

MECÂNICA QUÂNTICA
Teoria fundamental da física ainda
tem diferentes interpretações

MACHADO DE ASSIS
Conselheiro Aires:
personagem que o escritor
buscou por toda a vida

BIOLOGIA EVOLUTIVA
Proteínas em ovos ajudam
a entender a história da vida

VACINAS *versus* autismo

QUAL O RISCO REAL?



O risco por trás das vacinas

A vacinação é uma das maiores conquistas para a saúde pública. Não há dúvida. Entretanto, o reconhecimento, em março deste ano, pelo governo norte-americano, de um caso de autismo associado ao timerosal, substância à base de mercúrio usada na conservação de vacinas, atiçou uma fogueira que vinha sendo abafada há anos pelas autoridades de saúde. Mas qual é o risco real em vacinas infantis que usam o timerosal e cujo número de doses vem aumentando desde a década passada em países como os Estados Unidos e o Brasil? Existe de fato alguma ligação entre vacinação e autismo? Por que a comunidade científica está sendo acusada de ter encoberto provas por mais de uma década sobre essa relação? Rejane Corrêa Marques, pesquisadora da Universidade Federal de Rondônia, que estuda há oito anos o impacto das vacinas com timerosal no crescimento e desenvolvimento de crianças, apresenta nesta edição um relato ponderado sobre essa controvérsia. Ela destaca que uma quantidade substancial de crianças no mundo inteiro está recebendo, por meio das vacinas, doses de mercúrio acima do limite considerado seguro e defende que, para manter a confiança do público, a comunidade científica deve garantir que a segurança das vacinas seja levada a sério e que, quando indicado, ações sejam tomadas no devido tempo para reduzir o potencial de risco.

De outra perspectiva, o presidente da Associação Médica Brasileira, José Luiz Gomes do Amaral, e o pediatra Calil K. Farhat, da Universidade Federal de São Paulo, destacam, em artigo da seção 'Opinião', a importância de incluir no Calendário Nacional de Imunização uma vacina contra o pneumococo. Segundo eles, essa inserção faria o Brasil economizar R\$ 60 milhões por ano, praticamente o que o país gasta nesse período, através de seu Sistema Único de Saúde (SUS), com as complicações decorrentes das doenças pneumocócicas.

Em reportagem publicada na seção 'Em dia', é traçado um quadro do ensino fundamental e médio no país. A falta de qualidade crônica já não é mais notícia. Mas o que espanta é saber que a rede pública tem um déficit de mais de 350 mil professores qualificados em todas as áreas, sobretudo nas disciplinas científicas. Física e química são as mais afetadas: o número de formados nessas carreiras com licenciatura que atuam na rede pública (em torno de 6 mil) não chega nem perto do mínimo necessário para atender a demanda de professores dessas áreas nas escolas – aproximadamente 56 mil professores em cada uma.

A redação

? Cangurus têm placenta?

ZILMARA FERREIRA DA SILVA, TUCANO (BA)

Sim, os cangurus, como todos os outros marsupiais, têm placenta, mas essa placenta é diferente daquela dos eutérios – os mamíferos cujos filhotes completam a maior parte do desenvolvimento dentro do útero. Os eutérios têm uma placenta formada pela junção do córion e do alantóide, membranas que se formam durante o desenvolvimento do embrião de répteis, aves e mamíferos. Essa placenta é chamada de alantocórica. Nos marsupiais, por sua vez, a placenta é formada pela junção do córion e do saco de vitelo e é chamada de placenta cório-vitelínica. Esta, ao contrário da placenta de eutérios, não forma grandes vilosidades para aumento da superfície de troca de nutrientes entre a mãe e o embrião, que depende das reservas do vitelo e de secreções da parede uterina para se desenvolver. Essa placenta também não é muito eficiente na proteção do embrião contra o sistema imunológico da mãe. Esses dois fatores podem ser os responsáveis pelo nascimento precoce dos marsupiais (após 15 a 30 dias de gestação). Apesar da precocidade, os filhotes de marsupiais nascem com os



Canguru-vermelho (*Macropus rufus*) com um mês de vida dentro da bolsa marsupial da mãe

membros anteriores e a boca já formados e se deslocam sozinhos até as tetas da mãe, onde se fixam até completar o desenvolvimento.

É importante lembrar que, apesar do nome, uma grande parcela dos marsupiais não tem o marsúpio (a bolsa que envolve as tetas) e os filhotes ficam expostos. As espécies de marsupiais que ocorrem no Brasil são os gambás, ou timbus e as cuícas.

Diego Astúa

Departamento de Zoologia,
Universidade Federal de Pernambuco

MINDEA PICTURES/ATNISTOCK

? É possível haver um fenômeno similar à aurora boreal no hemisfério Sul? Ele seria visível de alguma parte do Brasil?

C. R. DOLERON, POR CORREIO ELETRÔNICO

A Terra está circundada por uma magnetosfera, isto é, um invólucro invisível que interage com partículas eletrizadas, como elétrons, prótons e íons (átomos que perderam ou ganharam elétrons) de várias espécies químicas. A magnetosfera terrestre tem pólos magnéticos norte e sul, assim como um ímã, os quais ficam próximos aos equivalentes geográficos: o norte magnético perto do norte geográfico, e o sul magnético do sul geográfico.

As partículas eletrizadas vêm do espaço, principalmente do Sol, e parte delas fica aprisionada na magnetosfera, circulando entre os pólos magnéticos. Elas formam duas faixas conhecidas como cinturões de Van Allen (nome dado em homenagem ao seu descobridor, o físico norte-americano James Alfred van Allen [1914-2006]). Quando essas partículas eletrizadas se aproximam dos pólos magnéticos, elas se chocam com muita violência contra átomos, moléculas e íons da alta atmosfera, provocando uma luminescência colorida que balança como um véu exposto ao vento, chamada de aurora.

No hemisfério Norte, esse fenômeno é conhecido por aurora boreal, e no hemisfério Sul, por aurora austral. As auroras podem durar de alguns minutos a várias horas e sua frequência de ocorrência e tamanho depende da quantidade de partículas eletrizadas que chegam aos pólos. Quando o Sol está em sua atividade máxima, o fenômeno ocorre com mais frequência. As auroras são visíveis das regiões polares (latitudes superiores a 65 graus). As maiores podem ser vistas em latitudes menores, como na Patagônia argentina e chilena, mas são bem mais raras, pois a blindagem do campo magnético terrestre é mais eficiente contra o espaço exterior. Não há registros de observação de auroras em território brasileiro.

Enos Picazzio

Instituto de Astronomia,
Geofísica e Ciências Atmosféricas,
Universidade de São Paulo

FOTO REUTERS/STR OLO

? Quais as novidades no tratamento do melanoma e quais os melhores locais para a terapia?

