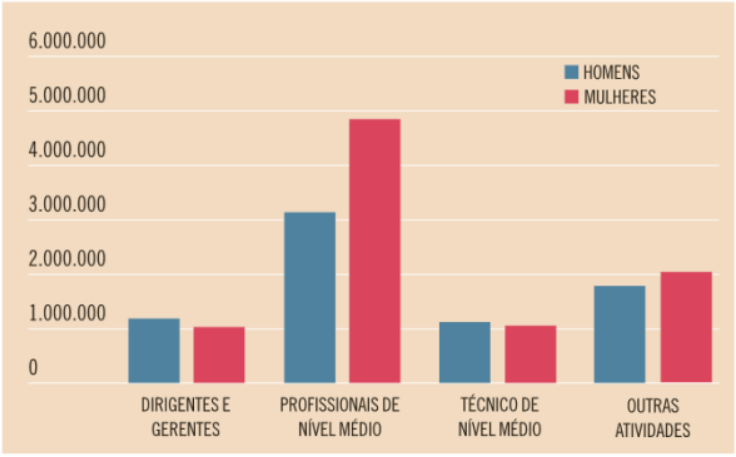


Figura 2. Educação superior: setor público ou privado

Esse número relativamente pequeno de pessoas nas áreas de CTEM não é uma anomalia, já que no mercado de trabalho brasileiro predominam as atividades de serviços. O que é anômalo é a inexistência de uma diferenciação maior das carreiras de nível superior, como ocorre nos Estados Unidos – onde a grande maioria dos estudantes ingressa inicialmente nos *colleges* de dois ou quatro anos e só então se dirige, ou não, para cursos mais avançados – ou no modelo adotado pela União Europeia e outros países, em que há um nível inicial de três anos, de amplo acesso, seguido de uma especialização profissional de dois anos (como um mestrado) e de cursos mais avançados de doutorado, ou especializações mais aprofundadas.

Embora a legislação brasileira preveja a existência de cursos superiores de duração mais reduzida e orientados mais diretamente para o mercado de trabalho (que recebem a denominação de 'tecnológicos'), o número de estudantes nessa categoria é diminuto, mesmo que venha aumentando ultimamente, tendo passado de 162 mil em 2010 para 206 mil em 2014, sobretudo no setor privado. Ainda que não seja no papel, o ensino superior no Brasil é, na prática, fortemente diferenciado e estratificado, com carreiras altamente disputadas e de alto rendimento, e outras com remuneração muito baixa.

Segundo outra fonte, a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), do Ministério do Trabalho e Previdência Social, em 2014, pouco menos da metade das pessoas com graduação trabalhavam como profissionais das ciências e das artes. As principais atividades são as das áreas de administração pública e educação. As ocupações mais rentáveis estão nos altos escalões do serviço público e na produção de bens e serviços, que emprega, no entanto, um número relativamente pequeno de pessoas. As atividades de educação estão entre as de renda mais baixa.

Pós-graduação

Com relação à pós-graduação, há uma anomalia no Brasil que é a existência de um grande número de 'mestrados acadêmicos', que concentram a maior parte de matrículas e graduados. Em todo o mundo, os mestrados são cursos de aperfeiçoamento profissional para o mercado de trabalho, e não de pós-graduação acadêmica, que se dá normalmente em cursos de doutorado. Os estudantes que se destinam aos doutorados vêm diretamente dos cursos de graduação, sem pre-

cisar passar por uma etapa intermediária de mestrado.

Os mestrados acadêmicos no Brasil foram criados para dar uma titulação intermediária a professores universitários quando não havia no país número suficiente de cursos de doutorado. Mas a prática não foi interrompida, e as tentativas de criar mestrados profissionais não foram muito longe, como se vê pelo número pequeno de inscritos e formados nessa modalidade.

Essa anomalia está sendo suprida, em parte, pelo surgimento de mestrados profissionais e, sobretudo, por cursos de especialização *lato senso*, como os MBAs em administração, que não são regulados, nem entram nas estatísticas dos ministérios da Educação (MEC) ou da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). A PNAD contínua 2/2016 identificou 820 mil estudantes de pós-graduação no Brasil, dos quais 515 mil em cursos de especialização, 200 mil em cursos de mestrado e 105 mil em cursos de doutorado. A pesquisa também mostra que a idade média dos alunos de pós-graduação é de 34 anos, o que indica que esses cursos são, sobretudo, de titulação e educação continuada para profissionais já estabelecidos, e não para jovens em processo de formação.

O Censo da Educação Superior do MEC não inclui dados dos cursos de pós-graduação, o que dificulta um entendimento mais preciso do que está ocorrendo. Na população total, havia 2,3 milhões de pessoas com títulos superiores de especialização, 575 mil com mestrado e 243 mil com doutorado. Entre os doutores, 54% trabalhavam como professores universitários.

Outra fonte, a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho, identificou 363 mil pessoas no Brasil com títulos de mestrado e doutorado em dezembro de 2014, das quais cerca de metade trabalhava em educação, e cerca de um terço na administração pública. A distribuição das atividades de mestres e doutores é similar, e aponta na mesma direção: eles se dedicam, predominantemente, a atividades educativas e de administração pública nos diversos setores.

O número de pós-graduados que se dedicam à pesquisa nesse contexto é muito pequeno, embora muitos dos que aparecem nos setores de ensino e administração podem ser também pesquisadores. O setor produtivo privado ocupa um número muito pequeno de pessoas altamente qualificadas, com predomínio da área de saúde.

Figura 3. Educação superior: atividade profissional

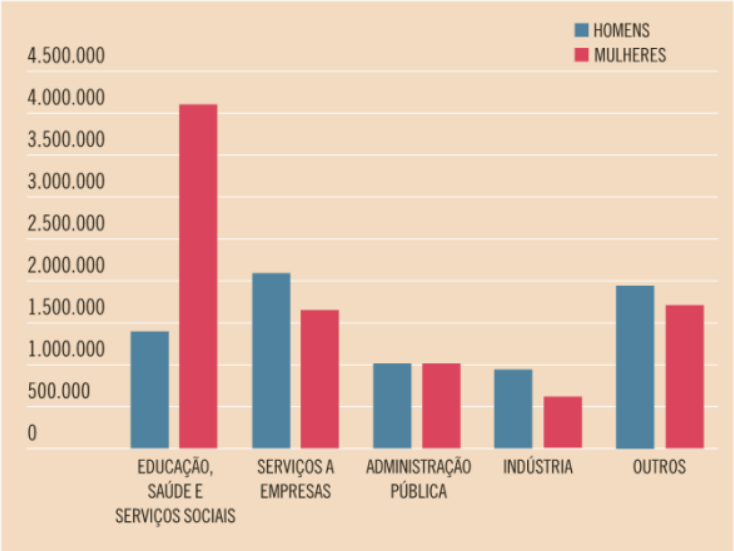
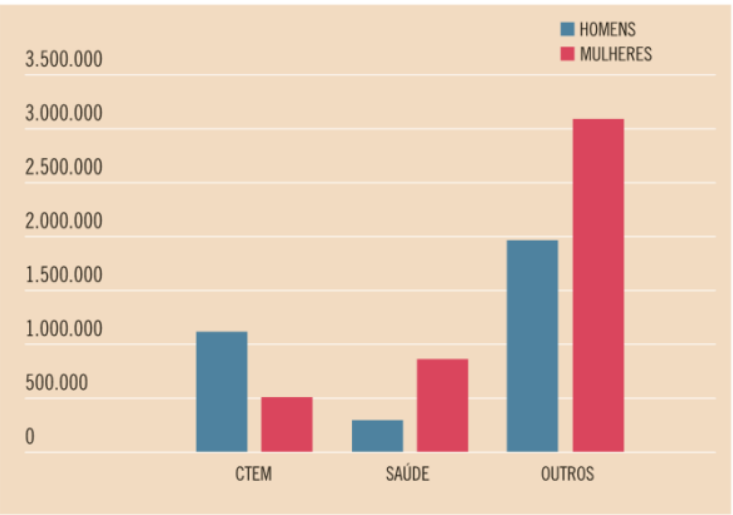


Figura 4. Matrículas na educação superior, por áreas do conhecimento



Ensino médio O acesso ao ensino médio no Brasil cresceu rapidamente até 2004, quando então quase estacionou. Em 1992, somente 18,3% dos jovens de 15 a 17 anos estavam no ensino médio; em 12 anos, esse percentual passou para 45,7%, e chegou a 56,5% em 2014. Naquele ano, 65% dos jovens com 25 anos haviam concluído o ensino médio em algum momento.

O ensino médio brasileiro foi organizado na década de 1940 como um curso preparatório para uma pequena elite que se dirigia aos estudos universitários, dado em um pequeno número de escolas públicas altamente seletivas e em escolas particulares, sobretudo religiosas. Para as moças, havia a alternativa dos cursos

>>>

normais de formação de professoras; para os mais pobres, havia um número limitado de escolas agrícolas, industriais e comerciais. Apesar da massificação e de muitas modificações da legislação nos anos posteriores, a concepção tradicional do ensino médio quase não se alterou desde então e, a partir da Lei de Diretrizes e Bases, de 1996, ficou estabelecido que o ensino técnico de nível médio só poderia ser feito de forma complementar ao currículo tradicional, e não como uma alternativa, como ocorre na grande maioria dos países.

Hoje, embora algumas instituições públicas ofereçam ensino técnico integrado ao regular, em cursos de tempo integral, a maior parte dos que buscam essa formação dirige-se a estabelecimentos privados depois de terminar o ensino médio regular, de proveito duvidoso. O censo escolar de 2015 identificou 10,6 milhões de matrículas no ensino médio, das quais 7,6 milhões em cursos regulares (propedêuticos), 1,3 milhão em cursos de educação de jovens e adultos (EJA) e 1,7 milhão em cursos técnicos, que, na verdade, são cursos profissionais nas diversas áreas. A legislação brasileira exige o curso médio completo para que o curso técnico de nível médio tenha validade, e 790 mil dos que faziam esses cursos já haviam completado o ensino médio regular, e outros 511 mil faziam os dois cursos simultaneamente.

Os Institutos Federais de Ciência e Tecnologia e o Centro Paula Souza do Estado de São Paulo também oferecem cursos de tempo integral combinando o ensino propedêutico e profissional: 319 mil estudavam dessa forma. A admissão para esses cursos é feita em geral por concurso, os estudantes tendem a ser jovens, e a principal motivação é se preparar para os exames de ingresso para as universidades públicas.

A maioria dos alunos desses cursos são mulheres, e elas se concentram sobretudo nas áreas de ambiente e saúde e gestão e negócios; já os homens se dirigem principalmente para as áreas de controles e processos industriais, informação e comunicação (figura 5). A maior parte das matrículas estão no setor privado, com 34,5%, seguida das redes estaduais, com 31,1% (com destaque para a rede Paula Souza do estado de São Paulo). Os Institutos federais só contribuem com 18,8% da matrícula, e o Sistema S, incluindo o Sesi/Senai e Sesc, outros 12,7%. A razão pela qual o Sistema S aparece tão pouco é que ele se concentra, sobretudo, nos cursos curtos de formação inicial e continuada, que não fazem parte do ensino médio.

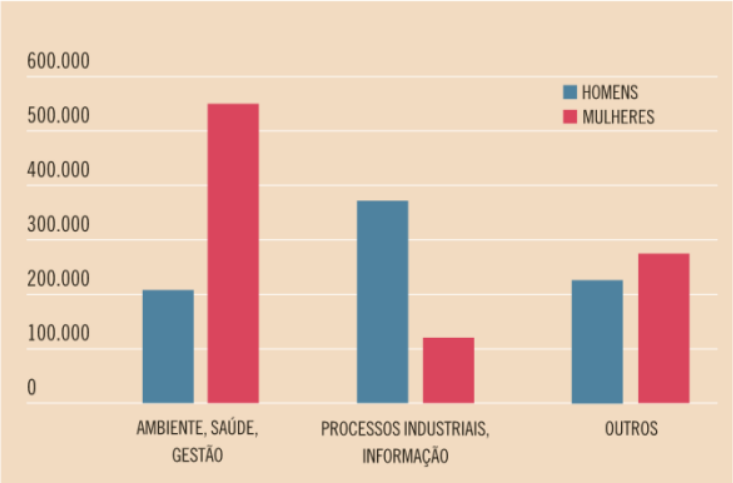
Expansão perversa

Esses dados confirmam que a educação brasileira vem se expandindo ao longo dos anos, tanto no nível superior quanto no médio, de forma perversa, sem criar alternativas claras de formação para um público cada vez mais diversificado, que busca aumentar seus conhecimentos e suas qualificações formais.

No nível médio, ao contrário do resto do mundo, todos devem seguir os mesmos cursos tradicionais, e a qualificação profissional só pode ser feita como formação adicional, embora a grande maioria nunca chegue ao ensino superior. No nível superior, também na contramão da maioria dos países, os cursos de curta duração, denominados 'tecnológicos' (embora concentrados nas áreas de serviços), só tinham 13,2% das matrículas; todos os demais cursos são considerados igualmente 'universitários': submetem-se a exigências de pós-graduação e pesquisa semelhantes e proporcionam diplomas de mesma validade em todo o país, embora grande parte deles seja, na prática, dedicada exclusivamente à formação profissional.

A justificativa muitas vezes apresentada para essa situação é que a criação de alternativas de formação de nível médio e superior poderia levar a cursos e instituições de segunda classe, que diplomariam estudantes e profissionais sem formação crítica e científica, necessária a todos. O resultado, na prática, é o oposto: a falta de alternativas torna a educação altamente discriminatória, excluindo ou prejudicando os que não têm condições ou

Figura 5. Matrículas em cursos técnicos de nível médio



não têm acesso às instituições e carreiras mais privilegiadas, como se vê pelo grande número dos que não completam a educação média ou não atingem as notas mínimas de desempenho no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) para ingresso na educação superior e terminam, se tanto, com títulos vazios de conteúdo e de pouco valor no mercado de trabalho.

Para compensar a rigidez e as limitações do sistema educacional, a sociedade brasileira vem desenvolvendo, desde os anos 1940, uma série de alternativas de formação fora do sistema educacional regular, sobre as quais inexistem informações sistemáticas. Entre elas, estão os cursos de formação profissional de curta duração oferecidos pelo Sistema S e por escolas profissionais livres, bem como cursos e treinamentos dados por empresas e organizações governamentais e não governamentais, sindicatos e associações, que atingem uma estimativa de 27 milhões de pessoas em um ano.

A existência desse setor invisível é salutar, e sua informalidade pode ser uma vantagem, já que abre espaço para flexibilidade e experimentação. Mas isso não é razão para que o setor formal da educação, responsável pelos certificados legalmente reconhecidos e usados por todos, continue com as atuais distorções.

Novos caminhos No conjunto da educação brasileira, o setor de ciência, tecnologia, engenharia e matemática é relativamente pequeno – e não poderia ser muito diferente, dadas as características do mercado de trabalho e da inserção do país na economia internacional, que levam ao predomínio do setor de serviços. Mas, se o país conseguir formar um número mais significativo de pessoas com boa capacitação nessas áreas, serão criadas oportunidades para o desenvolvimento de uma economia mais sofisticada em todos os setores. Atualmente, as atividades de rotina estão sendo ocupadas por máquinas e computadores, e há uma demanda crescente por pessoas com ampla capacidade de entendimento e raciocínio, o que inclui necessariamente as competências matemáticas e a familiarização com as novas tecnologias de informação e comunicação.

Para preencher essa lacuna, é indispensável que os estudantes tenham acesso a oportunidades educacionais compatíveis com seus interesses e suas competências e que não sejam forçados a estudar coisas que não lhes digam respeito. Para isso, várias alterações devem ser feitas no sistema educacional brasileiro.

No ensino médio, é preciso criar opções de especialização e aprofundamento, tanto para as diferentes áreas de formação superior – ciências, matemática, engenharias, saúde, ciências sociais etc. – quanto para as várias modalidades de ensino técnico e profissional, reduzindo, assim, o número de matérias obrigatórias. Como consequência, o Enem deve ser alterado para permitir avaliações das diferentes trajetórias.

No ensino superior, devem-se fortalecer e expandir as oportunidades de formação tecnológica e profissional de curta duração; e, na pós-graduação, os mestrados acadêmicos precisam evoluir para doutorados plenos ou se transformar em mestrados profissionais. Os doutorados e o sistema de avaliação dos cursos de pós-graduação mantido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) também precisam ser revistos, para que abandonem padrões exclusivamente acadêmicos e incorporem critérios de relevância social e econômica.

Além disso, deve ser possível, a partir de cada nível e opção, buscar novas trajetórias e alcançar níveis mais altos de formação, sem obstáculos formais dissociados das motivações e da capacidade de estudo e trabalho de cada um. Não sabemos bem como fazer isso, será um longo aprendizado. Mas é assim que ocorre no resto do mundo, e não podemos continuar sempre para trás. CH

Sugestões para leitura

ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. *O ensino das ciências e a educação básica – Propostas para superar a crise*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2007.

CGEE. *Mapa da educação profissional e tecnológica: experiências internacionais e dinâmicas regionais brasileiras*. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2015.