ROSEÂNEA DOS REIS PEREIRA,
POR CORREIO ELETRÔNICO

O melanoma é um tumor que normalmente começa na pele, mas pode gerar metástase em qualquer lugar do corpo. Apesar de agressivo, ele tem a vantagem de ser visível desde o início, e quanto mais cedo for diagnosticado, maior será a probabilidade de cura.

O tratamento mais indicado continua sendo a cirurgia. A novidade é que a margem de segurança aceitável para essa intervenção hoje é bem menor, variando de 1 cm a 3 cm dependendo da profundidade do tumor. Por exemplo, um melanoma que tenha até 1 mm de profundidade pode ter chance de cura de até 90%.

No entanto, é importante frisar que um melanoma com menos de 1 mm de profundidade pode ter, em alguns casos, o tamanho visível de 5 cm a 10 cm.

Também foi desenvolvida uma cirurgia chamada 'pesquisa do linfonodo sentinela', que consegue detectar precocemente focos iniciais de metástase em linfonodos, conhecidos popularmente como gânglios ou ínguas. Além disso, há a quimioterapia, reservada para casos com metástase a distância (que é a disseminação de células malignas em qualquer parte do corpo longe do local do tumor inicial). A imunoterapia, embora controversa por não apresentar muitos benefícios, pode ser adotada com uma droga chamada interferon, aplicada basicamente em pacientes com metástase em gânglios. Já as vacinas são usadas apenas em pesquisa, pois não apresentaram vantagem em relação ao tratamento convencional.

Os melhores tratamentos podem ser encontrados nos centros especializados nesse tipo de tumor: o Instituto Nacional do Câncer (Inca), na cidade do Rio de Janeiro, o Hospital do Câncer A. C. Camargo, na cidade de São Paulo, e os hospitais do Câncer de Barretos e Jaú (ambos em São Paulo).

João Duprat Neto

Departamento de Oncologia Cutânea,
Hospital A. C. Camargo (SP)

? Como a salinidade da água do mar influencia a formação das camadas de gelo, como nos icebergs?

FELIPE BALDI, BELO HORIZONTE/MG

Para responder a esta questão, devemos diferenciar os dois tipos de gelo existentes na Terra: (1) aquele formado pela constante acumulação (durante milhares de anos) de cristais de gelo que condensam e precipitam na atmosfera e (2) aquele formado pelo congelamento da superfície de um corpo d'água (oceanos, lagos ou rios).

As geleiras e os grandes mantos de gelo da Antártida e da Groenlândia formaram-se pela precipitação e acumulação de neve. Com o passar do tempo, essa neve transformou-se em gelo, devido à pressão das camadas de neve que caíram posteriormente, formando camadas de milhares de metros de espessura. Na Antártida, por exemplo, a maior camada de gelo tem quase 5 km de espessura.

As geleiras estão em constante movimento, do interior de um continente ou ilha para a costa. Muitas vezes, a geleira flutua ao atingir a praia e quebra-se formando os icebergs. Os maiores icebergs antárticos podem facilmente ultrapassar 2.500 km² de área. Como todo esse tipo de gelo (o das geleiras) é formado pelo acúmulo de cristais de neve condensados na atmosfera, a salinidade da água do mar não tem nenhuma influência na sua formação, e, é claro, também não afeta a formação dos icebergs.

Por outro lado, a temperatura em que ocorre a formação do gelo por congelamento da água depende diretamente da salinidade do corpo d'água. A superfície de um lago congela a cerca de 0°C, a do mar congela somente a -1,8°C. Ou seja, quanto maior a salinidade da água, menor será seu ponto de congelamento.

É importante notar a pouca espessura do gelo formado por congelamento da água no planeta. Em geral esse tipo de gelo não ultrapassa 6 m de espessura. Ou seja, abaixo da camada de gelo há água no estado líquido. Por exemplo, abaixo do gelo que cobre o oceano Ártico existe água. A profundidade dessa água pode ultrapassar 3 km.

Por fim, uma curiosidade: a densidade da água do mar continua a aumentar conforme a temperatura cai, ou seja, devido à presença do sal, ela não tem o comportamento anômalo da água pura, que alcança a maior densidade em torno dos 4°C.

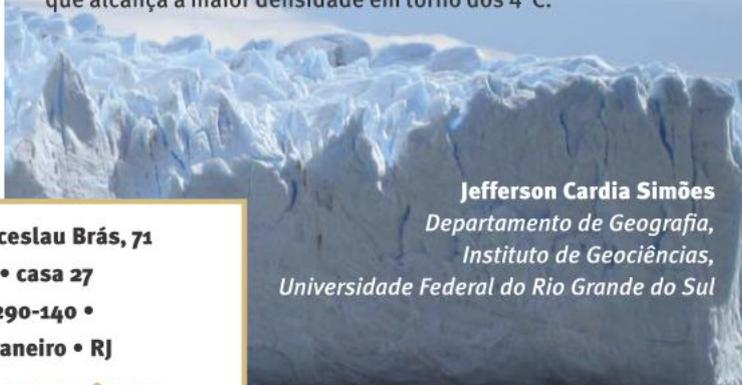


FOTO CLAUDIA FLEURY

Jefferson Cardia Simões
Departamento de Geografia,
Instituto de Geociências,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

CARTAS À REDAÇÃO

Av. Venceslau Brás, 71
fundos • casa 27
CEP 22290-140 •
Rio de Janeiro • RJ

CORREIO ELETRÔNICO:
cienciahoje@cienciahoje.org.br

UM PRODUTO CHAMADO ESPORTE

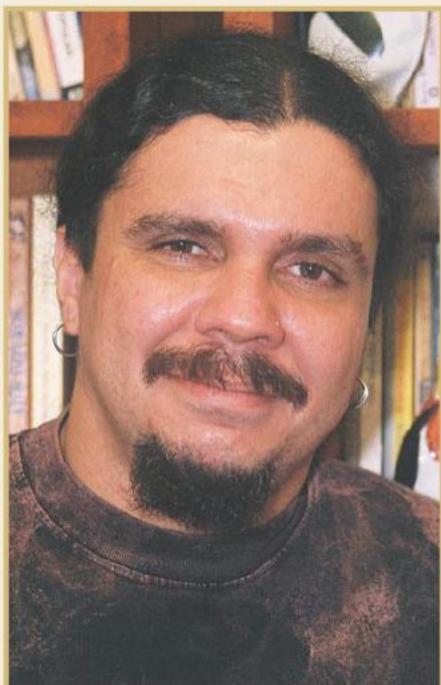


FOTO ZECA GUIMARÃES

Victor Andrade de Melo

‘O importante é competir’ é um dos lemas centrais associados à prática esportiva. No entanto, essa máxima não é inerente aos esportes, como pensamos, mas faz parte de um arcabouço moral, muito utilizado nos dias de hoje para vender essa atividade para o público. Ou seja, em última instância, é um produto comercial como outro qualquer. Essa é apenas uma das noções estudadas pela história do esporte, campo de pesquisa que utiliza a prática esportiva como meio de estudar as diferenças e semelhanças de uma sociedade em tempos, culturas e espaços distintos.