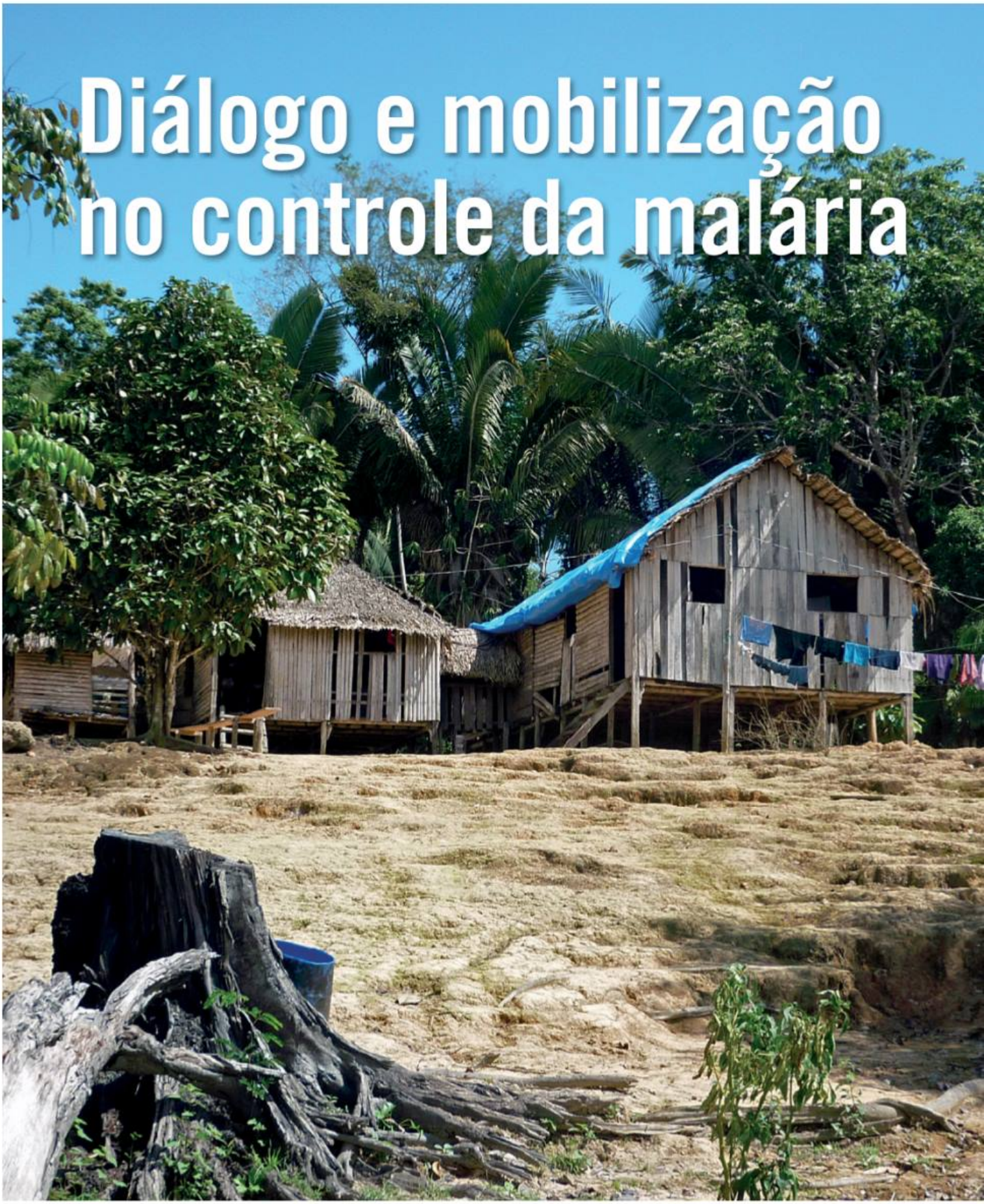
OLIVEIRA, M. P. P. DE, NASCIMENTO, P. A. M., MACIENTE, A. N., CARUSO, L. A., E SCHNEIDER, E. M. 'Formação de profissionais das áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM)' (v. 4). In *Rede de pesquisa formação e mercado de trabalho – Coletânea de artigos*. Brasília: IPEA/ ABDI, 2014.

SCHWARTZMAN, S. E MOURA CASTRO, C. DE. 2013. 'Ensino, formação profissional e a questão da mão de obra'. *Ensaio: Avaliação e políticas públicas em educação 21*. Rio de Janeiro: v.21, n. 80, pp. 563-624, 2013.

NA INTERNET

Censo da Educação Superior - Principais Resultados: http://portal.inep.gov.br/visualizar/-/asset_publisher/6AhJ/content/dados-apontam-aumento-do-numero-de-matriculas?redirect=http%3a%2f%2fportal.inep.gov.br%2f

Diálogo e mobilização no controle da malária



Vista da chegada de barco à comunidade do Lago do Puruzinho

FOTOS: CLAUDIO EDUARDO DE AZEVEDO E SILVA

A malária é um grave problema de saúde pública no mundo. No Brasil, quase todos os casos ocorrem na Amazônia. Uma estratégia que se mostrou eficaz para combater esse problema foi a criação de um espaço de diálogo, troca de informações e reflexão em uma comunidade da região amazônica para a definição de medidas de prevenção contra a doença adequadas à realidade local. O trabalho resultou em ações de proteção individual, de mobilização da comunidade e de educação em saúde, o que favoreceu a diminuição dos casos de malária na população.

Claudio Eduardo de Azevedo e Silva
Instituto de Pesquisa Translacional em Saúde e Ambiente na Região Amazônica
Sergio Augusto Coelho de Souza
Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC
Raimundo Nonato dos Santos
Associação de Moradores da Comunidade do Lago do Puruzinho (AM)
Marcio Rodrigues Miranda
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, campus Lábrea
Wanderley Rodrigues Bastos
Núcleo de Ciências Exatas e da Terra, Fundação Universidade Federal de Rondônia
Olaf Malm
Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro

O que a dengue, a filariose, a febre amarela, a chikungunya e a malária têm em comum? São doenças transmitidas ao homem por mosquitos, que atuam como vetores. A Organização Mundial da Saúde estima que 17% da carga global de doenças infecciosas sejam transmitidos por vetores. Entre essas doenças, está a malária, um dos maiores problemas de saúde pública no Brasil, principalmente na região Norte. Em 2014, foram registrados no país 144.111 casos de malária, sendo que 99,6% deles ocorreram na Amazônia.

A malária, doença infecciosa que pode levar à morte, é transmitida por diferentes espécies de mosquitos do gênero *Anopheles*. No Brasil, destacam-se cinco espécies, sendo *Anopheles darlingi* o principal vetor. Os vetores da malária são conhecidos por diferentes nomes populares, como carapanã, muriçoca, sovela, mosquito-prego e bicuda.

>>>

A malária que afeta o ser humano é causada por cinco espécies de protozoários do gênero *Plasmodium*. Entre elas, as mais importantes são: *Plasmodium falciparum*, causadora do maior número de mortes; e *Plasmodium vivax*, espécie com maior distribuição no mundo.

O Ministério da Saúde recomenda diversas ações integradas para controlar a malária, como a mobilização de comunidades afetadas e a realização de atividades de educação em saúde. Além de divulgar informações sobre a doença, o governo ressalta a importância de se transmitirem conhecimentos práticos de prevenção e controle dos vetores, por meio de medidas simples de proteção individual e/ou coletiva.

Diante dessas recomendações do Ministério da Saúde, foi desenvolvido um projeto de prevenção da malária na comunidade do Lago do Puruzinho, no município de Humaitá, no Amazonas, que incluiu a criação de um espaço de diálogo sobre a doença e a promoção de ações que pudessem ser realizadas pela própria população.

Isolamento e endemismo O Lago do Puruzinho, situado na área legal da Amazônia brasileira, tem aproximadamente 120 habitantes (sendo a maioria crianças), distribuídos em 23 famílias (figura 1). Nosso grupo de estudo tem projetos conjuntos com essa população desde 2002. Nesse período, foram abordadas outras doenças parasitárias, principalmente verminoses.

Mas a malária é a principal preocupação dessa população em relação à saúde e sua incidência é alta na comunidade (1.000 casos em 10 anos), o que motivou a escolha do Lago do Puruzinho para esse projeto de prevenção da doença, que teve a colaboração da Secretaria Municipal de Saúde de Humaitá (AM) e da Fundação de Vigilância em Saúde do Amazonas. A existência de um trabalho prévio no local, bem como o fato de estar em uma área endêmica de malária e representar uma comunidade ribeirinha tradicional da Amazônia, também foram motivos para a realização do projeto no Lago do Puruzinho.

Debate e reflexão Para promover a troca de informações sobre a malária e suas formas de prevenção, foi adotada uma abordagem conhecida como indagação comunitária, que incentiva o questionamento e o debate sobre os problemas que incomodam a população. Nesse contexto, esse trabalho promoveu o diálogo com as famílias separadamente, reuniões com a comunidade e o chamado ciclo de indagação (figura 2).

O ciclo de indagação, usado em diversos países da América Latina, é uma ferramenta que estimula a curiosidade por meio da observação e consiste em três passos. Primeiro, elabora-se uma pergunta, estimulada por observações, curiosidades, experiências e conhecimentos prévios (marco conceitual). O segundo passo, chamado de ação ou experiência de primeira mão, é dedicado à coleta e análise de informações que permitam responder a pergunta inicial. Por fim, é feita uma reflexão sobre os resultados obtidos, considerando se eles são aplicáveis a um âmbito mais amplo. As reflexões podem levar a um novo ciclo de indagação.

Para o projeto de prevenção da malária, o ciclo de indagação foi aplicado duas vezes, uma no início e outra no final do trabalho, em 2012 e 2013, respectivamente. Todas as famílias do Lago do Puruzinho foram convidadas a participar, mas apenas 48% delas concordaram e enviaram representantes. Na primeira indagação, caracte-

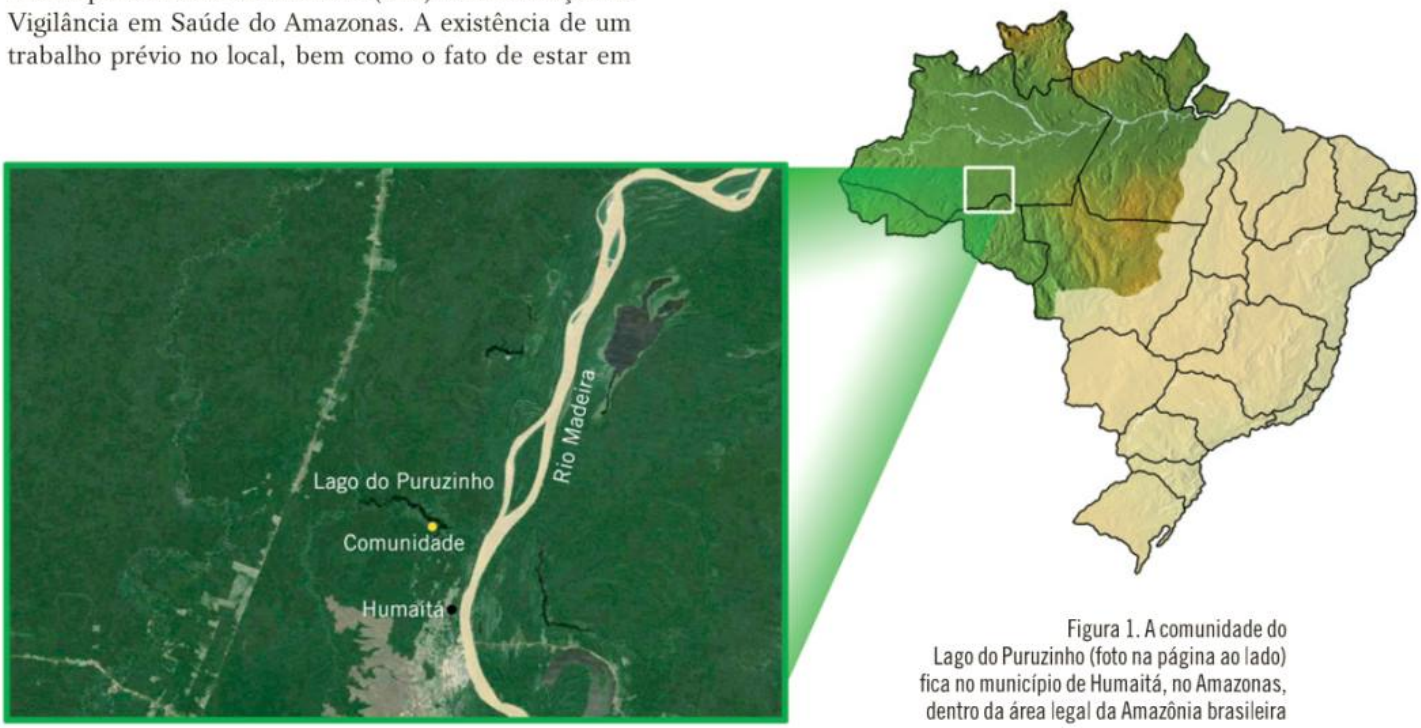


Figura 1. A comunidade do Lago do Puruzinho (foto na página ao lado) fica no município de Humaitá, no Amazonas, dentro da área legal da Amazônia brasileira

Figura 2. Uma das estratégias usadas para promover a troca de informações sobre a malária e suas formas de prevenção foi o chamado ciclo de indagação, formado por três passos: diálogo entre membros da comunidade para a formulação de uma pergunta, estimulada por experiências e conhecimentos prévios; coleta e análise de informações que permitam responder a pergunta inicial; e reflexão sobre os resultados

rizou-se o perfil (sexo e idade) de quem contraiu malária na comunidade entre 2003 e 2012, utilizando informações cedidas pela Secretaria Municipal de Saúde de Humaitá. Esses dados permitiram observar qual grupo de pessoas estava mais vulnerável à malária no período. Os participantes dos ciclos de indagação puderam se identificar nesse cenário e reconhecer comportamentos na sua história de vida que facilitaram a transmissão da malária. Isso contribuiu para promover mudanças de atitude tanto dos participantes quanto de seus familiares, principalmente os filhos.

Os dados mostraram que o maior número de casos de malária no Lago do Puruzinho se concentrou em pessoas em idade escolar, principalmente homens entre 10 e 19 anos. O predomínio de registros nessa faixa etária foi atribuído pelo grupo ao fato de crianças e adolescentes ficarem fora de casa no horário de maior atividade do mosquito, ou seja, ao anoitecer. Entre os adultos, a ocorrência majoritária da doença em homens também foi associada à maior exposição ao vetor, desta vez por causa do trabalho (pesca, lavoura e extrativismo).

Ações comunitárias Após a discussão dos resultados, o grupo sugeriu algumas ações para a prevenção da malária no Lago do Puruzinho, entre elas, a conscientização de crianças e jovens. Além disso, os participantes propuseram que o microscopista da Secretaria Municipal de Saúde alocado na comunidade (responsável pela realização dos exames de malária e pelo tratamento da população) fizesse um acompanhamento maior das pessoas que chegam ao Lago do Puruzinho, principalmente as oriundas de localidades com alto índice de malária. Alguns estudos demonstram que os deslocamentos humanos têm importante papel na disseminação e na manutenção da malária na Amazônia. A experiência da própria comunidade também identificou essa possível fonte de entrada.

Paralelamente à realização do primeiro ciclo de indagação, os pesquisadores verificaram que a maioria das casas da comunidade tinha paredes e pisos suspensos (chamados de jirau) incompletos, além de não ter tela nas portas e janelas, o que facilitava a entrada do vetor. Esse cenário é muito comum nas comunidades ribeirinhas da Amazônia e dificulta o controle da malária.

A partir dessa observação, foi proposta a realização de um trabalho comunitário, que consistiu em instalar telas nas janelas e fechar as paredes e os pisos das casas, para diminuir a transmissão da doença dentro dos lares. A intenção era gerar um ambiente domiciliar mais seguro para a permanência das famílias durante o período de maior atividade dos mosquitos (figura 3).

Após reunião com a comunidade, 48% das famílias aceitaram o trabalho comunitário. Foram colocadas telas nas janelas e fixadas ripas de madeira (conhecidas como mata-juntas) entre as tábuas que constituem as paredes das casas. Telas também foram instaladas ao redor do piso suspenso. Essa ação, idealizada pelos membros da comunidade, foi uma adaptação das medidas de proteção à realidade local e regional, já que a construção de casas com jirau é comum na Amazônia.

Segundo os participantes, depois dessas mudanças, a presença de insetos – incluindo mutucas (insetos que se alimentam de sangue), marimbondos e diversos mosquitos – diminuiu dentro das casas. Tal fato demonstra a importância de medidas de proteção em ambientes propícios à transmissão de doenças mediadas por vetores dentro dos lares.

>>>

Figura 3. Processo de vedação de uma casa do Lago do Puruzinho para evitar a entrada de insetos, incluindo o mosquito transmissor da malária

Medidas eficazes No segundo ciclo de indagação, realizado no final do projeto, os casos de malária ocorridos antes e depois da intervenção feita pela população foram comparados e discutidos. A análise usou como base o número de casos da doença registrados quatro anos antes e um ano após a intervenção. Antes do 'fechamento' das casas, a ocorrência anual de malária variou entre 9 e 57 casos; no ano posterior às mudanças, não houve registros de malária no Lago do Puruzinho.

Os participantes do ciclo de indagação discutiram os resultados e creditaram a diminuição no número de casos a múltiplos fatores. Entre eles, estão: a participação da população do Lago do Puruzinho no projeto; o acompanhamento das pessoas que estão chegando à comunidade de outras regiões pelo microscopista da Secretaria Municipal de Saúde; o fechamento das casas com mata-juntas e telas; a chegada da energia elétrica (por meio do Programa Luz para todos', do Ministério de Minas e Energia), já que os mosquitos atacam mais no escuro; e o uso de mosquiteiros impregnados com inseticidas doados pelo programa de combate à malária do governo federal.

Durante o projeto, o ciclo de indagação foi aplicado a uma questão cotidiana e usado no monitoramento contínuo da ocorrência de casos de malária por ano na comunidade. No final do trabalho, o grupo formulou a pergunta: "Qual a diferença no número de casos de malária três anos antes e três anos depois de se fecharem as casas com os telamentos?". Desde então, o monitoramento continua sendo feito pela própria população do Lago do Puruzinho, o que faz do ciclo de indagação um instrumento de educação em saúde.

O monitoramento dos casos da doença, as reflexões sobre os resultados obtidos e as ações desenvolvidas demonstraram que a comunidade se mobilizou para a resolução de um problema grave local. O aumento da coesão do grupo também foi observado ao longo do trabalho, quando as lideranças da comunidade se mostraram mais atuantes e representativas, tanto dentro do grupo quanto nas relações com o poder público. Dar poder à população é um dos objetivos da indagação comunitária, principalmente quando se trata de grupos negligenciados pela sociedade. Os resultados desse projeto demonstram a importância da mobilização social e da educação no combate à malária. CH

Sugestões para leitura

ARANGO, N; CHAVES, M.E.; FEINSINGER, P. *Princípios e prática do ensino de ecologia no pátio da escola*. 1ª ed. Curitiba (PR): CRV, 2014. 218 p.