A área é tema do livro *História comparada do esporte*, lançado com o apoio do Ministério do Esporte e organizado pelo pesquisador Victor Andrade de Melo, coordenador do Laboratório de História do Esporte e do Lazer (Sport) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Melo ressalta que, apesar dessa comercialização da atividade esportiva, que a transformou em um mercado bilionário, e da anexação da prática de esportes a fins políticos, algo observável desde o início do esporte moderno, no século 18, não é só isso que torna a atividade tão atraente para o público. “O fascínio não é gerado apenas porque o poder a usa; o oposto também é verdade: o poder faz uso do esporte porque ele é fascinante”, conta o pesquisador. Nesta entrevista, ele fala do livro, da origem da prática esportiva, de seu uso comercial e político, e da popularidade do futebol, a paixão nacional.

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ

Por que estudar a história comparada do esporte?

O esporte é uma manifestação cultural eminentemente moderna. Ainda que você tenha fenômenos análogos em outros períodos, como a prática corporal dos gregos antigos e dos romanos, essa forma específica atual data da Inglaterra do século 18 e se consolidou no século 19, sendo inicialmente difundida no mundo pelo Império britânico. Talvez tenha sido um dos principais produtos de difusão dessa nação naquela época. Ao longo do século 20, essa atividade atinge um grau de penetrabilidade e popularidade impressionantes – praticamente não há lugar no planeta onde não exista alguma forma de prática esportiva. Por exemplo, a Federação Internacional de Associações de Futebol [Fifa] e o Comitê Olímpico Internacional [COI] têm mais associados que a Organização das Nações Unidas [ONU], as maiores audiências televisivas mundiais são de dois eventos esportivos: a Copa do Mundo e os Jogos Olímpicos. Além disso, em cada lugar, esse fenômeno se associou a determinados valores e significados tanto da cultura global quanto da local. Portanto, estudar a presença do esporte em diferentes localidades e tempos nos permite entender algo sobre a sociedade em que essa prática esportiva se insere e os diferentes percursos e matizes dessa atividade no planeta. O exemplo do outro ajuda a compreender melhor a nossa situação.

Se o esporte é um fenômeno recente, o que os gregos antigos faziam não era uma prática esportiva?

Do ponto de vista estritamente conceitual, não. Há um conjunto de elementos que definem o que é uma prática esportiva moderna: um conjunto de profissionais especializados, um calendário próprio, instituições específicas e um mercado gerado ao redor da atividade. Essas características são típicas desse fenômeno a partir do século 18. Antes, encontram-se fenômenos análogos, os quais também estudamos ao fazer comparações temporais. Por exemplo, o que há em comum entre gregos, romanos e modernos? É interessante ressaltar que os fenômenos mais antigos são tão importantes quanto os atuais, não só no seu momento específico quanto para melhor entendermos o presente.

E como ele surgiu?

Quando o esporte surge no século 18, ele é uma releitura de práticas populares em uma sociedade em que a cidade estava crescendo e o espaço rural estava perdendo importância. Ainda havia fortes injunções morais sobre o corpo, por isso os primeiros esportes foram aqueles que utilizavam animais como elemento principal, o turfe, por exemplo. A corrida de cavalos foi a primeira atividade esportiva em praticamente todo o mundo, inclusive no Brasil, cujo primeiro clube esportivo foi criado no Rio de Janeiro em 1849 e era de tur-

fe. Depois, o corpo vem para o centro da cena e o homem tem que mostrar que ele é capaz de conduzir qualquer processo. O remo talvez seja o esporte mais importante desse momento. Com o desenvolvimento da tecnologia, começam a surgir atividades que usam artefatos tecnológicos, como a bicicleta e o automóvel. Finalmente, em uma quarta etapa, há a explosão de popularidade das práticas coletivas, que já existiam, mas só ficam realmente difundidas quando as camadas populares reivindicam seu direito de participar e não só assistir. Esse processo todo se dá no decorrer do século 19. Depois disso, só há desdobramentos, sem qualquer grande novidade.

Isso é comum no decorrer da história: sempre se anexaram à prática esportiva interesses diversos, tanto os de governos majoritários quanto os de grupos de resistência

E como se estuda a história comparada?

Em linhas gerais, analisamos semelhanças e diferenças no tempo e no espaço. Um exemplo de análise temporal é estudar o uso político do esporte no Rio de Janeiro, na virada do século 19 para o 20, quando ele entra pela primeira vez na configuração de uma política pública, no âmbito do governo do [então prefeito do Rio de Janeiro Francisco] Pereira Passos [1836-1913], e o uso político nos dias de hoje nos Jogos Pan-americanos. O que há de igual e de distinto? Como isso nos ajuda a entender não só o esporte como também a sociedade onde ele está inserido? Já na análise espacial, podemos comparar a origem do futebol no Brasil e na Argentina no mesmo período, e procurar entender as duas sociedades e o esporte em cada uma delas e na América Latina como um todo. Há ainda outra possibilidade, comparar os olhares de diferentes disciplinas – história, antropologia, literatura etc. – para ampliar a compreensão do objeto estudado.

Qual o objetivo do livro?

Ele é uma experiência inicial. Embora na historiografia o comparativismo seja inerente à atividade do historiador, a história comparada ainda não é um dos métodos mais utilizados. No caso do esporte, cuja emergência como campo de estudo profissional é mais recente, da década de 1970, o uso desse método ainda é muito precário no mundo todo, mais notadamente no Brasil. No nosso programa de pós-graduação, queremos desenvolver campos de experimentação de história comparada e o livro é o começo dessa iniciativa no que se refere ao esporte. Ele é fruto de três laboratórios, duas disci- ▶

plinas e um grupo de pesquisa, o que mostra o caráter provisório dessa equipe que está se formando. Ele reúne um pouco da nossa experiência, como o trabalho de Maurício Drummond, que comparou o uso da prática esportiva na construção da identidade nacional pelos governos dos presidentes Juan Domingo Perón [1895-1974] e Getúlio Dornelles Vargas [1883-1954]. Já sabíamos que Vargas havia empregado o esporte com essa finalidade, mas, ao compararmos com Perón, percebemos que no Brasil isso foi mais limitado. O presidente argentino incorporava até fisicamente esses ideais: ele foi atleta e campeão de boxe e de esgrima.

A partir de Vargas, percebe-se uma crescente elegia do mestiço, do negro, constrói-se a hipótese de que esse esporte é um dos elementos que ajudam a entender a construção de uma cultura nacional

Esses governos usavam o esporte para respaldar suas políticas e aceitação?