COELHO-SOUZA, S.A.; MARBA, P.; MIRANDA, M.R.; AGUM, R.; PITARELLO, B.; VANNIER, M.; PANETTI, C.; FUENTES, E.; AZEVEDO-SILVA, C.E.; MALM, O.; BASTOS, W. *Alternativas sustentáveis na falta de saneamento básico para populações ribeirinhas amazônicas: uma abordagem desde a indagação comunitária até a bioconstrução coletiva*. Anais do VII GeoSaúde 2015, pp. 1050-1064. (disponível em: *http://www.geosaude2015.icict.fiocruz.br/content/anais*)

NA INTERNET

Página do Ministério da Saúde sobre malária:
http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/664-secretaria-svs/vigilancia-de-a-a-z/malaria/12-malaria/12194-como-se-prevenir

FOTO ARQUIVO PESSOAL

GERAÇÕES, ANALOGIAS E GOLPES

'Se a primeira analogia subestima a inteligência daqueles de 'minha geração', que pensavam na política como um lugar de elaboração de alternativas amplas e generosas à sociedade capitalista, a segunda ofende a memória dos que foram testemunhas de 1964

"Minha geração": quase toda gente que pertence à camada de letrados recorre à expressão, muitas vezes com um travo de sentimentalismo ou de orgulho. Refere-se assim não só a um agrupamento circunscrito pela estatística, mas a uma comunidade feita de percepções, de subjetividade ativa, composta por homens que compartilham de modo distinto dos dilemas políticos, ideológicos, culturais, dos valores comportamentais, no horizonte de uma mesma contemporaneidade. Nela, algo de marcante que foi experimentado em comum a caracterizaria. E esses traços aparecem, sobretudo, durante o período de formação dos envolvidos, em que algo da circunstância reinante – acontecimento ou mudança – veio a servir de identificação para aquele grupo.

Poderia ser coisa trivial – uma moda, por exemplo; ou um evento traumático, como o golpe militar de 1964, ferida narcísica de 'minha geração' e com a qual tenho, bem ou mal, de conviver. Foi provavelmente esse recalque que me levou a implicar com duas analogias proclamadas e repetidas durante os conflitos recentes em torno do *impeachment*.

A primeira é a que vê ali um eco remanescente das batalhas pelo socialismo contra as forças do capital quando o que se tem é uma oposição entre duas linhas de gestão e, eventualmente, de reforma do capitalismo internacionalizado, em um país da América Latina.

Somos cientes: a administração petista promoveu uma política de distribuição de renda de amplitude excepcional na história recente do país. Para isso, fez uso de vantagens surgidas no bojo do desenvolvimento do capitalismo internacional: o *boom* de exportação das *commodities*, a relativa vantagem comparativa de nossos mercados financeiros frente à depressão do valor dos juros na banca internacional etc. Portanto, teve o seu dia de partido social democrata bem-sucedido no continente americano. Em contrapartida, a reforma do Real, feita no governo Itamar Franco, foi um exemplo original de intervenção estatal para debelar a inflação, com efeito similar na melhoria da renda das classes assalariadas.

A outra analogia é a que compara o momento atual com o golpe de 64. As esquerdas brasileiras, que nunca tiveram presença hegemônica em governo nacional algum durante a vigência plena da Constituição de 1946, começaram timidamente a crescer à sombra da democracia do segundo governo [Getúlio] Vargas e da presidência de Juscelino Kubitscheck, na década de 1950. Períodos permanentemente ameaçados pelo veto militar, com intervenções diretas das forças armadas em várias ocasiões. Naquele contexto, a posse de João Goulart, impedida momentaneamente por um golpe de estado, nasce de um compromisso com as forças conservadoras, e a sua permanência no poder não chegou a completar um quatriênio.

Ora, o controle do Poder Executivo pelo PT durou 13 anos, um dos mais longevos situacionismos em nossa história republicana. Durante esse tempo, formulou e executou políticas, investiu, subvencionou, distribuiu recursos, nomeou e demitiu; enquanto transacionava, se compunha e se aliava com vasta gama de políticos e partidos convencionais, muitos dos quais se transformaram em algozes durante o *impeachment*. Procurar caracterizar-se como governo indefeso, tal qual o de Jango, constitui mais do que uma impropriedade. É praticamente uma confissão de incompetência.

Portanto, se a primeira analogia subestima a inteligência daqueles de 'minha geração', que pensavam na política como um lugar de elaboração de alternativas amplas e generosas à sociedade capitalista, a segunda ofende a memória dos que foram testemunhas de 1964.

Em 1964, o novo regime, após depor o presidente, governadores, encarcerar centenas de pessoas, espancar e matar outras tantas, baixa um ato legislativo que traz uma fórmula capaz de fazer inveja a Carl Schmitt: "[...] a revolução vitoriosa, como Poder Constituinte, se legitima por si mesma. Ela destitui o governo anterior e tem a capacidade de constituir o novo governo. Nela se contém a força normativa, inerente ao Poder Constituinte. Ela edita normas jurídicas sem que nisto seja limitada pela normatividade anterior à sua vitória".

Isto sim é um golpe de estado. CH

JOSÉ ALMINO DE ALENCAR
Fundação Casa de Rui Barbosa

Estrutura de parede da sacristia com pintura vermelha no rodapé. Ao lado, moeda de cobre de 1805, fabricada pela Casa da Moeda de Lisboa

Escavações em Jaguaribe

ACHADOS ARQUEOLÓGICOS REVELAM HISTÓRIA E ARQUITETURA DE ENGENHOS EM PERNAMBUCO

Como os engenhos de açúcar funcionavam no período colonial em Pernambuco? Qual era sua configuração arquitetônica? Com essas perguntas em mente, um grupo de pesquisadores da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) decidiu estudar um engenho bem peculiar, na antiga Sesmaria Jaguaribe, localizada hoje nos municípios de Abreu e Lima, Paulista e Igarassu. O chamado engenho Jaguaribe funcionou do século 16 até meados do 19. Voltado para a produção de cal e de bens de subsistência para a manutenção do mosteiro, Jaguaribe é um dos cinco primeiros engenhos instalados na Capitania de Pernambuco e o único que não foi fortemente atingido pela expansão urbana.

Liderado pelos arqueólogos Cláudia Oliveira, da UFPE, e Pedro Jiménez Lara, da Universidade Veracruzana, do México, o grupo vem fazendo escavações na região – onde também existia a Fazenda de São Bento de Jaguaribe, administrada por monges beneditinos – desde 2015 e já arrisca algumas hipóteses para explicar como se deu a ocupação do local, como funcionava o comércio de açúcar na época e quais as características arquitetônicas do engenho.

As primeiras pesquisas foram realizadas na área da capela da fazenda. Suas estruturas apresentam semelhanças com a primeira igreja instalada na Vila Igarassu, em 1535, consagrada aos santos Cosme e Damião.

"Além do material de construção usado em diversos períodos, foram identificados vários vestígios arqueológicos que indicam os hábitos dos moradores desde o século 16 até o século 20", comenta Cláudia Oliveira. "São fragmentos de faianças, uma aliança, moedas, botões, vidros de diferentes objetos – garrafas, frascos medicinais, perfumes etc. –, além de restos alimentares, como ossos bovinos e pedaços de crustáceos e moluscos provenientes do mar ou dos rios da área."

Segundo a pesquisadora, a faiança fina corresponde a um conjunto variado de técnicas e motivos decorativos – florais e geométricos – típicos dos séculos 18 e 19. Já as estruturas encontradas apresentam dimensões surpreendentes. "Esperávamos encontrar estruturas mais simples e menores, como nos primeiros engenhos", conta Oliveira.

Os pesquisadores acreditam que a análise dos vestígios arqueológicos permitirá reconstituir aspectos sociais, econômicos e ideológicos das sociedades da região em diferentes períodos. "Poderemos descrever os hábitos dos moradores e suas escolhas técnicas e identificar, inclusive, fatos que não foram narrados pela história oficial", aposta a arqueóloga. Ela imagina ser possível ainda revelar as estruturas das senzalas e do cemitério, trazendo dados sobre a escravidão e a morte dos habitantes da região.

POR ALICIA IVANISSEVICH

Cavalo de Troia

PESQUISADORES AVALIAM RISCOS PARA A SAÚDE DE NANOPARTÍCULAS LIBERADAS POR IMPLANTES DENTÁRIOS E ORTOPÉDICOS

O potencial impacto dos nanomateriais na saúde humana tem sido motivo de preocupação das agências de regulação, sobretudo, da área biomédica. Pesquisadores do Instituto Nacional de Metrologia (Inmetro) e do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), entre outras instituições brasileiras e estrangeiras, avaliaram os efeitos de nanopartículas de dióxido de titânio – de modo a imitar os resíduos provenientes de implantes ortopédicos e odontológicos – e concluíram que elas foram incorporadas pelas células ósseas e desencadearam alterações no ciclo celular. Embora esse mecanismo de internalização não tenha sido esclarecido até o momento, o estudo comprovou que a adsorção (retenção) de íons e proteínas do meio de cultivo mascarou as nanopartículas, facilitando sua incorporação celular e funcionando como um cavalo de Troia. Os resultados foram publicados no periódico *Nature Scientific Reports* de 29 de março.

Entre os materiais que oferecem confiabilidade, conforto e durabilidade, o titânio e suas ligas têm sido os de melhor custo-benefício. Filmes de titânio recobertos com nanopartículas metálicas vêm sendo usados em implantes dentários e cirurgias artroplásticas (nas articulações) totais do quadril pelas suas propriedades antimicrobianas e de elevada resistência à corrosão e ao desgaste, e por promoverem forte ligação com o osso (biocompatibilidade) e minimizarem o risco de infecção.

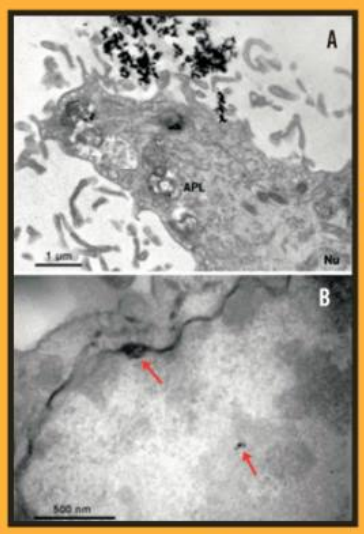
Mas a liberação e o acúmulo de resíduos do desgaste e/ou de íons metálicos resultantes de fenômenos de degradação da superfície dos implantes preocupam os especialistas, uma vez que podem causar necrose (morte) do tecido, além de complicações (osteólise asséptica), levando à falha dos próprios dispositivos implantados. Essas partículas residuais podem ainda entrar na circulação, alojando-se em tecidos e órgãos distantes do local onde foi feito o implante.

"Para se ter uma ideia, de 2008 a 2012, a agência norte-americana que regula drogas e alimentos (FDA) obrigou três fabricantes de implantes de quadril a recolher os seus produtos do mercado por causa da possibilidade de haver liberação de nanopartículas decorrente do desgaste mecânico excessivo dos implantes, na presença de um meio quimicamente agressivo", conta a engenheira biomédica Ana Rosa Lopes Ribeiro, do Inmetro, que coordenou o estudo.

Para realizar a pesquisa, foram usadas técnicas de microscopia eletrônica de transmissão (MET), espectroscopia por perda de energia de elétrons (EELS) e energia dispersiva de raio X.

Segundo Ribeiro, consta na literatura científica que quantidades variáveis de elementos metálicos liberados pela corrosão e pelo desgaste de implantes dentários são detectadas em tecidos vizinhos aos implantes, na saliva, mas também em outros órgãos, como cérebro e trato intestinal. "A resposta do organismo a essas partículas liberadas é uma das principais causas de perda do implante por osteólise periprostética (perda óssea em torno do implante)", afirma a engenheira biomédica. "Estudos *in vitro* revelam que íons e partículas de titânio aumentam o processo inflamatório e, em consequência, a reabsorção óssea", acrescenta.

A pesquisadora do Inmetro acredita que o estudo permitirá entender melhor o impacto das nanopartículas na saúde humana e contribuir com o diagnóstico mais preciso – e talvez mais rápido – de uma possível toxicidade celular induzida por nanopartículas provenientes de implantes dentários.



IMAGENS CEDIDAS POR ANA R. L. RIBEIRO

Células ósseas que receberam nanopartículas de dióxido de titânio em meio de cultura. Em A, é possível notar grande quantidade de nanopartículas entrando nas células (pontos mais escuros) e incorporadas por elas (B)

O olhar dos macacos

UACARIS-BRANCOS ENXERGAM AS CORES DE MODO DIFERENTE DE OUTROS PRIMATAS, O QUE PODE ESTAR RELACIONADO COM A SELEÇÃO SEXUAL

Imagine um estrangeiro visitando o Brasil sem protetor solar. A cara avermelhada após a exposição ao sol lembrará, certamente, a do macaco-inglês ou uacari-branco (*Cacajao calvus*), primata que habita a região amazônica e é originário das Américas. Carecas, com pelagem corporal vermelho-dourada e comportamento de bando – andam em grandes grupos de até 200 indivíduos –, esses macacos foram estudados por pesquisadores da Alemanha e da Inglaterra e por um biólogo e geneticista brasileiro durante o seu doutorado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O objetivo: entender como eles enxergam as cores – e uns aos outros – e que tipo de influência suas características externas têm sobre a visão. O estudo, publicado no periódico *Proceedings of the Royal Society B* de abril, mostrou que exis-te uma variedade genética entre os uacaris-brancos que favorece a disseminação de fêmeas com visão tricromática, como a dos humanos.

A retina humana tem três tipos de células receptoras para cor, ou cones (vermelho, verde e azul), que, misturados, são responsáveis pelo espectro que enxergamos – daí a chamada visão tricromática. Nessas células, encontram-se as opsinas – proteínas produzidas por genes. Na população de uacaris-brancos estudados na Amazônia peruana entre novembro e dezembro de 2010, foram identificados tanto indivíduos com visão dicromática (com apenas dois tipos de cones) quanto com a tricromática: os primeiros eram homozigotos (com pares de alelos de genes idênticos), enquanto os segundos tinham alelos paternos e maternos diferentes (heterozigotos).

"Todos os machos enxergam duas cores; já as fêmeas, por terem duas cópias do cromossomo X, onde está localizado um dos genes responsáveis pela visão, podem ser dicromáticas ou tricromáticas", explica o geneticista Josmael Corso, que participou da pesquisa durante seu doutorado 'sanduíche' na Universidade de Cambridge (Inglaterra).

Até aí, sem grandes novidades. Praticamente todas as espécies de macacos originárias da América seguem esse perfil. "A grande diferença é a variedade de alelos relacionados à produção da opsina encontrada nos uacaris-brancos", destaca Corso. "Foram seis alelos de um dos genes responsáveis pela visão, um deles registrado pela primeira vez na família de primatas à que pertence o uacari", acrescenta. "A presença de alelos que conferem absorção de luz em faixas ainda não registradas para a família do uacari é um ganho na compreensão da complexidade e variabilidade de formas visuais nos primatas."

A identificação de fêmeas com visão dicromática e tricromática fez os pesquisadores levantarem duas hipóteses princi-

Simulação da aparência de um uacari-branco para um observador humano (à esquerda) e para macacos com diferentes sistemas de visão de cores

pais: uma delas admite que fêmeas com visão tricromática teriam vantagens para distinguir bons parceiros, uma vez que aqueles mais saudáveis têm a face mais avermelhada – detalhe que pode passar despercebido pelas outras fêmeas. Indivíduos não saudáveis, com malária, por exemplo, apresentam a face pálida. Apesar dessa vantagem, apenas 35% das fêmeas têm essa habilidade.

Mas por que, então, essa proporção de indivíduos tricromáticos não é maior? Corso menciona a outra hipótese do estudo, que supõe que existam outros benefícios para os indivíduos dicromáticos, como diferenciar nuances de verdes, o que lhes permitiria distinguir e achar mais facilmente alimentos.

Para confirmar as diferentes vantagens para cada tipo de visão, são necessários experimentos comportamentais. No entanto, segundo o pesquisador, é difícil concretizar esse tipo de ensaio na natureza, uma vez que a espécie tem distribuição restrita e não é facilmente criada em cativeiro. "O uacari-branco pertence a um dos grupos de primatas mais vulneráveis da Amazônia, e a destruição ambiental é uma ameaça constante para esse grupo", alerta Corso. "Esperamos que estudos como esse mostrem a importância de manter e criar áreas de proteção para essa e para as demais espécies da biodiversidade brasileira."

FOTO FOTOS DE MARK BOWLER

FOTO F. MORAES – INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO

Esponjas no Amazonas

IDENTIFICADOS RECIFES EM ÁGUAS TURVAS, ONDE O RIO ENCONTRA O OCEANO

Pesquisadores de várias universidades federais e estaduais do país descobriram um sistema de recifes na foz do Amazonas – onde o rio encontra o Atlântico. Diferentemente das comunidades coralíferas conhecidas até então, que vivem em águas cristalinas, os recifes recém-encontrados habitam águas turvas e são majoritariamente formados por esponjas e rodolitos. O trabalho foi publicado no periódico *Science Advances* de 22 de abril.

O oceanógrafo Fabiano Thompson, do Instituto de Biologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – que coordenou o estudo junto com o biólogo Carlos Eduardo Rezende, do Laboratório de Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Norte Fluminense (Uenf) –, acredita que os recifes do novo bioma marinho amazônico podem apresentar maior capacidade de se adaptarem às mudanças (resiliência) de acidificação dos oceanos.

"Os recifes ocupam uma área de aproximadamente 9 mil km² que apresenta baixa luminosidade e alta quantidade de nutrientes e sedimentos, o que os diferencia de outros recifes", diz Thompson. Parte deles faz quimiossíntese (produz matéria orgânica a partir de minerais) em vez de fotossíntese, uma vez que não recebe luz solar.

Mal foram descobertos e já estão ameaçados. Segundo Thompson, há no bioma dezenas de espécies de esponjas ainda desconhecidas da ciência, além de rodolitos e outros invertebrados. Mas as principais petroleiras estão explorando nas proximidades da região, ou mesmo dentro do bioma, em busca de óleo e gás, colocando em risco esse grande patrimônio.

PRÁTICA PERIGOSA

Filme *Um homem entre gigantes* conta a história do médico que relacionou o futebol americano a lesões cerebrais graves

CONCUSSÃO é o nome que se dá ao trauma cerebral que provoca sintomas sem lesão estrutural. Nenhuma lesão? Nem tanto assim. *Concussion* é também o nome do filme exibido recentemente no Brasil com o horrível título *Um homem entre gigantes*, estrelado por Will Smith. O filme conta a história de um neuropatologista nigeriano, Bennet Ifeakandu Omalu que, ao autopsiar e examinar o cérebro de um ex-jogador de futebol americano que apresentava problemas neurológicos e psiquiátricos, terminaria por descobrir a relação entre sua doença e a prática continuada desse violento esporte.

Evidências sugerindo a relação entre trauma cerebral esportivo e deficiências neurológicas motoras, psiquiátricas e cognitivas não são propriamente novas e foram descobertas no pugilismo. Em 1928, o patologista norte-americano Harrison Martland (1883-1954), professor de medicina forense na Universidade de Nova York (Estados Unidos), descreveu 23 casos reportados a ele por um agente de boxeadores que sofriam de *punch-drunk state* (demência pugilística).

Em 1934, ele apresentou a história detalhada de um homem de 38 anos que lutava desde os 16 e que havia sofrido dois *knockouts* na carreira, um deles com uma hora de duração! Vinte anos depois do início dos sintomas, seu diagnóstico foi o de doença de Parkinson.

Estudando 224 lutadores de boxe aposentados entre uma população de 16.781 atletas registrados entre 1929 e 1955, o neurologista Anthony Roberts (1932-2011) encontrou lesões cerebrais em 37 casos (17% do total) e publicou, em 1969, o livro *Danos cerebrais em pugilistas: Um estudo da prevalência da encefalopatia traumática entre ex-lutadores de boxe profissionais*. Seus resultados, ainda que considerando as limitações tecnológicas da época, a possibilidade de influências coexistentes, como alcoolismo e uso de drogas, e possíveis predisposições genéticas, podem ser tidos como indicativos da relação entre o esporte e as lesões.

John Arthur Nicholas Corsellis, professor emérito de neuropatologia do Runwell Hospital, em Wickford (Inglaterra), e seus colegas descreveram em 1973 as alterações patológicas em 15 cérebros de boxeadores: degeneração com a presença dos chamados 'emaranhados neurofibrilares', perda neuronal, lesões em partes do cerebelo e abertura de comunicações em uma estrutura no meio do cérebro chamada *cavum septum pellucidum*.

Mais recentemente, tem sido estudada a forma moderna do problema, que se convencionou chamar de CTE (sigla em inglês para 'encefalopatia traumática crônica'). Essa forma incluiu alterações clínicas e patológicas ausentes nas descrições anteriores.

O primeiro caso da CTE foi descrito por Bennet Omalu e seus colaboradores em 2005, a partir da autopsia do jogador profissional de futebol americano Mike Webster, do time do Pittsburgh Steelers, aposentado da National Football League (NFL). Omalu, sexto de sete irmãos, neuropatologista nigeriano naturalizado norte-americano em 2015, nasceu em 1968 na cidade de Nnokwa. Em 1994, terminou um estágio em epidemiologia na Universidade de Washington e, em 1995, mudou-se para a Universidade de Columbia para fazer residência médica em anatomia patológica. Sua carreira nos Estados Unidos inclui formação em MBA pela Escola de Negócios Tepper, na Universidade CarnegieMellon, e um título em saúde pública pela Universidade de Pittsburgh.

DIVULGAÇÃO

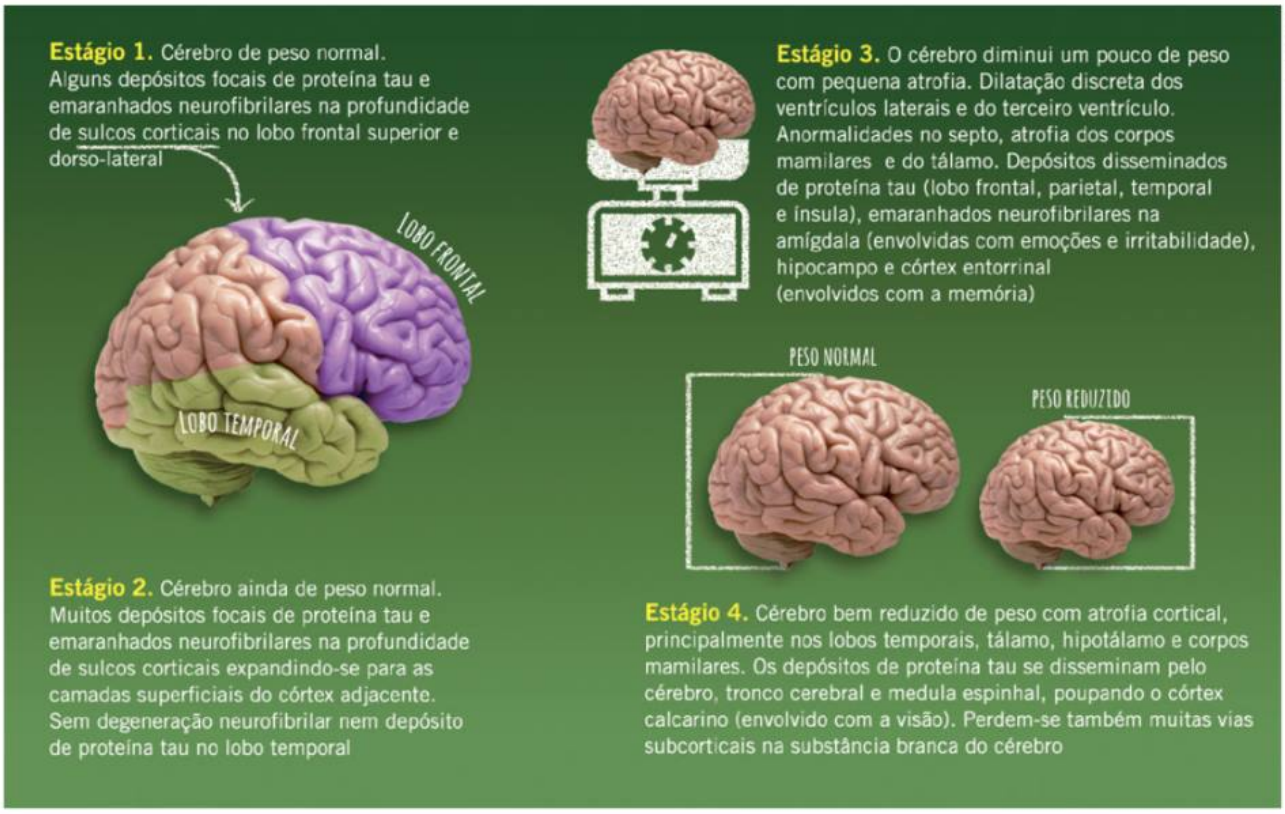


FOTO PIXABAY.COM

Estágios evolutivos da CTE, segundo Ann McKee, 2013

Outros casos foram acrescentados por Omalu em 2006, 2010 e 2011. Em 2009, a neuropatologista norte-americana Ann McKee e seu grupo, da Escola de Medicina da Universidade de Boston, encontraram 48 casos bem documentados de CTE. Em 2013, ela propôs quatro estágios sucessivos para a síndrome, sob o ponto de vista patológico (figura).

Na forma anterior, as alterações motoras semelhantes à doença de Parkinson (tremores, instabilidade na postura, entre outros) eram as principais, ao passo que a forma descrita por Omalu inclui anormalidades neuropsiquiátricas e comportamentais que predominam no início da doença e são marcadas ao longo de toda a evolução. As alterações do comportamento e do humor são precoces, com agitação, depressão, agressividade e isolamento social. As alterações cognitivas, que em alguns casos tendem a surgir posteriormente, incluem problemas de memória, atenção, linguagem, processamento das informações e planejamento das ações.

OS MALES DO ESPORTE Existem hoje evidências sólidas mostrando que jogadores profissionais de futebol americano estão sujeitos a deficiências cognitivas, alterações microestruturais da substância branca identificáveis por técnicas de neuroimagem, além de alterações metabólicas e moleculares desproporcionais à sua idade. Sabe-se também que não é apenas a repetição de concussões que pode levar à CTE, mas talvez um único trauma, ou uma sucessão de pequenos traumas, pode fazê-lo, mesmo em quem não é esportista.

As alterações verificadas na CTE são semelhantes às que ocorrem em outras doenças como na demência de Alzheimer. Uma das hipóteses que se consideram hoje é a de que o neurotrauma repetitivo aumenta o risco de alterações comportamentais e cognitivas relacionadas à idade. Assim, os traumas não levariam a uma doença completamente separada e independente, mas facilitariam a degeneração verificada em processos demenciais já conhecidos.

De certa forma, os traumatismos estariam, então, associados à diminuição da nossa 'reserva estratégica' cerebral, tornando os jogadores de futebol americano e boxeadores mais sujeitos a desordens neurodegenerativas que aconteceriam de forma natural muito mais tardiamente na vida.

Traumas não são benéficos ao sistema nervoso central. A CTE é uma afecção que tem sido demonstrada em atletas amadores e profissionais envolvidos em esportes com impacto interpessoal, bem como em militares expostos a explosões próximas.

O neurologista norte-americano Thomas Talavage, da Escola Weldon de Engenharia Biomédica da Universidade de Purdue (EUA), estudou jogadores entre 15 e 19 anos sem concussão e encontrou, mesmo assim, sinais de alterações neuropsicológicas e cognitivas, sugerindo a existência de subconcussões potencialmente nocivas.

O grupo do também neurologista norte-americano Robert Stern, da Universidade de Boston, apresen- >>>

FOTO PIXABAY.COM

tou, em 2013, resultados de análises dos cérebros de 36 indivíduos com CTE e suas autópsias: o futebol americano era o esporte de 80,6% deles, mas havia também três jogadores de hockey, um praticante de luta livre e três boxeadores. Em 11 casos, as alterações cognitivas surgiram primeiro (problemas de memória e planejamento executivo), ao passo que, em 13, as alterações do comportamento (explosividade, impulsividade, violência física e/ou verbal) vieram antes. As alterações do humor, sobretudo depressão, abriram o quadro em nove casos. Em nenhum deles, o primeiro sintoma foi motor – a idade média para o início dos sintomas foi 57,7 anos e, para o diagnóstico de demência, 72,6 anos. O prazo médio entre o diagnóstico da demência e a morte foi de oito anos. Morte por suicídio ocorreu em 18,2%.

Há, portanto, dois grupos de CTE: os que começam com distúrbios de comportamento, com início mais precoce, e os que abrem o quadro com problemas na cognição – estes mais propensos ao desenvolvimento de demência. Os fenômenos motores, como síndrome parkinsonina, parecem ser mais comuns da CTE em boxeadores.

A CTE é uma doença degenerativa, progressiva, que pode ser desencadeada por trauma frequente, ocasional ou mesmo único. Ela envolve anormalidades em proteínas que participam no desenvolvimento de demências, como a tau – esta proteína está presente nas células nervosas, tem papel fundamental na estrutura do cérebro e na eliminação de proteínas indesejadas, como a beta-amiloide. O desarranjo das proteínas tau dentro dos neurônios produz 'novelos' ou 'emaranhados' neurofibrilares, que são os selos da doença no cérebro.

DIVERSÃO COM PEQUENOS DESLIZES

Um homem entre gigantes, escrito e dirigido por Peter Landesman, baseado no romance *Game brain*, de Jeanne Marie Laskas (2009), é um filme que cumpre o que promete: entreter o espectador. O roteiro e a produção não fazem feio, garantindo diversão. Mike Webster, o futebolista aposentado, é encontrado morto na carroceria de sua *pickup*. O corpo é então autopsiado por Omalu, que verifica a presença de lesões em seu cérebro.

O herói supõe que as alterações sejam decorrentes dos traumas cranianos sofridos ao longo da carreira e, juntamente com seus colegas, publica os resultados, propondo que a morte tenha sido causada pela prática do esporte. Omalu descobre, em seguida, que outros três atletas já falecidos, Terry Long, Justin Strzelczyk e Andre Waters, sofriam dos mesmos sintomas que Mike.

O filme então é construído sobre a sua descoberta, a pressão sofrida pelo protagonista para que os resultados não fossem divulgados ou admitidos, e a vitória do bem sobre o mal. Os ingredientes hollywoodianos estão lá: o sonho de se tornar um cidadão dos Estados Unidos acima de tudo, a certeza de que a verdade sempre triunfa e vence o mal, e a fábula do imigrante inteligente representativo de minorias que com seu sotaque – bem trabalhado por Will Smith, por sinal – é finalmente reconhecido e supera tudo e todos. Nada a ponto de comprometer o divertimento, mesmo com alguns deslizes científicos.

O espectador é levado a imaginar que a descoberta de Omalu se deu a partir do zero. De fato, desde 1928, já se sabia das consequências do trauma repetido sobre o cérebro. Ele não descobriu a doença, mas chamou a atenção para a sua importância nos jogadores de futebol americano, além de nos boxeadores. Seu trabalho alerta para a necessidade de proteger o cérebro de traumas repetidos e contínuos, com consequências potencialmente desastrosas para o sistema nervoso central.

E o que podemos fazer para termos cérebros saudáveis pelo tempo mais longo possível? Além de ir ao cinema e proporcionar a eles o maior e mais variado número de experiências cognitivas possíveis, é fundamental praticar esportes regularmente, sem traumatismo craniano... Complementam as medidas: não fumar, tratar hipertensão, diabetes e colesterol elevado, quando for o caso, e alimentar-se de maneira saudável. Tratar bem o cérebro é a melhor forma de proporcionar a nós mesmos uma vida longa e feliz.

Maurice Vincent
Faculdade de Medicina,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

FOTO CICERO RODRIGUES

TERRA FÉRTIL

Em março de 1816, há 200 anos, chegavam ao Rio pintores, escultores, arquitetos, gravadores, mecânico, ferreiro, serralheiro, auxiliares e aprendizes

Duas ideias estratégicas, relacionadas ao agenciamento territorial e ao conhecimento, são fundadoras do Brasil independente. Curiosamente, partiram de agentes públicos situados em lados opostos na geopolítica europeia pós-Revolução Francesa. Em tempos como os atuais, quando damos pouca atenção ao tratamento do espaço brasileiro e pouco valorizamos as bases para um pensamento criador, convém refletir sobre tais momentos distantes 200 anos.

A primeira ideia foi formulada pelo primeiro-ministro inglês, Mr. William Pitt (1759-1906), em 1799, perante o seu parlamento. Ele, pioneiramente, defendeu a transferência da capital brasileira para o Planalto Central, após transferência da corte e instalação da sede do império português na América. Acenou então com a parceria inglesa para o domínio do comércio no Atlântico, isolando a França revolucionária.

Com amplo conhecimento sobre o território brasileiro, recomenda que a capital, que designa por Nova Lisboa, se implante no planalto, "nas vizinhanças do lago de Xarife", onde nascem as três bacias: do Prata, do Amazonas e do São Francisco. Isto é, onde hoje é Brasília. Dessa capital, traça "estradas reais", que, "à maneira de raios que correm do centro para a periferia", a ligam às principais cidades da época, como Caiena, Lima, Santiago, Buenos Aires, Rio de Janeiro, Olinda e Belém, "fazendo ao mesmo tempo navegáveis os mais rios que possam ser".

Caso o príncipe português não aceitasse a sugestão, Mr. Pitt assegurava que a Inglaterra teria condições suficientes para, por outros modos, vir a convencê-lo das vantagens dessa oferta. Não precisou tanto. A corte transferiu-se em 1807-8, mas a capital permaneceu no Rio de Janeiro.

Em 1815, é derrotado Napoleão Bonaparte (1769-1821). No contexto das negociações do Tratado de Viena, que vai redesenhar a Europa pós-Bonaparte, D. João VI cria o Reino Unido de Portugal, Brasil e Algarves. Era o tempo de modernizar essa parte do reino.

Convinha dotar o país de base profissional de nível superior para servir ao Estado e ao desenvolvimento. A capital e o reino precisavam se adequar aos parâmetros civilizatórios europeus, onde a França mantinha papel ímpar. Lá se encontravam intelectuais e artistas desamparados após a queda de Napoleão.

As negociações para compor o que depois se chamaria de Missão Artística Francesa se desenrolam à margem do Príncipe Regente, mas logo têm o seu apoio. E, em março de 1816, há 200 anos, chegavam ao Rio pintores, escultores, arquitetos, gravadores, mecânico, ferreiro, serralheiro, auxiliares e aprendizes.

É fundada, ainda em agosto, a Escola Real de Ciências, Artes e Ofícios – depois Academia Real de Belas Artes – e os cursos de arquitetura e de belas artes. São professores Auguste Grandjean de Montigny (1776-1850), arquiteto francês que recebera a maior honraria de arquitetura da época, o Grande Prêmio de Roma, e os artistas franceses Jean-Baptiste Debret (1768-1848) e Nicolas-Antoine Taunay (1755-1830), entre outros.

A escola teve sua primeira sede inaugurada em 1826, em terreno junto à hoje Avenida Passos, com projeto de Montigny. Durante o Estado Novo (1937-1945), o prédio foi demolido, restando hoje o espaço que serve como estacionamento. Seu pórtico principal foi trasladado para o final da aléa de palmeiras imperiais do Jardim Botânico. Desde os anos 1930, o curso de arquitetura passou à então criada Universidade do Brasil, hoje Universidade Federal do Rio de Janeiro.

São duas estratégias fundadoras que têm o território e o conhecimento como foco. Cento e cinquenta anos depois, elas se encontraram no mesmo lugar sugerido por Mr. Pitt e se materializaram sob o traço de dois dos principais herdeiros da histórica Missão Artística, os arquitetos Lucio Costa (1902-1998) e Oscar Niemeyer (1907-2012), formados pelo curso criado por Grandjean de Montigny.

Terra fértil! Nesta data do Descobrimento em que escrevo, convém lembrar que, pode até demorar, mas, em se plantando, dá.. CH

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

Terremotos no Brasil

Por que é importante entender os abalos sísmicos que ocorrem no país?