Sim. Isso é comum no decorrer da história: sempre se anexaram à prática esportiva interesses diversos, tanto os de governos majoritários quanto os de grupos de resistência. No século 19, os ingleses utilizavam o esporte nas escolas das elites para formar os novos líderes que ocupariam espaço no império. Os poderes constituídos tentam utilizar essa atividade como uma forma de controle corporal da classe operária, mas esta também se apropria da prática esportiva para estabelecer meios de resistência. Assim, o esporte, como qualquer manifestação cultural, capta essas tensões e tem seus usos e desusos. Desde o século 19, ele tem sido usado para coisas como enaltecer o país e dizer que a política nacional vai bem. O governo Lula não é diferente – quando uma seleção brasileira volta dos Jogos Olímpicos, por exemplo, o presidente veste roupas de treino e recebe a equipe. Ou seja, os poderes constituídos sempre tentam se anexar à prática esportiva para criar uma relação pública das suas conquistas. É um discurso que não necessariamente é absorvido linearmente pelo público.

O futebol se confunde com a identidade nacional brasileira. Qual o processo que levou a isso?

Esse processo começou de alguma forma no período Vargas, notadamente a partir de uma leitura da obra do escritor Gilberto Freyre [1900-1987]. Antes disso, a situação era distinta, como ilustrado por Arthur Friedenreich [1892-1969], um de nossos primeiros grandes jogadores, cuja representação social foi estudada por uma aluna do nosso mestrado, a Juliana Ramos. Ele

era um mulato de olhos verdes, filho de uma negra com um alemão. No entanto, naquele contexto da década de 1910 e 1920, quando o futebol começou a se popularizar no Brasil e no qual as idéias racistas e de eugenia proliferavam, Friedenreich sempre se apresentava como branco. Ele usava gomalina para esticar o cabelo e, quando havia embates do tipo negros contra brancos, ele estava no segundo time. Houve preocupações governamentais com a seleção brasileira: não deveria haver jogadores negros. Naquela época, o futebol tinha outra relação com a identidade nacional. A partir de Vargas, percebe-se uma crescente elegia do mestiço, do negro, constrói-se a hipótese de que esse esporte é um dos elementos que ajudam a entender a construção de uma cultura nacional. A Juliana está analisando agora [o jogador de futebol] Leônidas da Silva [1913-2004], já mais aceito e respeitado. É nesse momento também que a capoeira é legalizada e o samba, exaltado. Assim, há uma nova hipótese para definir a identidade nacional: o que nos diferencia é que so-

mos mestiços. Surge ainda uma série de pensamentos idealizados ligados ao esporte, como os termos “jogo de cintura”, “somos um futebol arte” e “o futebol representa a malemolência essencial do brasileiro”. Isso fica reforçado porque alguns pensadores, com grande penetrabilidade na imprensa, repercutiram essas teses. Houve três figuras-chave: Mário Rodrigues Filho [1908-1966], um dos grandes jornalistas da época, que tinha uma relação próxima com Freyre e escreveu o livro *O negro no futebol brasileiro*; o escritor e também jornalista José Lins do Rego [1901-1957], um flamenquista ‘doente’ também ligado a Freyre; e o dramaturgo e jornalista Nelson Rodrigues [1912-1980], com a idéia de que o futebol iria nos libertar, que venceríamos nosso complexo de vira-lata mostrando no gramado que nossa nação de mestiços era o país do futuro.

O esporte foi durante muito tempo um dos elementos mais fortes da construção de uma identidade nacional no mundo inteiro. Ainda o é, mas nos últimos 20 ou 30 anos isso vem declinando, e o poder das empresas é maior. Hoje, o Campeonato Europeu tem jogos mais atraentes do que a Copa do Mundo, pois lá estão os melhores jogadores em suas reais posições. Quando esses atletas voltam às suas equipes nacionais, estas não expressam a mesma qualidade. Atualmente, o jogador é da Nike ou da Adidas, e não da seleção brasileira. Com isso, há uma redução na relação entre esporte e identidade nacional. Há exceções, como nos países que têm uma formação tardia. Angola, por exemplo, é uma nação que se tornou independente em 1975, depois houve uma guerra civil até 1992, seguida por um período de paz de oito meses e mais uma guerra civil até 2002. Angola passou muitos anos sob

o jugo de Portugal, passou por duas guerras civis terríveis e tem várias etnias diferentes. O que dá unidade a esse povo? O futebol é possivelmente um dos elementos.

O futebol também é popular em muitas outras partes do mundo. Por quê?

Há várias hipóteses, mas nenhuma é conclusiva. O fato de não precisar de muitos equipamentos para jogar futebol pode ser uma das causas. Outro ponto levantado pelos estudiosos é a estabilidade das regras. Fora a do impedimento, e mais uma ou outra, esse esporte ainda segue os regulamentos criados no século 19. A entrada do João Havelange para a Fifa contribuiu muito também. Ele encontrou a instituição como uma casinha de dois andares e a transformou em um império. Havelange percebeu a possibilidade de potencializar o negócio e utilizou as estratégias corretas para tal fim. E não apenas no futebol, pois ele também foi um dos que contribuíram para a profissionalização da administração do COI.

‘O importante é competir’ é um lema que é apresentado como a essência do esporte.

No entanto, o que vemos é uma maior preocupação com a vitória e com interesses comerciais.

Sempre foi assim? A tendência disso é aumentar?

O esporte é em grande medida um produto que atinge um mercado impressionante, de cifras bilionárias. No entanto, para vender, ele precisa de um discurso moral. Esses lemas que cercam a prática esportiva são parte desse produto. Quando se observa essa atividade de perto, percebe-se muito pouco do que é proclamado, especialmente nos esportes de alto desempenho. Por exemplo, ‘esporte é saúde’ – nas práticas esportivas de alto nível isso nem sempre ocorre. O atleta está sendo levado ao limite do seu corpo e, independentemente de haver dopagem ou não, ele está expondo o seu organismo a uma agressão constante. Por isso, não é incomum que atletas de várias modalidades tenham, depois que se aposentam, vários problemas físicos pelo resto da vida. Outro lema é que o esporte afasta as pessoas das drogas. Não temos evidências concretas disso. Para parte significativa dos envolvidos com o campo, o mais importante não é competir, sequer vencer, o importante é vender. O desejo do atleta é muito pequeno em relação ao grande número de interesses que tem ao seu redor. Só a candidatura do Rio de Janeiro à sede dos Jogos Olímpicos de 2016 custou entre R\$ 70 milhões e R\$ 100 milhões, segundo informou recentemente um jornal de grande circulação.

Essa comercialização do esporte é negativa ou positiva?