João Câmara (RN), 30 de novembro de 1986, às 3h22 rachaduras e colapsos destroem ou danificam mais de 4 mil casas, deixando as pessoas apavoradas e fazendo com que fujam de suas residências nas zonas urbana e rural. O município acabara de ser atingido por um tremor de 5,1 de magnitude. Nos meses seguintes, outros tremores menores ocorreram. Esse desastre natural advertiu que o Brasil não está livre de terremotos e que seus danos podem trazer consequências catastróficas para a população.

Terremotos não costumavam causar tantos estragos no passado, mas eles têm se tornado mais perigosos com a crescente urbanização e construção de obras civis cada vez maiores. Como disse certa vez o engenheiro sismólogo grego Nick Ambraseys, do Imperial College (Inglaterra), "terremotos não matam pessoas, mas as construções, sim".

Tremores de terra ou terremotos são vibrações provocadas pela passagem de ondas sísmicas geradas por fraturas, atividades vulcânicas ou desabamento de cavernas. Os tremores de terra geralmente ocorrem quando duas partes do subsolo se movem, uma em relação à outra, através de uma fratura denominada falha geológica.

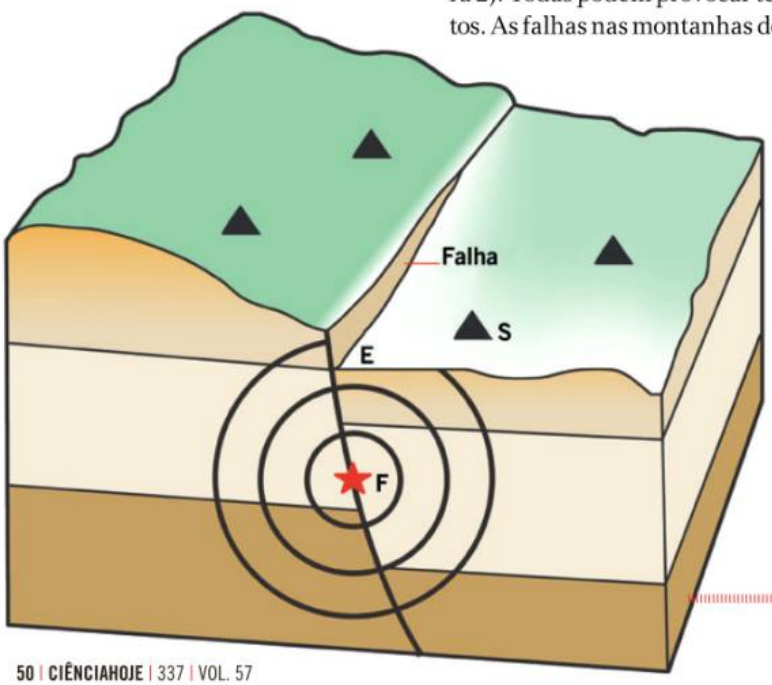
O local da ruptura é chamado de foco e sua projeção na superfície, de epicentro. Os terremotos são registrados por sismógrafos – equipamentos capazes de detectar vibrações do solo, muitas delas imperceptíveis para a população (figura 1). A maioria dos terremotos tem causas naturais, mas alguns podem ser induzidos pelo homem, como aqueles provocados pelo peso da água das barragens e sua infiltração no subsolo (ver 'Terremotos induzidos pelo homem, em *CH* 81).

Há três tipos de falhas geológicas: normal, inversa e transcorrente (figura 2). Todas podem provocar terremotos. As falhas nas montanhas dos Apeninos (Itália) correspondem ao primeiro tipo; as grandes falhas que ocorrem em áreas marinhas do Chile e Japão correspondem ao segundo; e a falha de Santo André, na Califórnia (EUA), corresponde ao terceiro.

Duas expressões são importantes para entender terremotos. A primeira é a intensidade sísmica, que mede os efeitos provocados pelos terremotos. Sua escala varia de I a XII. Intensidades I-IV são efeitos sentidos pela população e envolvem balanço de objetos suspensos. Intensidades V-VIII envolvem desde tombamento e quebra de objetos (V) até desmoronamento de construções (VIII). Finalmente, as intensidades entre IX e XII envolvem danos na natureza, desde rachaduras no solo (IX) até desvio de rios e mudança do relevo (XII).

A segunda é a magnitude sísmica, que está relacionada à energia liberada pelo terremoto e pode ser medida em diferentes escalas de magnitude. A mais conhecida delas é a escala Richter. Um terremoto de magnitude um pouco acima de 6,0 equivale à energia da bomba atômica lançada sobre Hiroshima (Japão).

Figura 1. Falha geológica que gerou um terremoto: F é o foco, o local de origem do tremor; E é o epicentro, localizado na superfície, acima do foco; e S é a estação sismográfica



REGISTROS NO BRASIL O Brasil não está livre de terremotos, apesar de estar situado no centro de uma placa tectônica e longe das bordas da placa onde geralmente eles ocorrem. O maior terremoto registrado no país aconteceu próximo à cidade de Porto dos Gaúchos (MT) em 1955 e teve magnitude de 6,2. Entretanto, a maioria deles tem magnitude abaixo de 3,0 e, por isso, os tremores não são sentidos pela população.

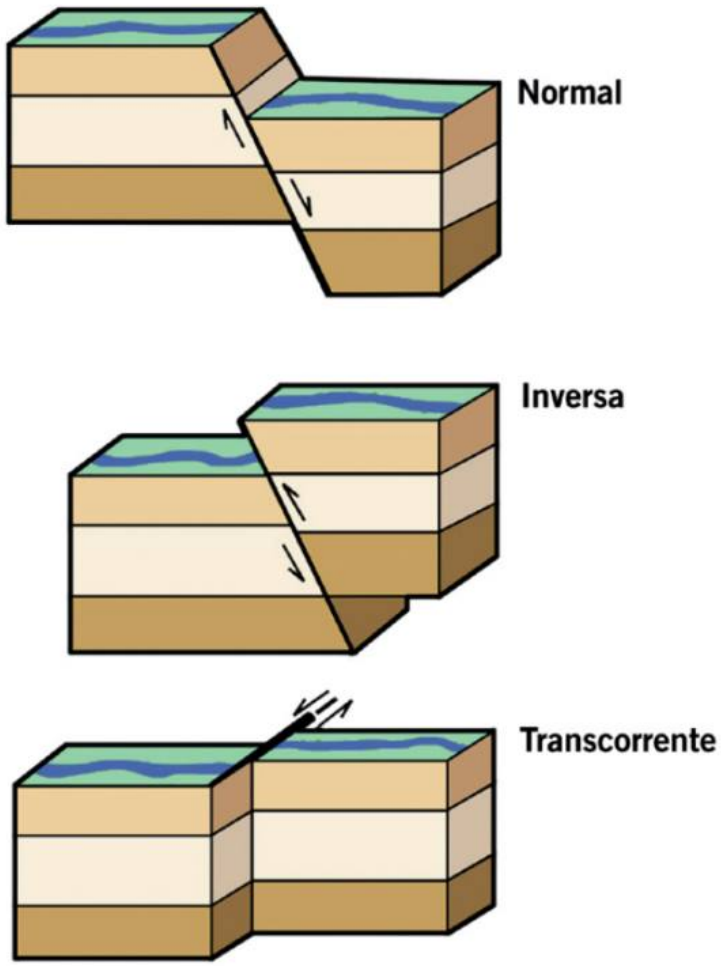


Figura 2. Tipos de falhas geológicas de acordo com o movimento relativo entre os blocos da crosta terrestre

Algumas áreas no Brasil têm sido mais afetadas por terremotos. Na faixa continental entre Natal (RN) e Fortaleza (CE), destaca-se a falha de Samambaia, a mais bem estudada falha geológica do ponto de vista sismológico no país. Ela tem mais de 30 km de extensão, entre 1 e 9 km de profundidade e gerou mais de 50 mil tremores entre 1986 e 1992.

Ocorrem terremotos também na falha denominada de lineamento Pernambuco, no trecho entre os municípios de Caruaru e Belo Jardim (PE). Terremotos têm sido frequentes também no norte de Minas Gerais, sul da Bahia e no mar ao longo da região Sudeste, onde ocorreu o terremoto a 250 km da cidade de São Vicente (SP) em 22/04/2008, com magnitude de 5,2 (ver 'Terremotos azuis' nesta edição).

Registros de tremores de terra têm se tornado mais comuns e o Brasil conta com a Rede Sismográfica Brasileira (http://www.rsbr.gov.br/), com mais de 80 sismógrafos em todo o território nacional.

TERREMOTOS PRÉ-HISTÓRICOS Um número cada vez maior de estudos geológicos e geofísicos têm identificado terremotos que ocorreram no período pré-histórico. Um dos estudos é a identificação das falhas ativas que podem atravessar camadas com matéria orgânica, que por sua vez podem ser datadas pelo radiocarbono (método para determinar a idade do material estudado que mede a razão $^{14}C/^{12}C$). Para fins de avaliar o risco sísmico, são consideradas ativas as falhas que se movimentaram nos últimos 10 mil anos. Falhas ativas ou com potencial de produzirem terremotos têm sido reconhecidas em todo o país, principalmente no Nordeste, no Sudeste e na Amazônia.

Outra maneira de estudar os terremotos pré-históricos é a análise da liquefação – fenômeno provocado pelo aumento da pressão da água contida nos poros dos sedimentos. Quando esses sedimentos estão no subsolo, as ondas sísmicas dos tremores de terra causam o aumento da pressão dessa água.

É um fenômeno semelhante ao causado pela agitação de uma garrafa de refrigerante fechada. A pressão interna do líquido é grande e provoca uma pequena explosão quando a garrafa é aberta. No caso dos sedimentos, uma fissura nas camadas geológicas faz com que a mistura de água e lama seja expulsa e atinja a superfície.

A liquefação é comumente provocada por tremores que ocorrem próximos a sedimentos e com magnitudes maiores que 5,5. A identificação de estruturas de liquefação em sedimentos recentes indica que tais áreas, mesmo não tendo sido afetadas por terremotos atuais, podem registrar terremotos no futuro.

Atualmente, as investigações geológicas-geofísicas indicam que tremores de terra podem acontecer em áreas ainda não abrangidas pela sismicidade atual. Apesar de apresentarem frequência, magnitudes e intensidades menores que aqueles que afetam áreas como a costa Oeste dos Estados Unidos, o Japão e a região andina, os terremotos-intraplaca podem ocorrer em áreas inesperadas e não devem ser ignorados.

FRANCISCO HILÁRIO BEZERRA
JOAQUIM MENDES FERREIRA
ADERSON FARIAS DO NASCIMENTO

Laboratório Sismológico,
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Malária, lactase e adaptações

Exemplos de como a espécie humana sofre a ação da seleção natural

A evolução é um processo demorado se comparado à nossa expectativa de vida e à velocidade das transformações culturais. Processos de especiação demoram, em geral, milhões de anos para ocorrer. Talvez por isso a evolução humana seja abordada por meio dos registros fósseis de linhagens ancestrais que se ramificaram dando origem ao *Homo sapiens* e a nossos parentes vivos mais próximos, os grandes macacos.

Exemplos de processos evolutivos que tenham ocorrido ou que estejam ocorrendo com nossa própria espécie são difíceis de encontrar. Afinal, o *Homo sapiens* surgiu há cerca de 200 mil anos e seu registro fóssil não mostra alterações relevantes. Seria interessante, portanto, encontrar casos que mostrem que a evolução da espécie humana está em curso ainda hoje.

Devemos, porém, ter em mente que a existência de adaptações de base genética (hereditárias) e a seleção natural são pilares da evolução. Seria muito interessante se pudéssemos demonstrar que nossa diversidade genética está sob a ação da seleção natural e que, por consequência, nossa espécie está evoluindo.

Nesse contexto, a malária tem aparecido com frequência no ensino de biologia (ver 'Diálogo e mobilização no controle da malária' nesta edição). Indivíduos heterozigotos para os alelos que causam a anemia falciforme apresentam formas brandas da doença ou não a apresentam. Porém, como a reprodução dos plasmódios (parasitas que causam a malária) é prejudicada nas hemácias desses indivíduos, os portadores da anemia falciforme têm uma vantagem (a resistência) em ambientes onde existe malária.

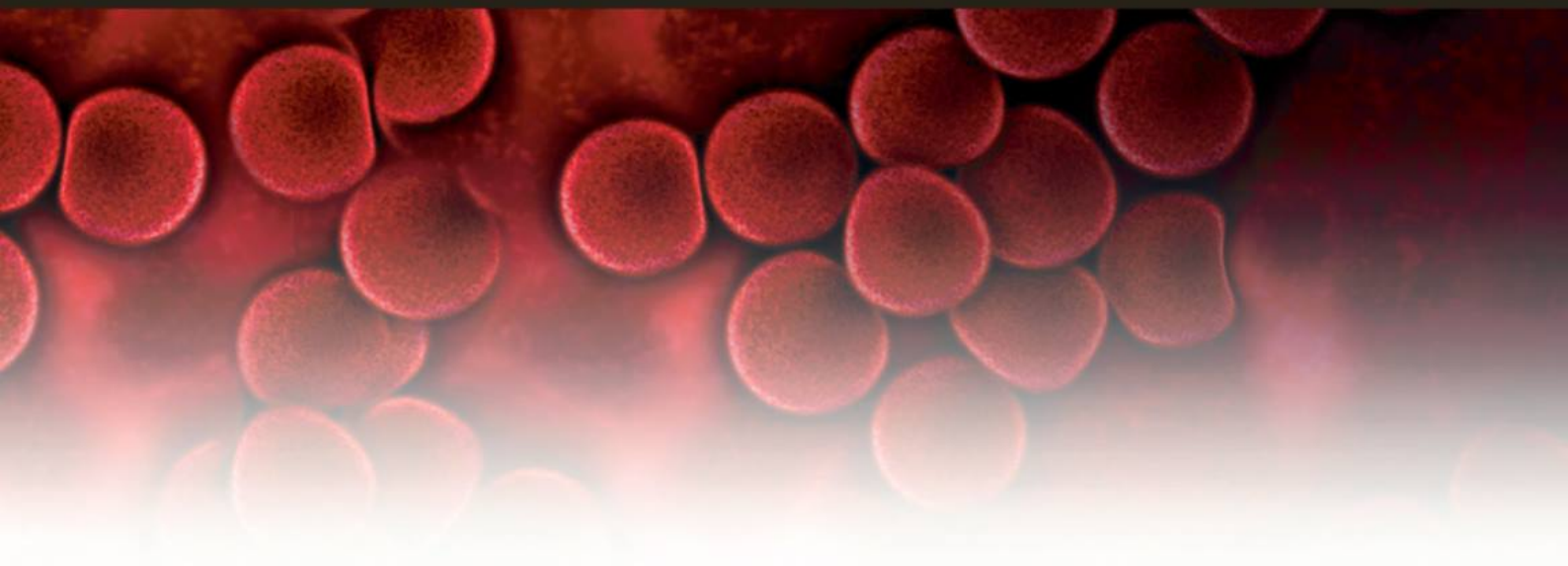
Sem surpresa, portanto, as frequências dos alelos causadores da anemia falciforme são elevadas em regiões onde a malária é endêmica, evidenciando que a seleção natural os favorece. Já em populações que vivem em ambientes sem malária, esses alelos representam uma desvantagem e são desfavorecidos pela seleção natural, o que explica suas baixas frequências.

O descompasso entre a evolução biológica e as transformações culturais de nossa espécie pode nos fornecer outro exemplo de diversidade humana sendo submetida à ação da seleção natural.

Atualmente, encontrarmos indicações da ausência (ou redução) de teores de lactose nas embalagens de leite e laticínios. Por que essa advertência existe? Porque muitas pessoas não conseguem digerir adequadamente a lactose, principal açúcar presente no leite, o que as leva a apresentar problemas digestivos. Como isso é possível, se somos mamíferos? E o que isso tem a ver com a evolução humana?

A lactose é o açúcar mais abundante do leite. Quando digerida por uma enzima chamada lactase, a lactose gera galactose e glicose. A glicose é absorvida no sistema digestório e utilizada em nosso metabolismo. Todos os mamíferos produzem lactase no início de suas vidas. Porém, a produção da lactase cai drasticamente bem antes da idade adulta.

As razões para essa mudança não são claras. Uma hipótese é que a incapacidade de digerir lactose pode ter forçado os jovens a consumir outros



alimentos, reduzindo o esforço das mães para alimentá-los e permitindo que se reproduzissem de novo. Produzir uma proteína inútil em grande quantidade é custoso para o organismo e pode representar uma desvantagem. Mas existe um mamífero que consome leite de outras espécies na idade adulta: o *H. sapiens*.

Estudos multidisciplinares baseados em dados arqueológicos e genéticos indicam que, na Europa, o consumo de leite de outras espécies teria se iniciado em um momento recente, e ainda indefinido, há poucos milhares de anos. Este consumo se tornou possível porque os adultos continuaram a produzir lactase.

A análise de marcadores genéticos de populações humanas mostra que a expressão do gene da lactase na idade adulta está presente em alguns genótipos que contêm mutações específicas. Os indivíduos que produzem lactase quando adultos são denominados de lactase-persistentes. A persistência da lactase, no entanto, é muito rara na maioria das populações humanas, predominando porém naquelas de ascendência europeia.

Não por acaso, esses genótipos apresentam frequências muito elevadas em populações que iniciaram o consumo de leite há mais tempo. Essas mutações são pouco frequentes em populações nas quais o consumo de leite é incomum e ainda mais raras naquelas em que o consumo de leite não ocorre.

Em conjunto, esses dados mostram que mutações que levaram à expressão do gene da lactase na vida adulta podem ter ocorrido de forma independente algumas vezes em populações humanas distintas e pouco relacionadas. Mas a frequência dos genótipos lactase-persistentes só aumentou substancialmente em populações nas quais o consumo de leite na idade adulta se tornou comum.

Isso é importante para entendermos que não é a presença da lactose na alimentação que causa as mutações que levam à persistência da lactase, mas sim que a seleção natural favorece aqueles indivíduos lactase-persistentes. Acredita-se que o consumo de leite pode ter oferecido aos jovens dessas populações um alimento adicional rico em nutrientes, sem que tivessem de enfrentar os inconvenientes da ausência da lactase.

Esse conjunto de dados corrobora a ideia de que, uma vez que as populações começaram a consumir o leite na idade adulta, os portadores de alelos que levavam à persistência da lactase foram favorecidos pela seleção natural. E que o consumo de leite se expandiu porque os indivíduos eram lactase-persistentes.

Populações que consomem há milênios laticínios produzidos a partir da fermentação do leite, no entanto, apresentam baixas proporções de indivíduos lactase-persistentes. Isso é compreensível, pois a fermentação do leite elimina boa parte da lactose do leite, fazendo com que a persistência da lactase não represente uma vantagem.

Hoje se acredita que o consumo de laticínios fermentados surgiu no Oriente Médio e antecedeu o de leite, mas criou condições para que a persistência da lactase se expandisse posteriormente, graças à disponibilidade do leite para consumo.

Agora entendemos a importância das advertências nos rótulos: populações com ascendência africana ou asiática apresentam maiores proporções de pessoas incapazes de digerir a lactose e que sofrem distúrbios digestivos quando a ingerem. Nesses casos, a cultura do consumo de leite se estabeleceu mais recentemente e se disseminou num ritmo que a seleção natural não pôde acompanhar.

Para muitos cientistas, o consumo de leite e a persistência da lactase representam o melhor exemplo de coevolução entre genes e cultura.

Lembremos ainda que uma proporção pequena da humanidade é totalmente intolerante à lactose, sendo incapaz de digeri-la desde o nascimento. Mas a base genética desse distúrbio é distinta daquela que acabamos de descrever.

MAURÍCIO LUZ
Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Acelerador galáctico

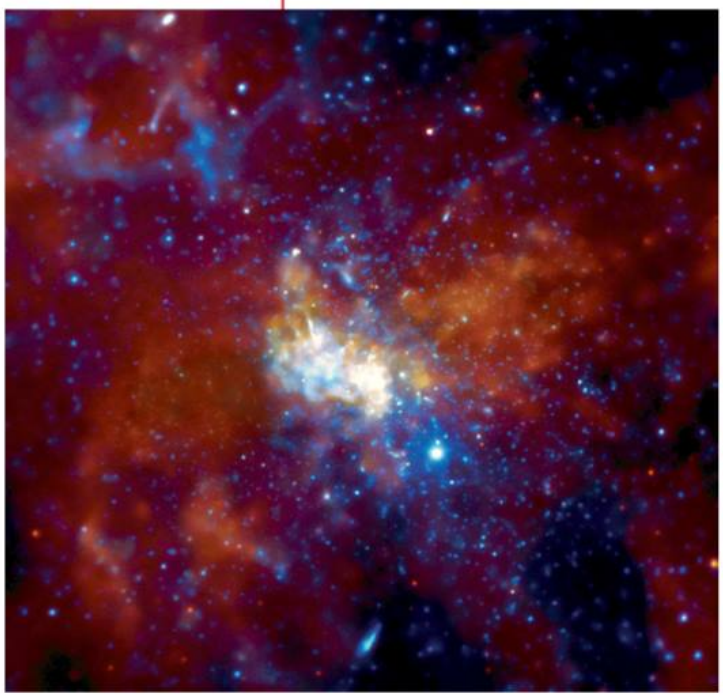
Centro da Via Láctea pode ser a fonte que impulsiona partículas ultraenergéticas

ULISSES BARRES DE ALMEIDA
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (RJ)

Há cerca de 100 anos, sabe-se que partículas e núcleos extremamente energéticos bombardeiam nosso planeta a todo instante, criando, na atmosfera terrestre, uma cascata de subprodutos atômicos que chegam ao solo. Mas a origem cósmica desses viajantes sempre foi um mistério. Afinal, que mecanismo seria capaz de imprimir tamanha energia a esses fragmentos de matéria?

Artigo recente, publicado por um experimento internacional, apresenta uma possível resposta para esse enigma centenário: a fonte aceleradora seria um corpo cósmico singular que, ocultado por nuvens de gases, habita o centro de nossa galáxia.

Figura 1. Sgr A* (parte central da imagem), buraco negro no centro da Via Láctea, é, segundo dados de experimento internacional H.E.S.S., a fonte aceleradora dos raios cósmicos galácticos mais energéticos que chegam à Terra



NASA / CHANDRA X-RAY OBSERVATORY

A superfície da Terra é constantemente bombardeada por partículas de alta energia. Entre esses viajantes espaciais, estão prótons, elétrons e núcleos atômicos, dos mais leves, como o hidrogênio, aos mais pesados (e raros nesses eventos), como o ferro.

A natureza extraterrestre dessas partículas foi identificada ainda em 1912, e, na década seguinte, elas ganharam o nome 'raios cósmicos'. Mas, apesar de seu estudo ter permeado muito da física de partículas e astrofísica do século passado – levando, inclusive, a uma série de outras descobertas fundamentais –, a origem desse fenômeno seguiu sendo um dos mistérios mais duradouros da ciência.

Parte da dificuldade no estudo da origem dos raios cósmicos resulta de sua própria natureza. Por serem eletricamente carregadas, essas partículas são fortemente desviadas pelos campos magnéticos turbulentos que permeiam nossa galáxia. Seu caminho através do cosmo é, portanto, errático, o que torna quase impossível localizar diretamente as fontes astrofísicas responsáveis por sua produção.

Apesar dessa incerteza com relação a seus exatos locais de origem, sabemos que as fontes dos raios cósmicos devem ser verdadeiros aceleradores de partículas naturais, mas com energia e eficiência dezenas de vezes superiores aos laboratórios terrestres, a

ponto de desafiar uma completa compreensão teórica dos mecanismos envolvidos.

Entende-se, porém, que, na base do processo de aceleração dos raios cósmicos, está o chamado 'mecanismo de Fermi', proposto, em 1949, pelo físico italiano Enrico Fermi (1901-1954). Sua principal característica está no fato de ele ser um mecanismo universal, isto é, capaz de atuar nas mais diversas escalas de tamanho e energia das fontes astrofísicas, com potencial, portanto, para explicar todo o impressionante espectro de energia dos raios cósmicos, que se estende dos bilhões de elétrons-volt (10^9 eV) para além de energias 1 bilhão de vezes mais altas (10^{18} eV) – e que se aproximam daquelas dos fenômenos macroscópicos.

Simples em sua essência, o mecanismo de Fermi impõe apenas uma condição: as partículas devem ficar confinadas na fonte por tempo suficiente para serem aceleradas até altas energias. No entanto, quanto maior a energia de uma partícula, mais difícil é seu confinamento.

Sabemos, assim, em linhas gerais, que os raios cósmicos de mais baixa energia (de 10^{15} a 10^{17} eV) têm origem na Via Láctea, enquanto as partículas mais energéticas (acima de 10^{18} eV) devem vir de fora, tendo, portanto, origem extragaláctica.

RASTRO DA ORIGEM Mas, como podemos determinar as fontes exatas desses raios cósmicos, se não temos informação direta de sua origem?

Felizmente, a produção dos raios cósmicos deixa rastros. Conforme se propagam para longe de seus sítios aceleradores, eles interagem com a luz e o gás do meio interestelar nas proximidades dessas fontes, produzindo 'raios gama' (radiação eletromagnética muito energética), que, por não terem carga elétrica, viajam em linha reta, sem interagir com os campos magnéticos. Desse modo, servem para rastrear os pontos de origem dos raios cósmicos no céu.

Esses raios gama cósmicos de alta energia são estudados desde a década de 1980 por gigantescos observatórios terrestres chamados de 'telescópios Cherenkov atmosféricos', nome que deriva da técnica experimental que esses experimentos usam para detectar essa forma de radiação (ver 'Raios gama cósmicos', em *CH* 320). Até hoje, mais de 100 fontes de raios gama ultraenergéticos foram identificadas, e, com elas, foi elucidada a origem de parte importante dos raios cósmicos.

Hoje, sabemos que os raios cósmicos – em particular, os prótons e núcleos atômicos – com energias até 10^{14} eV são produzidos na Via Láctea, pelos remanescentes de estrelas massivas que explodiram ao final da vida – fenômeno denominado supernova. Esses 'restos' são enormes nuvens de gás quentíssimo (plasma), em um ambiente dotado de campos magnéticos intensos. Nas bordas externas dessa nuvem em expansão, formam-se as condições ideais (ondas de choque) para a aceleração de raios cósmicos pelo processo de Fermi.

A descoberta de que os raios cósmicos com até 10^{14} eV são produzidos nas supernovas foi consolidada apenas nos últimos cinco anos. E, para isso, foram fundamentais os dados dos telescópios H.E.S.S. (sigla, em inglês, para Sistema Estereoscópico de Alta Energia), experimento de última geração localizado na Namíbia. Sendo o único observatório de raios gama no hemisfério Sul, ele tem acesso direto ao plano galáctico, o qual tem estudado há mais de uma década.

PÉVATRON Restava, portanto, a questão em aberto: de onde vêm os raios cósmicos mais energéticos de nossa galáxia, que chegam à Terra com energias acima de 10^{15} eV?

Recentemente, foi obtida uma impressionante resposta. Em *Nature* (16/03/16), a colaboração H.E.S.S. publicou resultados de uma análise detalhada de mais de 10 anos de dados que mostram que raios gama com energias superiores a 10^{15} eV são produzidos no centro galáctico (CG). A fonte foi batizada genericamente 'PéVatron' (figura 1) – referência ao fato de 'PeV' representar 10^{15} eV.

O centro galáctico é uma região densa e complexa, formada por inúmeras fontes astrofísicas (remanescentes de supernovas, estrelas massivas, pulsares e nuvens de gás molecular, entre outros), distribuídas em uma região de 33 anos-luz de diâmetro – ou cerca de 20 mil vezes o diâmetro do Sistema Solar. No 'centro' (baricentro) dessa região – que é o núcleo da Via Láctea propriamente dito –, ocultado pelas nuvens moleculares, está um objeto singular: Sgr A* (Saggitarius A*), buraco negro supermassivo, com massa equivalente a milhões de massas solares.

Apesar de conhecido há mais de uma década, não se tinha ideia de que Sgr A* poderia ser a fonte de raios cósmicos mais intensa de nossa galáxia. A densidade de raios cósmicos inferidos por meio das observações em raios gama para a região indica que esse buraco negro não só é capaz de produzir prótons de PeV, mas também que tem feito isso continuamente há cerca de pelo menos mil anos.

Ainda devem ser elucidados tanto o mecanismo preciso dessa aceleração – se via processo de Fermi ou não – quanto a região exata da aceleração – se nas proximidades imediatas do buraco negro central ou em algum local mais afastado dele.

A quantidade de raios cósmicos medidos do CG não pode explicar o fluxo total dos raios cósmicos acima de 10^{15} eV detectados na Terra atualmente. Mas, se no passado, entre 1 e 10 milhões de anos atrás, esse buraco negro esteve mais ativo, como se acredita plausível por outros indícios observacionais, então, ele poderia realmente ser o responsável pela maior parte dos raios cósmicos galácticos observados em nosso planeta.

Esse será um trabalho para os futuros observatórios de raios gama, como o CTA (sigla, em inglês, para Rede de Telescópios Cherenkov), que tem participação do Brasil. E, se confirmado, poderia dar uma resposta definitiva ao debate já centenário sobre a origem dessas enigmáticas partículas cósmicas. CH

Direitos humanos na escola: utopia ou possibilidade?

ASSIS DA COSTA OLIVEIRA
Faculdade de Etnodiversidade,
Universidade Federal do Pará
assisdco@gmail.com

A educação em direitos humanos está ausente das escolas públicas e privadas. A causa pode ser buscada na falta – ou no desinteresse – da problematização dos temas sociais relevantes que afetam a realidade local, nacional e global, e que podem ser traduzidos pela lógica da exclusão, carência ou violação de direitos.

Em tempos de mercantilização da educação, em que as escolas e os educadores se esmeram no dever – quase hercúleo – de ter que ministrar o conteúdo programático exigido para que os alunos passem no vestibular, no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) ou, simplesmente, para que eles avancem nas séries, a educação em direitos humanos propõe uma mudança radical nos objetivos da prática pedagógica: sinalizar que o compromisso maior dos educadores e estudantes é o de realizarem uma educação para a vida e de que a escola deve ser utilizada como espaço estratégico para a discussão sobre os direitos humanos de maneira específica ou transversal aos demais conteúdos.

IDEAL HUMANITÁRIO Mas o que é a educação em direitos humanos? Para entendê-la, é importante saber de algo que aconteceu no ano de 1948, pouco tempo após o fim da Segunda Guerra Mundial. Naquele ano, diversos países do mundo se reuniram para produzir e ratificar a Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH), a primeira manifestação histórica de âmbito universal a reconhecer o direito de todas as pessoas à proteção e à promoção da liberdade, igualdade e dignidade. Esses valores foram cristalizados ao longo de 30 artigos que corporificam essa tríade em diversos aspectos da vida social, desde a liberdade de locomoção até as garantias no trabalho e na educação, entre outros.

Sem dúvida, os direitos humanos tornaram-se, a partir desse momento, a cartilha que sintetiza o ideal de humanidade que gostaríamos de ser. Nesse período, que vai de 1948 até o presente, muitos outros documentos jurídicos foram elaborados para a salvaguarda dos direitos humanos. Mas a DUDH entrou para a história não somente porque representou a primeira garantia jurídica para instituição da cidadania planetária, como também pelo fato de a difusão e valorização dos direitos humanos estarem intrinsecamente relacionadas ao uso da educação como espaço estratégico para o conhecimento desses direitos e o reconhecimento das possibilidades de seu manejo para a

melhoria das condições de vida e o enfretamento das violências sociais.

E qual é o desafio dessa proposição para a escola? Seria, primeiramente, o de entender a educação como um direito social, cujo processo de efetivação não pode ser pautado apenas em sua universalização quantitativa, mas, sobretudo, pelo aspecto qualitativo: uma educação de qualidade que utilize os direitos humanos como elemento orientador, referenciado pelas diretrizes estabelecidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Nesse contexto, a temática dos direitos humanos assume plena capacidade de ser mesclada com qualquer disciplina tradicional escolar e de incentivar o trabalho interdisciplinar.

Em uma aula de história, o professor poderia introduzir o tema dos direitos humanos citando vários exemplos históricos de desrespeito à vida, segregação ou discriminação, como o Holocausto, o Apartheid, a situação atual dos imigrantes na Europa, as vítimas da fome ou da Aids. Já, em biologia, podem ser mencionados riscos relacionados à manipulação genética, questões éticas – como o comércio de órgãos e a clonagem humana –, o direito à saúde e à livre disposição do corpo.

Nas feiras de ciência e cultura, é possível trabalhar a temática do meio ambiente, destacando o direito à qualidade de vida integral e a um entorno saudável, fomentando a discussão interdisciplinar sobre as possibilidades de enfrentamento ao aquecimento global e sobre como adotar práticas de produção e consumo sustentáveis.

TRANSFORMAÇÃO SOCIAL A educação em direitos humanos na escola objetiva resgatar a função social dessa instituição para promover reflexões que aglutinem os participantes (estudantes, educadores, funcionários, famílias, comunidade local etc.) em torno de causas e temas propícios ao desenvolvimento de ações individuais e coletivas para a transformação social.

A educação em direitos humanos propõe uma mudança radical nos objetivos da prática pedagógica: sinalizar que o compromisso maior dos educadores e estudantes é o de realizarem uma educação para a vida e de que a escola deve ser utilizada como espaço estratégico para a discussão sobre os direitos humanos de maneira específica ou transversal aos demais conteúdos

Trata-se de entender, como apontam os cientistas sociais Regina Novaes e Daniel Cara, o funcionamento dos direitos humanos como "chave de leitura" para a compreensão de eventos e processos históricos, e como "instrumento de ação" para combater preconceitos, discriminações e desigualdades sociais. Para tanto, surge o dever da escola de estar articulada com os sujeitos locais e de aprender o contexto comunitário no qual se insere, para que possa apreender as situações sociais em que a interlocução com os direitos humanos traria efeitos satisfatórios.

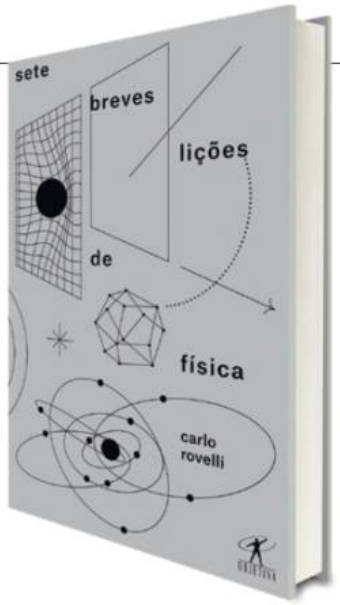
Por isso, a educação em direitos humanos cumpre a função primordial de educar a educação, de fazê-la plasmar o ideal da qualidade como direito-dever de todos os participantes. Nesse aspecto, outro passo fundamental é a valorização da fala e da participação das crianças e dos adolescentes enquanto estudantes.

Como agentes privilegiados de suas realidades, os estudantes não podem ser menosprezados por estereótipos que lhes impõem: a imagem de incapacidade, ingenuidade ou agressividade 'naturais'. Ao contrário, é preciso reconhecê-los como cidadãos diferenciados dos adultos, não por terem racionalidade menor ou menos amadurecida, mas sim por terem outra racionalidade, outro modo de pensar e experienciar o mundo. Isso precisa ser resgatado e potencializado para garantir o respeito a suas autonomias e fomentar a participação social.

Por que não possibilitar que grupos de estudantes – normalmente inseridos em grêmios estudantis – atuem na gestão escolar, decidam democraticamente, com igual peso de voto e de voz, nos espaços de decisão da escola e da comunidade?

E por que tudo isso? É porque 'educar a educação' ou tratar a educação como direitos humanos leva ao segundo passo, o de reconhecer a educação para a democratização dos direitos humanos como elemento fundamental na formação ética, social e profissional dos indivíduos; de articulação do desenvolvimento da personalidade humana, usando meios e recursos que potencializem as habilidades pessoais e garantam vida digna a cada pessoa.