O esporte sempre foi um produto e o negócio faz parte disso. O problema surge quando se tenta esconder esse aspecto sob o manto de que essa atividade traz grandes

contribuições para a humanidade. Por exemplo, os grandes eventos podem trazer benefícios para as cidades que os sediam, como é o caso de Barcelona, na Espanha, mas também podem causar prejuízos, como em Atenas, na Grécia. Os Jogos Pan-americanos no Rio de Janeiro não parecem ter trazido grandes benefícios para a população carioca. Seis meses depois, houve um surto de dengue e a segurança, assim como o transporte público, continuam os mesmos. Hoje, o Tribunal de Contas da União está investigando o fato de os jogos, orçados em R\$ 300 milhões, terem custado, segundo algumas estimativas, entre R\$ 3 e 4 bilhões de dinheiro público. Se o governo quer organizar Jogos Pan-americanos, que o faça, mas com cuidado com os recursos públicos envolvidos. Se é uma iniciativa empresarial, os empresários que estão ao redor dos comitês olímpicos que corram os riscos. O que não pode acontecer é alguns ficarem com os lucros, enquanto o dinheiro da população é usado para financiar o projeto. Os maiores investidores nos jogos foram o governo federal e a prefeitura do Rio de Janeiro. As políticas governamentais promovem projetos de formação es-

O esporte é em grande medida um produto que atinge um mercado impressionante, de cifras bilionárias

portiva para a população como um todo e não negócios. Em resumo, não há problema em ser uma atividade comercial, desde que se assuma como tal. Temo que se os Jogos Olímpicos venham a ser realizados aqui, eles tragam ainda mais problemas que os Pan-americanos, que, apesar da propaganda, não foram um sucesso, foram feitos em cima da hora, com atraso de construção. Se já demonstramos nossa incompetência com eles, por que sediar os Jogos Olímpicos aqui? Que interesses há por trás disso? Quem está ganhando?

A dopagem é um fenômeno do século 20?

Há registros de casos desde o século 19. O que aconteceu é que após a Segunda Guerra Mundial, quando o esporte dramatizou muito o enfrentamento típico da Guerra Fria e a ciência avançou bastante, isso se tornou mais determinante. Contudo, a preocupação com a dopagem não tem só a ver com a garantia da equidade dos resultados, mas também com a preservação do discurso moral que mencionei. Um exemplo claro disso é a maconha, que é considerada dopagem. Qual o ganho de desempenho que um atleta tem ao usar essa droga? Quando descobriram que um jogador da seleção brasileira de vôlei [Gilberto Amauri Godoy Filho, o Giba] havia usado essa droga, houve uma grande re- ▶

percussão sobre como isso era inaceitável para um desportista. É por isso que atletas que se desviam dessa norma – que bebem, por exemplo –, sempre causam pânico nas estruturas esportivas, embora, por outro lado, também ajudem a vender o produto. Personagens polêmicos são espetaculares para esse fim, mas o discurso moral é levado ao limite.

Ostensivamente, os esportes ficaram ligados à política com os Jogos Olímpicos de 1936, em Berlim, na Alemanha. Mas, segundo o senhor, essa fusão está na origem das atividades esportivas.

Sim, está na origem, mas você está correto – isso fica mais explícito em 1936, quando o ‘conto da carochinha’ de que o esporte não tem a ver com política vai abaixo definitivamente. Daí por diante, há uma série de outros incidentes: os Panteras Negras em 1968, a morte dos atletas israelenses em Munique [Alemanha] em 1972, os boicotes dos países africanos em 1976, e os dos Estados Unidos e da União Soviética em 1980 e 1984, respectivamente.

Para parte significativa dos envolvidos com o campo o mais importante não é competir, sequer vencer, o importante é vender

Então a tendência é que isso seja cada vez mais presente.

Sim, as relações entre política e esporte seguirão fortes, pois as competições esportivas estão entre os eventos com maior penetrabilidade mundial. Portanto, grupos diversos podem aproveitar essas ocasiões para divulgar suas causas, como aconteceu recentemente com o Tibet. Da mesma maneira que outras manifestações culturais, o esporte terá uma relação forte com a política no sentido mais amplo e com as organizações políticas mais diretamente.

Qual o futuro do esporte? Ele está se diversificando e ramificando para áreas que não são consideradas tradicionalmente esportivas?

Uma das chaves para entender a popularidade do esporte é que ele é muito adequado às construções simbólicas e materiais da modernidade. Ele dramatiza a superação dos limites, o ideal de beleza, a velocidade. O que se percebe é que essa forma de organização influencia outros objetos – vemos uma ‘esportização’ da sociedade. Temos olimpíadas de dança, de matemática, de arte – o planeta virou uma grande olimpíada. Para mim, a faceta mais interessante da prática esportiva dos dias de hoje é que, cada vez mais, para fazer esporte não se precisa de corpo físico. É impressionante

como as pessoas praticam esportes no sofá de casa, ou mudando o canal da televisão ou jogando os milhares de *videogames* existentes, como o *Fifa Soccer*.

O senhor quer dizer emulando uma atividade esportiva e não a praticando.

Emulando se considerarmos que a prática de esportes tem a presença do corpo físico como característica central. O fato é que essa emulação tem um alto poder de penetração. E agora há um novo aspecto disso, que são os jogos do console *Wii*, o qual requer movimentação do corpo. Talvez essa seja a grande novidade da prática esportiva – a virtualização daquilo que lhe foi mais central na sua estruturação, a prática corporal. Para se conseguir enterrar uma cesta em um jogo de basquete, uma pessoa terá que treinar muitos anos, se é que ela vai conseguir. Já no *videogame* da *NBA* [sigla em inglês da Associação Nacional de Basquete norte-americana], com uma semana de treino essa mesma pessoa consegue. O mesmo acontece com o futebol e o jogo *Fifa Soccer*. Pode-se dizer que isso não é mais esporte e talvez não seja mesmo. Podemos estar testemunhando uma ruptura do objeto, mas as pessoas fazem isso como se estivessem praticando atividades esportivas. Nunca vamos abandonar as práticas da quadra, mas teremos desdobramentos disso, e o esporte seguirá exercendo um grande fascínio.

Esse fascínio é fruto do uso que o poder estabelecido faz da atividade ou algo intrínseco a ela?