Ao deslocar o enfoque central da educação do mercado para a vida, ao propor o engajamento da escola com sua realidade local e ao fomentar práticas pedagógicas que melhorem a educação e o desenvolvimento humano, a educação em direitos humanos na escola cumpre seu papel de democratizar as relações sociais e possibilitar a transformação de utopias – muitas vezes entendidas como sonhos ilusórios – em ideais a serem perseguidos e alcançados. CH



A OITAVA LIÇÃO

Sete breves lições de física

Carlo Rovelli
Rio de Janeiro, Objetiva, 96 p., R$ 34,90

O século 20 foi palco de diversas revoluções na física. Novas teorias mudaram radicalmente o que sabíamos sobre o universo, desde o mundo muito pequeno, com o nascimento da física quântica, até o muito grande, à luz da teoria da relatividade geral. Que essas revoluções ocorreram é um fato que já ultrapassou há muito tempo as paredes da academia, e faz parte da cultura geral, em livros de ficção científica, séries de TV, filmes. Não por acaso a série televisiva *The Big Bang Theory* é tão popular.

Mas, o que foram essas revoluções, exatamente? É possível explicar, em termos simples, a teoria da relatividade geral ou a física quântica? E quais são os problemas da física hoje, quais as grandes questões? Podemos explicá-las?

Neste pequeno volume, o físico teórico italiano Carlo Rovelli, especialista em gravidade quântica, mais especificamente em 'gravitação quântica em laços' (*loop quantum gravity*), apresenta sete breves lições sobre alguns desses tópicos revolucionários para aqueles que "não conhecem ou conhecem pouco a ciência moderna".

As lições refletem, claramente, o gosto pessoal do autor, o que não é, de forma alguma, um defeito. Apresentam a relatividade geral – que descreve a gravitação como um efeito da curvatura do espaço-tempo –, a física quântica e o mundo microscópico, a arquitetura do cosmo e o *Big Bang*, as partículas que formam todas as coisas que existem, os grãos do espaço e a tentativa de unificar a relatividade geral e a mecânica quântica (área de especialidade de Rovelli), a probabilidade e os buracos negros – e a surpreendente conexão entre calor e a seta do tempo – e concluem com uma investigação sobre nós mesmos.

Apesar da lista ambiciosa, Rovelli apresenta os temas com leveza e uma prosa simples, frequentemente poética, e explica essas ideias de maneira acessível. Claro que, dadas as limitações de espaço, o que se leva é mais um sabor geral do que foi feito do que os detalhes técnicos – e não poderia ser diferente.

Além de comunicar essas grandes ideias a um público amplo, Rovelli contribui para diminuir a distância daquilo que foi chamado de "as duas culturas", pelo cientista e novelista inglês C. P. Snow (1905 – 1980). Em uma palestra de 1959, Snow alertou para o fato de a vida intelectual da sociedade ocidental ter se dividido em duas cultutras – as ciências e as humanidades – e apontou que isso era um grande obstáculo para resolvermos os problemas do mundo. Snow considerava a ignorância da segunda lei da termodinâmica, por exemplo, uma falha tão grave quanto nunca ter lido as obras de Shakespeare.

E, talvez, uma das contribuições importantes do pequeno livro de Rovelli seja a de mostrar que existe uma beleza intrínseca em algumas teorias físicas, assim como nas "obras-primas absolutas, que nos emocionam intensamente", como o *Réquiem*, de Mozart, a Capela Sistina, de Michelangelo, e *Rei Lear*, de Shakespeare. A esse sublime conjunto, Rovelli adiciona a teoria da relatividade geral.

Os ensaios são de leitura rápida; uma tarde tranquila será mais do que o tempo necessário para passear pelo mundo de ideias e pensar em algumas de suas consequências. Será, certamente, um passeio muito instrutivo. Por exemplo, da lição sobre a arquitetura do cosmo, se coloca a pergunta: 'Havia algo antes?'. Não sabemos. Ao discutir calor e buracos negros, entendemos como um problema, a termodinâmica dos buracos negros, é uma "pedra de Roseta", que une três ideias fundamentais – a gravitação, os *quanta* e a termodinâmica.

O livro finaliza com uma questão crucial, que todos nos fazemos em algum momento e que ainda estamos longe de responder: 'O que somos?'. Sobre isso não há uma resposta contundente. Ainda. Mas Rovelli não é tão otimista com relação ao futuro da humanidade e acredita que "nossa espécie não durará muito". Mesmo assim, ele tem fé no ser humano e celebra nossa busca pelo conhecimento, pois, diante de nós, no "oceano do desconhecido, reluzem o mistério e a beleza do mundo".

Mas há uma oitava lição a ser tira-da do livro de Rovelli, e que nos deve fazer refletir. Esses ensaios foram publicados no caderno de cultura dominical do jornal italiano *Il Sole 24 Ore*, o que mostra que os editores procuraram construir uma ponte entre as ciências e as humanidades. O livro foi um *best-seller* inesperado na

Itália, e já foi traduzido para diversas línguas. Essa oitava lição nos mostra que o grande público, mesmo aquele que "não conhece ou conhece pouco a ciência moderna", tem curiosidade em saber mais sobre as revoluções científicas e sobre as perguntas que ainda não sabemos responder. E, sobre essa nossa curiosidade em saber mais sobre o mundo, Rovelli acertou em cheio.

Marco Moriconi
Instituto de Física,
Universidade Federal Fluminense

Minha terra prometida – O triunfo e a tragédia de Israel

Ari Shavit

São Paulo, Três Estrelas, 496 p., R$ 79,90

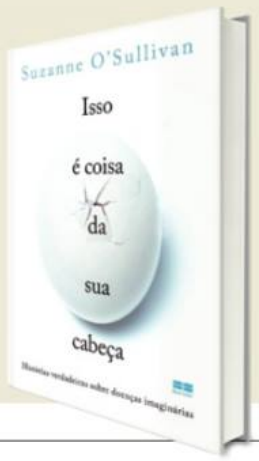
Ao contar os momentos pretéritos que levaram à construção do estado judeu e ao passear por histórias que recuperam fatos ocorridos em 17 datas cruciais desde o fim do século 19 até o presente, o jornalista israelense Ari Shavitfaz deste livro não um ato político, mas uma obra que traz à tona a dimensão humana. Colunista do jornal liberal israelense Haaretz, o autor desenha ainda um retrato atual de seu país, com sua pujança econômica e cultural, assim como seus problemas políticos recorrentes. Vencedora de vários prêmios, Minha terra prometida foi consagrada pela crítica europeia e norte-americana como uma das principais obras já escritas sobre a condição israelense.

Isso é coisa da sua cabeça – Histórias verdadeiras sobre doenças imaginárias

Suzanne O'Sullivan

Rio de Janeiro, BestSeller, 308 p., R$42,90

Corar de vergonha em situações embaraçosas, palpitar na presença de uma forte paixão, sentir um frio na barriga durante uma entrevista de emprego ou chorar de emoção ao assistir um filme comovente são sensações físicas reais que refletem nosso funcionamento cerebral. Nada fora do normal. Entretanto, quando as respostas corporais são exageradas, gerando reações extremas e de estresse, podem surgir doenças, cujos grau e expressão variam de pessoa para pessoa. Neste livro, a neurologista e neurofisiologista norte-americana Suzanne O'Sullivan expõe os relatos de pacientes com distúrbios psicossomáticos – que apresentam sintomas físicos,mas com causas psicológicas – para os quais é muito difícil dar um diagnóstico. A proporção desse tipo de doente é significativa: cerca de um terço das pessoas que consultam um médico apresenta sintomas inexplicáveis do ponto de vista clínico. Ao comentar os casos tratados por ela, a autora revela quão concretos são os efeitos dos transtornos psicossomáticos e como eles causam sofrimento e deficiências reais. A leitura deste livro nos ajuda a refletir sobre a repercussão de nossa saúde psíquica no organismo e nos mostra o quão pouco ainda sabemos sobre a relação corpo e mente.

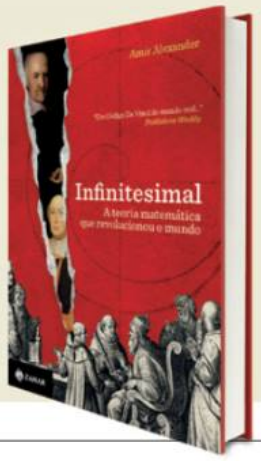


Infinitesimal – A teoria matemática que mudou o mundo

Amir Alexander

Rio de Janeiro, Zahar, 376 p., R$ 69,90

Amir Alexander, historiador norte-americano nascido em Israel, dedica-se ao estudo da relação entre a matemática e o período histórico e cultural em que teorias, cálculos, hipóteses e teoremas foram formulados ou propostos. Neste livro, não é diferente: ele conta a saga do debate gerado por ilustres matemáticos, filósofos e pensadores no século 17 sobre grandezas infinitamente pequenas, os chamados infinitesimais. Para os matemáticos, infinitesimais são números tão pequenos quanto se desejar, mas sempre maiores que zero. Como nos conta Alexander, esse conceito deu origem a uma disputa violenta, que envolveu papas e reis e ultrapassou as fronteiras científicas. Professor de história na Universidade da Califórnia, em Los Angeles (UCLA), o autor constrói uma narrativa rica em detalhes e com embasamento matemático e histórico sólidos sobre o desenvolvimento do cálculo – tudo com muita emoção, como se estivéssemos dentro de um filme de suspense.



O ano miraculoso de Newton

1666. ÉPOCA DA PUBLICAÇÃO DE TRÊS RESULTADOS QUE MUDARIAM OS RUMOS DA FÍSICA E DA MATEMÁTICA.

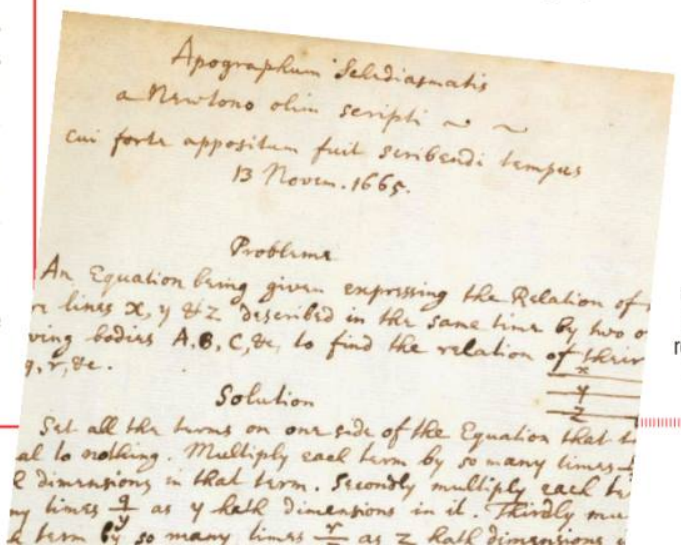
Em torno daquele ano, num arroubo impressionante de criatividade – somado a trabalho árduo e contínuo, bem como muita leitura –, um jovem filósofo natural inglês apresenta duas teorias – uma sobre as cores, e a outra sobre a gravidade –, bem como um ferramental matemático atualmente denominado cálculo integral e diferencial. Aquele período ficou conhecido como 'ano miraculoso de Newton', e, hoje, a historiografia da ciência tem outra leitura daqueles fatos.

ANTONIO AUGUSTO PASSOS VIDEIRA
Departamento de Filosofia,
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas,
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

O MITO DE QUE ISAAC NEWTON seria um 'quase deus' da ciência começou a ser construído após sua morte, ocorrida em 20 de março de 1727. Em vida, sua estatura já era a de um gigante. Ao ser enterrado, as honras ultrapassariam aquelas dadas a um herói nacional. Newton era comparável a filósofos naturais como o italiano Galileu Galilei (1564-1642) ou mesmo a figura maior que a de qualquer humano que lhe houvesse antecedido.

Entre os fatores capitais para a construção social dessa imagem – 'Newton, o maior cientista que jamais existiu' –, é preciso dizer que declarações dele próprio facilitaram o caminho para isso (ver 'No auge da invenção'). Ao que tudo indica, o chamado *annus mirabilis* (ano miraculoso) de Newton foi uma invenção.

Cientista brilhante e figura pública das mais notáveis em vida, os testemunhos de Newton sobre os próprios feitos – dados,


Apographum Schediasmatis
a Newtono olim scripti
cui forte appositum fuit scribendi tempus
13 Novem. 1665.

Problema

An Equation being given expressing the Relation of
the lines x, y & z described in the same time by two o
ving bodies A, B, C, &c to find the relation of their
q, r, &c.

Solution

Set all the terms on one side of the Equation that
al to nothing. Multiply each term by so many times
dimensions in that term. Secondly multiply each
times $\frac{q}{y}$ as y hath dimensions in it. Thirdly mu
term $\frac{r}{z}$ so many times $\frac{r}{z}$ as z hath dimensions

Figura. *Fac-símile* de manuscrito de Newton de novembro de 1665 relativo a seus estudos matemáticos. No alto, Newton, em retrato de Godfrey Kneller, de 1702

FOTO CAMBRIDGE UNIVERSITY DIGITAL LIBRARY, NEWTON PAPERS / WIKIMEDIA COMMONS

NO AUGE DA INVENÇÃO

Abaixo, está o que, talvez, seja a mais famosa declaração de Newton – dada por volta de 1710 – sobre seus feitos em torno do período que hoje convencionamos chamar 'ano miraculoso' (no original, '&' representa 'e').

"No início do ano de 1665, descobri o método de aproximação a uma série desse tipo & a regra para reduzir qualquer potência de qualquer binômio a tal série. No mesmo ano, em maio, descobri o método das tangentes de Gregory & Slusius &, em novembro, obtive o método direto das fluxões, & no ano seguinte, em janeiro, a teoria das cores, & em maio seguinte desvendei o método inverso das fluxões, &, no mesmo ano, comecei a pensar na gravidade como se estendendo até a órbita da Lua & [...], a partir da regra de Kepler de que os períodos dos planetas estão numa proporção [...] com suas distâncias do centro de suas órbitas, deduzi que as forças que mantêm os planetas em suas órbitas devem [variar], reciprocamente, com o quadrado se suas distâncias ao centro em torno do qual eles giram: & a partir disso, comparei a força necessária para manter a Lua em sua órbita com a força da gravidade na superfície da Terra, & descobri que elas se correspondem bem de perto. Tudo isso foi nos dois anos da peste, 1665-1666. Pois, nessa época, eu estava no auge de minha fase de invenção & me interessava mais pela matemática & pela filosofia do que em qualquer ocasião posterior".

principalmente, no período final de sua vida – alimentaram a criação de uma lenda a respeito de como ele teria chegado a seus resultados em mecânica, matemática e óptica. O enredo que surgiu foi o de que isso teria ocorrido por meio de lampejos.

Na primavera de 1665, Newton formulou o teorema fundamental do cálculo, o qual estabelece uma relação entre aquelas que são consideradas as duas mais importantes operações (inversas entre si) do cálculo: a diferenciação e a integração. Newton as chamou 'método das fluxões'.

Em outubro de 1666, Newton tinha pronta a exposição definitiva do método das fluxões, elaborado a partir da aplicação da abordagem cinemática: as linhas infinitamente pequenas que os corpos descreviam eram, naquele método, suas velocidades. Também naquele ano – provavelmente, nos intervalos da elaboração de outros três trabalhos matemáticos que ele nunca publicou –, Newton descreveu as bases para a lei da gravitação universal – mais especificamente, a relação da força gravitacional com o inverso do quadrado da distância entre as massas.

Finalmente, também em 1666, Newton mostrou que a luz branca era uma mistura de componentes isolados, a qual causava a sensação das cores individuais. Com isso, ele mudou a relação – até então considerada válida – entre luz e cor.

Exageros (posteriores) à parte, os fatos acima realmente aconteceram. Os anos entre 1664 e 1666 foram extremamente produtivos. Newton obteve resultados que abririam caminho para a consolidação do que se convencionou chamar revolução científica moderna.

Se até aquela época seu gênio não tinha exibido aquilo de que ele era capaz, a partir de então, estava aberto seu caminho em direção às leis e teorias que o imortalizariam. Sem ter dado azo à publicidade de seus resultados, o único que sabia do que era capaz era o próprio Newton.

ESTUDO E CONCENTRAÇÃO Contrariando a versão histórica tradicional – que acabaria por criar a ideia de um 'ano miraculoso' e de 'lampejos de genialidade' –, os resultados do jovem egresso da burguesia rural foram obtidos a partir de muito estudo e muita concentração. Essa é a conclusão a que chega seu principal biógrafo, o historiador da ciência norte-americano Richard Westfall (1924-1995).

Dotado de enorme capacidade de concentração, bem como de vontade férrea em alcançar a verdade, Newton, desde seus tempos de estudante em Cambridge, havia se dedicado às mais importantes obras de matemática e filosofia natural da época: dos franceses François Viète (1540-1603) e René Descartes (1596-1650), do britânico John Wallis (1616-1703), de Galileu, entre outros.

Os textos que escreveu nessa fase – e que não foram publicados em vida – mostram que, se no início ele aprendia com essas leituras, ele, tempos depois, já os havia ultrapassado ou, ao menos, se equiparado a eles.

Solitário desde sua primeira infância – quando foi afastado do convívio com a sua mãe, que, viúva meses depois do nascimento de seu único filho, casou-se novamente –, Isaac cresceu na casa de seus avós maternos, também eles pequenos produtores rurais, mas, diferentemente do ramo paterno, dotados de educação formal.

Isaac foi o primeiro Newton a receber um diploma universitário. Graças a um tio materno – sua mãe parece ter discordado de sua decisão de não se dedicar às tarefas agrícolas –, Newton pôde estudar até ser admitido em 1661 no Trinity College, na Universidade de Cambridge (Inglaterra).

Seu ingresso nessa instituição – com, então, já quatro séculos de existência –, coincidiu com mudanças no currículo que arejaram o estudo naquela universidade. Graças a isso, Newton conseguiu adquirir o conhecimento de algumas das mais inovadoras teses científicas conhecidas à época. Em particular, familiarizou-se com as ideias de Descartes, aquele que parece ter sido seu mais constante 'interlocutor'.

ESTUDANTE INCOMUM

Poucos professores marcaram Newton naqueles anos. Aquele com quem ele mais privou foi o matemático e teólogo Isaac Barrow (1630-1677), o qual, aliás, o nomeou, em 1669, seu sucessor na cátedra lucasiana.

Newton foi um estudante incomum, pouco interessado nos currículos oficiais, preferindo aprender com as obras então recentemente integradas à biblioteca do Trinity College. Seu método de estudar mostrava independência e coragem, começando por formular questões que lhe interessavam.