O fascínio não é gerado apenas porque o poder a usa; o oposto também é verdade: o poder faz uso do esporte porque ele é fascinante. Minha hipótese é que a prática esportiva é um grande lugar de imoralidade permitida, a despeito das muitas regras que o cercam, onde se pode viver uma catarse e se extravasar de maneira como em quase nenhum outro lugar na sociedade. Um cavaleiro vira um ogro em uma arquibancada. Os indivíduos se abraçam, brigam e xingam. No futebol, as pessoas acham que seu grito é capaz de mudar o resultado do jogo. E até é, como mostram alguns estudos sobre *home field advantage*, a vantagem de jogar em casa. Ou seja, há um espaço de permissividade raro na sociedade contemporânea como um todo. Talvez por isso o esporte movimente tantas paixões e sentimentos ao redor dele. Contudo, como já disse, os movimentos de resistência também aproveitam esse fascínio. Por exemplo, durante a ditadura do general Francisco Franco [1892-1975], na Espanha, os catalães se reuniram ao redor do futebol porque era um espaço no qual podiam falar sua língua. Inclusive, recentemente, quando os espanhóis votaram o novo estatuto de autonomia da Catalunha, houve um impasse porque uma das reivindicações era que se criasse uma seleção nacional catalã. Hoje, no Irã, uma das principais reivindicações das mulheres é poder assistir futebol nos estádios. ■

Ressuscitando espécies extintas?

Seria possível trazer de volta à vida um dinossauro ou um mamute? E espécies que foram extintas mais recentemente pela desastrosa ação humana, como o dodô? A idéia de a ciência vencer a morte e a esperança de um dia sermos capazes de reverter a extinção de espécies por meio da tecnologia acabam de ganhar um forte valor simbólico com a publicação de resultados obtidos com material genético extraído de espécimes de tigre-da-tasmânia guardados em museus por mais de um século. O artigo com esses resultados está em *PLoS One* (v. 3, n. 5, p. e2240, 2008), revista científica eletrônica de acesso livre.

O desenvolvimento industrial e o aumento exponencial da população humana levaram a uma destruição ambiental sem precedentes na história da Terra, com milhares de espécies extinguindo-se todos os anos. Algumas delas, por serem grandes e carismáticas, ficaram famosas, como o dodô das ilhas Maurício, o golfinho do rio Yangtze (China) e o tigre-da-tasmânia.

O maior drama das extinções é sua irreversibilidade: mesmo que nossa espécie resolvesse finalmente assumir sua responsabilidade com a natureza, as que foram perdidas jamais poderão ser trazidas de volta. Ou será que poderiam? Um artigo recente do grupo de Marilyn Renfree, da Universidade de Melbourne (Austrália), relata a inserção de um pequeno fragmento de material genético (ou seja, DNA) do tigre-da-tasmânia em embriões de camundongo.

O tigre-da-tasmânia (*Thylacynus cynocephalus*) era um marsupial. Ou seja, era mais aparen-

tado com os cangurus do que com os tigres, e o último indivíduo de sua espécie morreu em um zoológico em 1936.

O trecho de DNA empregado por Renfree e seus colegas foi extraído de espécimes armazenados em museus há mais de 100 anos. A seqüência em questão faz parte do sistema que 'liga' ou 'desliga' um gene presente nas células que formam as cartilagens de mamíferos. O seqüenciamento das unidades básicas (nucleotídeos) que formavam aquele fragmento revelou que ele era parecido com aquele de outros marsupiais, indicando que se tratava, de fato, de DNA do tigre-da-tasmânia e não de uma contaminação com DNA de outro animal (ver 'Ficção ou realidade?').

Essa não é a primeira vez em que são seqüenciados pequenos fragmentos de DNA antigo: isso já havia sido feito, com sucesso, em outros organismos extintos, incluindo o pássaro dodô (*Raphus cucullatus*), um bisão europeu e os ursos naquele mesmo continente. A novidade do trabalho da equipe de Renfree é que eles transferiram o DNA dessa espécie extinta para uma atual, na qual ele funcionou nas cartilagens do embrião transgênico produzido.

A criação de camundongos transgênicos com um pequeno fragmento de 200 nucleotídeos de uma espécie extinta não foi tão surpreendente, pois os pesquisadores escolheram um gene cuja estrutura praticamente não se alterou ao longo da evolução (ou seja, já era de se esperar que seqüên-

Pesquisas recentes reabrem o debate sobre a possibilidade de reverter a extinção de espécies como o tigre-da-tasmânia



cias desse elemento funcionassem adequadamente entre espécies muito diferentes).

O que fez com que o artigo tivesse tanta repercussão na imprensa foi seu valor simbólico: a idéia de a ciência vencer a morte, ou de que, um dia, seremos capazes de reverter a extinção das espécies por meio da tecnologia. Devemos, então, prever que, em um futuro não muito distante, poderemos desfazer o desastre que estamos causando na natureza, por meio da ressurreição das espécies extintas? A resposta, infelizmente, é um claro não! Em primeiro lugar, porque o DNA de espécies guardadas em museus é extremamente fragmentando. Fazer um camundongo transgênico com 200 nucleotídeos de uma espécie extinta é, sem dúvida, interessante, mas fica muitíssimo aquém do que seria necessário para reconstruir moléculas inteiras de DNA, que costumam ter de dezenas a milhares de milhões de nucleotídeos. Mesmo que, para uma espécie extinta, fosse possível montar integralmente uma dessas moléculas, que se organizam em estruturas denominadas cromossomos, essa estratégia não faria sentido, a não ser que esse

cromossomo fosse inserido em conjunto com os outros cromossomos da espécie.

Criar um transgênico é diferente de reviver uma espécie: o que permitiu que o DNA do tigre-da-tasmânia funcionasse no camundongo foi a grande semelhança entre as duas espécies do gene escolhido. Se os cientistas usassem um gene mais diferente, o experimento provavelmente não funcionaria. Assim, temos um paradoxo: para que o gene da espécie extinta funcione, ele precisa ser tão parecido com a espécie receptora que ela acaba não ficando nem um pouco mais parecida com a extinta. Se, por outro lado, o gene transferido ao camundongo fosse de alguma característica mais típica de um tigre-da-tasmânia, então ele não teria funcionado no camundongo. Isso é parecido com o que ocorre no transplante de coração de uma pessoa para outra. O transplante só é bem-sucedido porque os dois corações são muito parecidos, apesar de, para algumas pessoas, existir o valor simbólico de o coração de um morto agora bater novamente, mesmo que isso não torne a pessoa que recebeu o órgão mais parecida com aquela que morreu.



Devemos lembrar, também, que o esforço e o custo necessários para criar esses transgênicos são tão grandes que só seriam viáveis com umas poucas espécies emblemáticas, deixando de fora as mais de 20 mil que desaparecem todos os anos.

Finalmente, mesmo que se conseguissem reviver dois indivíduos de uma espécie, eles não representariam a espécie como um todo, pois sua variabilidade estaria perdida. Ou seja, teríamos indivíduos vivos que não seriam muito diferentes, do ponto de vista evolutivo, de um animal guardado em um frasco com formol. Claro que adoraríamos poder ver um dodô vivendo novamente! Mas isso teria um valor mais simbólico do que científico. Se estivermos realmente tão preocupados com a natureza, talvez a melhor coisa a fazer, de fato, seja conservá-la. Faz muito mais sentido (além de ser muito mais barato) preservar uma espécie enquanto ela vive do que tentar trazê-la de volta depois.