À medida que os estudos avançavam, a reformulação das questões e os resultados obtidos revelavam seu progresso. Em termos modernos, as perguntas que Newton se fazia se assemelham a um programa de pesquisas, com correções e modificações até exibir os resultados que ele considerava como verdadeiros.

Não parece restar dúvida de que é um exagero pensar que Newton descobriu, em apenas pouco mais de dois anos, as leis da óptica e da gravidade, bem como o cálculo. O que ele conseguiu – e o que não é pouco – foi reconhecer aqueles *insights* e, anos mais tarde, após reflexões solitárias e extenuantes, fazê-los despontar como ideias plenas e cristalinas.

Se a versão do 'ano miraculoso' serve para algo, talvez, seja para fazer valer que, mesmo para as mentes mais argutas e perspicazes, o trabalho continuado, fundado na autoconfiança e disciplina, é imprescindível.

O poeta inglês Alexander Pope (1688-1744) preparou um dístico destinado a ser o epitáfio de Newton: "A natureza e suas leis jaziam escondidas na noite / Deus disse, 'Faça-se Newton', e tudo se fez luz." Diferentemente de Deus, Newton não pôde simplesmente dizer "*Fiat lux*" e fazer com que a luz surgisse. Seus feitos lhe custaram não só criatividade, mas também esforço demasiado ao longo de anos. CH

CORRIDA DO OURO

Muito boa a abordagem de Alexia Helena de Araujo Shellard nesse tópico intitulado história ambiental sobre a 'Corrida do ouro e devastação em Minas Gerais' (CH 333). Não é simples pesquisar os impactos ambientais em uma época à luz do conhecimento e da lógica econômica e social de outra. Ou seja, desde há muito tempo, financiamos aqui desenvolvimento alhures. O vale do Paraíba, especialmente os historiadores de Lorena, valoriza o Caminho do ouro e suas consequências culturais, sociais e econômicas. A cultura dos tropeiros e a vivência entre o rio, a montanha e o mar vêm daí. A corrigir no texto apenas a menção ao arsênico – que, na verdade, é arsênio –, que não é um metal pesado e, sim, um semimetal ou metaloide.

Adilson Roberto Gonçalves
Campinas/SP

CH Informamos que o dicionário registra os dois nomes – arsênio e arsênico; mas o leitor está correto sobre o arsênio ser um semimetal, e não um metal pesado.

DIETAS VEGETARIANAS

Queria, em primeiro lugar, cumprimentá-los pela excelente revista, sempre com artigos interessantes. Gostaria, se possível, de sanar algumas dúvidas com as autoras do artigo 'Dietas Vegetarianas' (CH *334). 1) A vitamina B12 pode ser obtida como, sem recorrer à carne? Qual é a sua origem nos suplementos e alimentos enriquecidos?; 2) E sobre a vitamina D3? Nada foi falado; 3) Lembro-me de ter lido [em outra fonte] que há dois aminoácidos que só podemos obter pela carne vermelha; isso é verdadeiro?; 4) Também me lembro de ter visto que algumas combinações não funcionavam, pois o organismo ou absorvia um nutriente ou outro. O exemplo dado era o do café com leite, no qual a cafeína reduz a absorção do cálcio; 5) Pelo que entendi, se houver prejuízo será afetado o feto; existe algum estudo de longa duração, sobre essa dieta?*

Roberto F. Correia
Comentário na *CH On-line*

CH As autoras do artigo, Daniela Alves Minuzzo e Tatiana El-Bacha, respondem: 1) A adequação do consumo de vitamina B12 por vegetarianos, em especial por veganos, é um dos maiores desafios dessa prática alimentar. A vitamina B12 é produzida por bactérias, algas e fungos. As carnes são as principais fontes de vitamina B12, pois os animais ingerem esses micro-organismos, e a vitamina permanece em seus tecidos. Portanto, alimentos de origem vegetal, em geral, não contêm essa vitamina. Por outro lado, existem poucos relatos na literatura especializada que sugerem que algumas algas comestíveis como a nori (utilizada na culinária japonesa) e as algas azul-verdes (usadas na fabricação de suplementos) são fontes alimentares de vitamina B12. Ainda é questionável se a vitamina B12 das algas é biodisponível ao organismo humano. Dessa forma, caso não se incluam carnes e alimentos de origem animal na alimentação, é preciso o monitoramento constante para avaliar a necessidade de uma suplementação, com o acompanhamento de um profissional de saúde. A origem de vitamina B12 nos suplementos e alimentos enriquecidos é a forma sintética cianocobalamina; 2) Talvez a confusão do leitor venha do fato de que no artigo abordamos a vitamina D sem diferenciar suas formas biológicas. As fontes de vitamina D na natureza são a vitamina D2 (ergocalciferol) e D3 (colecalciferol). A D2 é produzida por leveduras e fungos e é a forma usada nos suplementos e na fortificação de alimentos. A vitamina D3 é formada no nosso organismo, na pele, através de moderada exposição ao sol. Além disso, fígado, gema de ovo, queijos e peixes de água gelada também são fonte de vitamina D3. Essas duas formas químicas não apresentam atividade biológica no nosso organismo, pois precisam ser transformadas na forma ativa (calcitriol). A eficiência na conversão de vitamina D3 em calcitriol é muito maior do que a de vitamina D2. Portanto, a restrição de alimentos de origem animal da dieta, especialmente se a exposição ao sol for limitada, pode comprometer o estado nutricional de vitamina D do organismo; 3) Não há nenhum aminoácido que seja encontrado de forma exclusiva em carnes vermelhas. Na natureza, todas as proteínas são produzidas a partir de todos os 20 aminoácidos. No entanto, a maior parte das proteínas dos alimentos vegetais tem algum aminoácido essencial cuja quantidade não é suficiente para atender às nossas necessidades diárias. Esse aminoácido é classificado como limitante naquele alimento. A simples combinação de dois ou mais vegetais que tenham aminoácidos essenciais limitantes complementares soluciona esse problema. Algumas sugestões dessas combinações estão no artigo da *CH*; 4) Os alimentos são constituídos de matrizes complexas de elementos nutricionais e não nutricionais que interagem. Quando esses alimentos são combinados em refeições, essas interações são ampliadas e tornam-se ainda mais complexas. A associação dos diversos componentes dos alimentos pode resultar no aumento ou na diminuição da absorção do nutriente pelo intestino. Como explicado no artigo, muitos alimentos vegetais apresentam fatores que reduzem a absorção de minerais. Mas, essas interações não são especialmente preocupantes para aqueles indivíduos que tenham uma alimentação diversificada, mesmo que seja vegetariana. Um acompanhamento nutricional é recomendado para identificar possíveis hábitos que possam levar a deficiências nutricionais. Não é verdade que a cafeína reduz a absorção de cálcio. No intestino, a cafeína não interage com o cálcio e não afeta sua passagem para a circulação sanguínea. Por outro lado, um efeito agudo da cafeína é aumentar a eliminação de cálcio na urina. Ou seja, a cafeína age nos rins, aumentando a excreção de cálcio. Em função disso, recomenda-se que pessoas com osteoporose reduzam a ingestão regular de café, pois a massa óssea pode ficar ainda mais comprometida. Já o café descafeinado não é contraindicado; 5) Apesar de o vegetarianismo ganhar cada vez mais adeptos, ele não é recente. Diversas civilizações, especialmente motivadas por questões religiosas, adotam essa forma de se alimentar há milênios. Muitos dos estudos na área utilizam grupos que praticam o vegetarianismo por diversas gerações, como os adventistas do sétimo dia e os hinduístas. Essas pesquisas mostram tanto os possíveis benefícios quanto os riscos dessas práticas alimentares. Entretanto, há uma ressalva para filhos de mães veganas (que não consomem nenhum alimento de origem animal), que foram amamentados exclusivamente por suas mães: é essencial que o estado nutricional de vitamina B12 seja monitorado e que seja avaliada a necessidade de suplementação, pois a carência dessa vitamina na infância compromete o desenvolvimento da pessoa.

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

cienciahoje@cienciahoje.org.br

FOTO CICERO RODRIGUES

UM PASSO PARA LÁ...

DESAFIO

Depois de quatro passos à direita e dois passos à esquerda, de quantas maneiras podemos chegar ao mesmo ponto?

No salão do conceituado instrutor de dança francês *Monsieur* Pascal, há uma nova dança, fácil de aprender, mas cheia de segredos matemáticos. A regra é simples: a partir de um ponto inicial, você escolhe dar um passo para frente, deslocando-se obliquamente ou para a esquerda, ou para a direita. O dançarino tem liberdade para escolher a ordem, a direção e a quantidade de passos.

Fácil, não?

Para ajudar os iniciantes, *Monsieur* Pascal desenhou um esquema no chão (figura 1).

Um exercício típico do 'passinho do Pascal' é uma coreografia bem simples: três passos para a direita e dois para a esquerda. A ordem dos passos, diz o mestre, não importa no momento, pois você sempre chega... ao mesmo ponto do triângulo – nesse caso, o círculo destacado na figura 1.

Figura 1

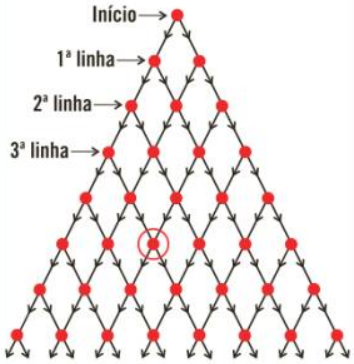
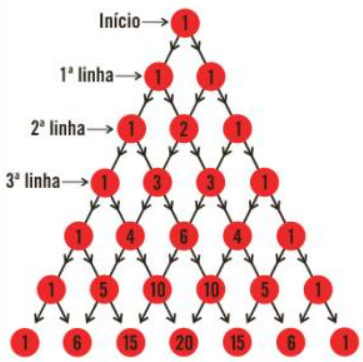


Figura 2



Surpreso? Tente qualquer ordem dos passos. "*Voilá*!", exclama *Monsieur* Pascal, "sempre no mesmo lugar!".

Para entender por que acabamos sempre no mesmo lugar, basta notar que a ordem dos passos não importa. Dar um passo para a direita e outro para a esquerda é a mesma coisa que dar um passo para a esquerda e outro para a direita. Como a ordem não importa, todas as 'danças' têm que terminar no mesmo ponto.

Já que percebemos que todas as danças levam ao mesmo ponto, a pergunta natural que Pascal faz a seus pupilos é: "E quantas danças diferentes existem para você chegar aonde chegou?"

A resposta a essa pergunta envolve uma área da matemática chamada 'combinatória', que trata de problemas de contagem.

Podemos anotar o número de danças que chegam até um dado círculo do esquema de Pascal (figura 2). Um padrão interessante aparece!

Para descobrir o número de caminhos possíveis para chegarmos a cada ponto, basta somar os números dos vértices superiores conectados a ele. Por exemplo, um vértice onde está anotado '4' tem ligado a ele um vértice '3' e um vértice '1'.

Por que essa regra funciona? Ora, para chegarmos a determinado vértice, temos que estar, literalmente, a um passo dele no passo anterior. Assim, o número de caminhos que nos leva a um ponto é a soma do número de caminhos que levou aos pontos conectados a ele!

Então, agora que você conhece a regra dos caminhos, pode responder à pergunta de *Monsieur* Pascal. Se você deu três passos para a direita e dois para a esquerda, terminou sua coreografia em um ponto cujo número é 10. Portanto, há 10 maneiras diferentes de chegar aonde você chegou!

Essa disposição de números é chamada triângulo de Pascal – referência ao matemático francês Blaise Pascal (1623-1662) – e ajuda a resolver vários problemas de contagem. Nossa regra de soma permite construir o triângulo de Pascal uma linha depois da outra.

Agora que você aprendeu o 'passinho de Pascal', prepare-se para, no próximo baile, cair na pista e mostrar todo seu conhecimento artístico. E matemático. CH

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

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO A diagonal de um quadrado mede $\sqrt{2}$. Portanto, o tamanho total das estradas é $2\sqrt{2}$.

FOTO CACERO RODRIGUES

INTERINIDADE E PERMANÊNCIA

A coalizão política que sustenta a supressão dos ministérios é assustadoramente conservadora e fundamentalista. Quando o conservadorismo fiscal se associa ao fundamentalismo religioso, a conta será inevitavelmente paga por instituições e programas de governo que lidam com a invenção e a imaginação

Governo interino, danos permanentes. A sequência inscrita na frase anterior muito dá o que pensar. A ideia de interinidade traz consigo a perspectiva de um tempo curto e excepcional, dotado de limites pré-fixados: possui começo e encerramento precisos. O que não significa dizer que atos produzidos sob estado de interinidade tenham efeitos igualmente limitados no tempo. Nada disso. É parte constitutiva da ação humana a projeção de suas marcas no tempo, gerando cadeias de consequências para além dos motivos iniciais pretendidos.

O tempo, afinal, não para. Não no sentido do 'andar do tempo' ou do ritmo continuado dos relógios. Falo no sentido da duração das coisas, da qual o tempo marcado por nossos aparelhos de medição é mero truque de quantificação, exterior ao tempo propriamente dito.

Todo este breve exórdio metafísico está a serviço da seguinte proposição: todos nós, como sujeitos sociais, somos interinos; nossas ações, contudo, são perenes, pois decorrem de cadeias de causalidade que herdamos e alimentam tantas outras que nos sucedem. Isso vale para biografias pessoais tanto quanto para a história de uma sociedade ou de um país.

Pois bem, o governo interino instalado no país a partir de maio de 2016, em meio a decisões claramente marcadas pelo propósito da permanência de seus efeitos, incluiu em seu pacote emergencial e estratégico – com perdão do oximoro – a extinção dos ministérios da Cultura e da Ciência e Tecnologia. Visto assim do alto, mais parecem unidades distintas, com problemas e orçamentos específicos e, portanto, com razões particulares no que diz respeito à dissolução em ministérios maiores.

Não é bem assim, contudo. É bem verdade que os públicos envolvidos com instituições e programas abrigados sob ambos os ministérios são distintos e que é de lamentar a ausência de integração – aí sim – estratégica entre seus propósitos e ações. Profissionais da cultura e da ciência pertencem, por definição, ao mesmo macrodomínio, no campo da divisão simbólica do trabalho: o da invenção e da abertura de horizontes renovados para o pensamento, a sensibilidade e a imaginação. É mesmo de lamentar que não sejamos o mesmo público, a despeito das especificidades de cada campo envolvido.

Mas, não é esse o ponto. A supressão de ambos os ministérios está associada à mesma ordem das (des)razões: fiscalismo seletivo e obscurantismo no plano dos valores. Ambos os ministérios foram atingidos por uma retórica de contenção de despesas, ilação insustentável à luz do peso mínimo que representam como proporção das despesas de governo e da ridícula "economia" obtida com supressão de alguns postos na administração. O que a "economia" parece – ou não – desconsiderar são os prejuízos em longo prazo, os quais sobreviverão à interinidade e demandarão correção imediata, quando voltarmos a ter governos socialmente responsáveis.

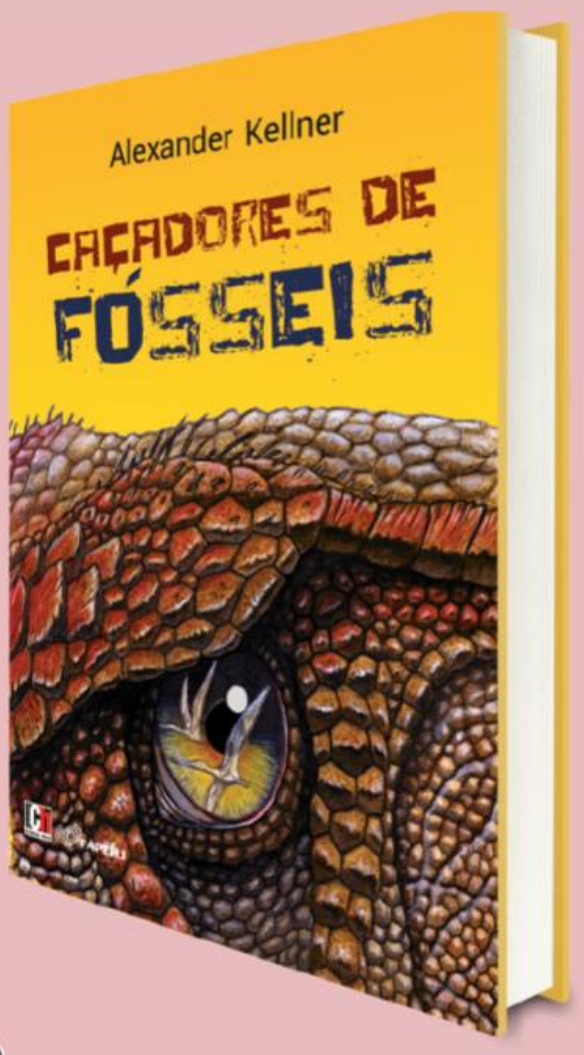
Cultura e ciência e tecnologia são áreas que ganharam dimensão ministerial a partir da redemocratização do país, na década de 1980. De lá para cá, houve importante acúmulo institucional, mais visível na pasta da Ciência e Tecnologia (ao qual se acrescentou o termo 'Inovação', pleonástico e afetado pela moda constituída em torno dele). Mas, mesmo no campo da cultura, programas vertebradores foram iniciados, com destaque para os Pontos de Cultura e para a percepção crescente da transversalidade da área, aspecto presente em todas os programas e ações de governo.

A coalizão política que sustenta a supressão dos ministérios é assustadoramente conservadora e fundamentalista. Quando o conservadorismo fiscal se associa ao fundamentalismo religioso, a conta será inevitavelmente paga por instituições e programas de governo que lidam com a invenção e a imaginação. Ciência e cultura são domínios habitados por seres cognitivamente irredentos, a despeito de opiniões políticas e orientações morais individuais. Constituem a reserva crítica e independente da sociedade. A extinção, em primeiro plano, atinge os seus praticantes. Mas, em longo prazo, todos estaremos não digo mortos, como sustentava Lord John. M. Keynes (1883-1946), mas ao menos pesadamente afetados. Vida que segue. CH

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

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

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