O dodô, extinto há pouco mais de 300 anos, já teve fragmentos de DNA seqüenciados, a partir de exemplares empalhados

Ficção ou realidade?

Há 15 anos, no filme *O parque dos dinossauros*, cientistas conseguiram clonar animais extintos há mais de 60 milhões de anos. Um ano após o lançamento do filme, um artigo publicado na prestigiosa revista *Science* (v. 266, pp. 1.229-1.232) descrevia seqüências de DNA obtidas de ossos de dinossauros, com um enorme impacto na imprensa. Entretanto, estudos posteriores revelaram que o DNA analisado pelos autores era, na verdade, resultado da contaminação com DNA humano.

O famoso astrônomo norte-americano Carl Sagan (1934-1996) já dizia que, quando um cientista deseja muito que uma coisa seja verdade, ele deve ser cauteloso ao alcançar resultados que confirmam seu desejo. De fato, todos os relatos de seqüências de DNA de fósseis com mais de 1 milhão de anos revelaram-se, após estudos cuidadosos, como resultado de contaminação. Desde então, foi demonstrado que é praticamente impossível obter DNA de amostras com mais de 100 mil anos de idade.

Antonio Solé-Cava

Departamento de Genética,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro

'TURU' VIRA REALIDADE

Talvez, o leitor com mais de 40 anos de idade e que se deleitava na década de 1960 com as sessões de desenho animado na TV (em preto e branco) lembre-se de uma aventura do seriado *Jonny Quest*, o garoto que acompanhava o pai, um cientista, em aventuras (perigosas, obviamente) pelo mundo. Naquele episódio (o de número 15, 1ª temporada), um pterossauro, de nome Turu, cujo dono era um velhinho maligno preso a uma cadeira de rodas, punha a família Quest em perigo. O voador pré-histórico também andava e capturava suas presas no solo, sob o comando de seu dono: "Mate-os, Turu, mate-os!". Agora, dois cientistas britânicos descobriram que um pterossauro gigante comportava-se como o Turu.

Um mistério rondava os azhdarquídeos, que são pterossauros gigantes, com cerca de 5 m de altura e 10 m de envergadura de asa a asa (em tempo: pterossauros não são nem dinossauros, nem aves, mas sim um grupo à parte). Como eles se alimentavam? Por serem 'cabeçudos' (crânio com cerca de 2 m), terem bicos longos e sem dentes e, principalmente, pescoço inflexível, os especialistas descartavam a pesca aérea, semelhante à praticada por gaivotas, por exemplo. Sugeriu-se que eles vasculhavam a lama, em busca de moluscos. Ou que eram comedores de carniça, como os urubus e os condores. Ou ainda que, ao voar, coletavam peixes com o bico, como fazem os talha-mares (do gênero *Rhynchops*) modernos.

Em resumo: um extenso cardápio de hipóteses alastrou-se sobre os hábitos alimentares dos azhdarquídeos. Agora, Mark Witton



MARK WITTON/UNIVERSITY OF PORTSMOUTH (UK)

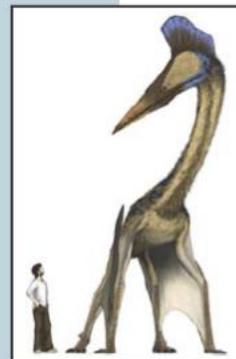
e Darren Naish, da Universidade de Portsmouth (Reino Unido), defendem que no gigante dos ares faltavam 30 adaptações para que ele caçasse como os talha-mares. Também não poderiam mergulhar a cabeça na água, como fazem algumas aves marinhas.

A hipótese da dupla britânica é que o azhdarquídeo caçava suas presas (filhotes de dinossauros, por exemplo, do tamanho de raposas) caminhando sorrateiramente no solo (principalmente, pelo formato dos pés) ou em águas rasas (menos provável). Para isso, mesmo com o pescoço duro, bastaria levantar e abaixar o longo bico até o solo para capturá-las, como fazem certas cegonhas.

Os azhdarquídeos, que viveram entre 230 milhões e 65 milhões de anos atrás, ganharam seu nome da palavra dragão, em uzbeque. No grupo dos azhdarquídeos, o *Quetzalcoatlus northropi*, o maior voador conhecido, chegava ao tamanho de uma girafa.

Quer saber mais sobre os pterossauros e como poderia ser confirmada a hipótese de Witton e Naish? Vá ao sítio da *CH on-line* e busque 'Gigantes voadores de hábitos terrestres?'.
Plos, v. 3, n. 3, p. e2271, 2008

Um espécime de *Quetzalcoatlus northropi* captura um filhote de dinossauro. Nos destaques, o pterossauro em vôo e a comparação com um humano



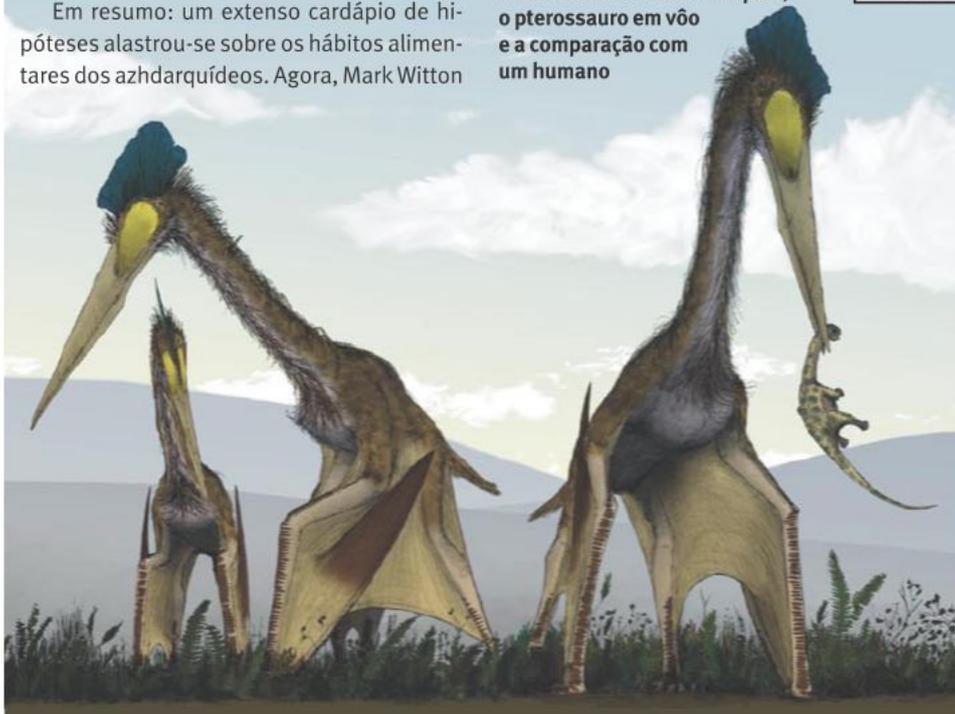
NOVA DROGA PARA LÚPUS? •

A pesquisa médica tem dessas surpresas. Uma droga com ação contra uma doença acaba mostrando resultados promissores em um quadro totalmente diverso. Muitas vezes, essas descobertas se dão por acaso (em uma delas, uma substância para hipertensão fazia nascer nos pacientes cabelos e pêlos pelo corpo, até nas mãos). Dessa vez, suspeitou-se que uma droga usada para tratar mieloma (câncer nos glóbulos brancos) poderia ser eficaz contra o lúpus eritematoso sistêmico. Os resultados mostraram que a suspeita procedia. O lúpus é uma doença auto-imune com manifestações cutâneas, no coração, nos rins e nas articulações, entre outras. Doenças auto-imunes são aquelas em que anticorpos passam a atacar o próprio organismo, reconhecendo certas partes dele como 'inimigas'.

No caso do lúpus, esses anticorpos são produzidos por células do sistema imune que fabricam altas quantidades de proteínas. Em camundongos modificados geneticamente para exprimir um quadro semelhante ao lúpus, os pesquisadores descobriram que a droga bortezomiba (ou

bortezomib), empregada no tratamento do mieloma, foi capaz de eliminar essas células e, conseqüentemente, bloquear a produção desses 'auto-anticorpos', prolongando a vida dos animais. Os autores acham que a estratégia poderia servir para várias outras doenças auto-imunes, como a miastenia grave e a anemia hemolítica. Porém, como é praxe em medicina, da droga ao remédio é um longo caminho, que muitas vezes acaba interrompido.

(*Nature Medicine*, 08/06/08 on-line)



EM FOCO

CRÂNIO DO INDIANA JONES • Se o leitor assistiu ao último *Indiana Jones* (série que já recebeu críticas melhores), deve certamente ter notado imensa semelhança entre a foto ao lado e o tema do novo filme, no qual o herói passa (como sempre) por maus momentos ao tentar recuperar um crânio de cristal, que tem lá seus poderes sobrenaturais. Agora, pesquisadores do Museu Britânico, em Londres, e do Instituto Smithsonian (Estados Unidos) afirmam que cerca de uma dúzia dessas peças que perambulam por museus e coleções privadas no mundo não foi feita pela cultura asteca. Ou seja, é falsa. Por quê?

Uma análise feita com um microscópio eletrônico de varredura, de grande poder de aumento, mostrou que o quartzo do crânio do Museu Britânico foi entalhado com uma ferramenta rotacional, como a empregada por joalheiros, com um esmeril de diamantes ou outro material de alto grau de dureza (os astecas usavam ferramentas manuais feitas de pedra ou madeira).

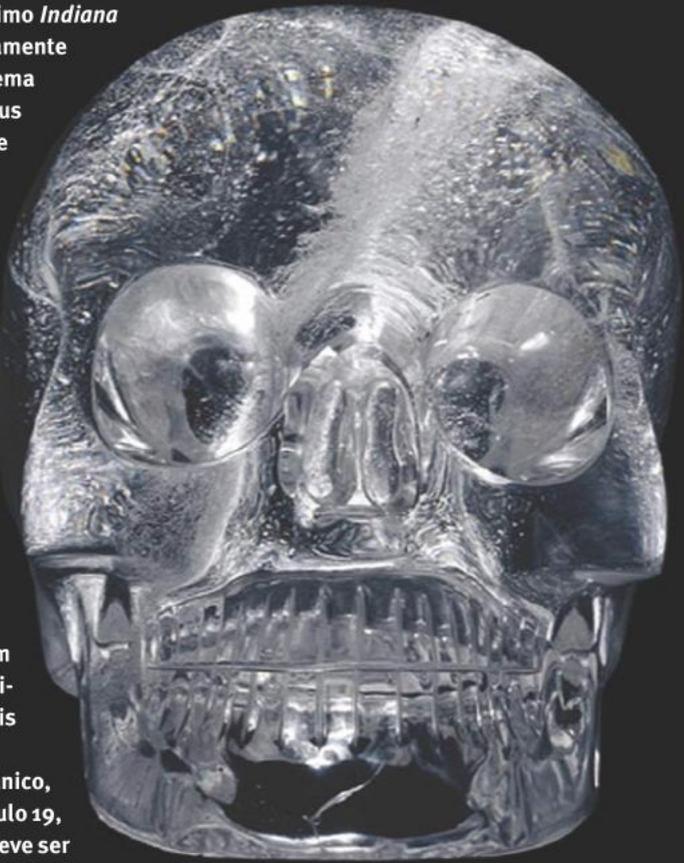
Outros pontos a favor da falsificação: i) nunca foi encontrado um crânio de cristal em uma escavação arqueológica bem documentada; ii) os astecas, sim, tinham lá suas simpatias pelas 'caveiras', mas elas eram esculpidas geralmente em alto-relevo em basalto e serviam mais como adorno em construções.

Segundo os pesquisadores, a peça do Museu Britânico, comprada em 1897 em um leilão, é provavelmente do século 19, feita na Europa. O resultado sugere que um olhar cético deve ser lançado sobre a autenticidade das outras peças conhecidas.

Mistério: por que esses crânios foram produzidos? Segundo o Museu Britânico, não se sabe ao certo, mas desconfia-se que tenha sido para satisfazer uma demanda por peças da antigüidade mexicana, que no século 19 passou a despertar a imaginação do público nos Estados Unidos e na Europa.

Propositalmente, deixamos para o fim o resultado mais peculiar: os pesquisadores suspeitam que o quartzo para o crânio tenha vindo do... Brasil.

Journal of Archaeological Science, 18/05/08 on-line



Crânio de cristal do Museu Britânico, que tem algo brasileiro



GAROTAS E MATEMÁTICA • Muitos ainda acreditam que matemática é coisa de menino e que meninas se dão bem em interpretação de texto (em tempo, um modelo da boneca Barbie dizia a seguinte frase: "Matemática é difícil"). Puro preconceito, segundo estudo recente, de acordo com o qual o problema é cultural. Pesquisadores mostraram que a diferença entre as notas de meninos e meninas em matemática desaparece em países com alto nível de igualdade social entre os sexos. Na pesquisa, Turquia, por exemplo, ficou com uma das maiores diferenças entre os dois sexos. Na Noruega e Suécia, porém, as notas são praticamente as mesmas. Uma verificação dos autores: a melhora nas notas de matemática das meninas não está relacionada ao desenvolvimento econômico dos países, mas sim à melhoria da posição social das mulheres. Foram analisados 246 mil estudantes, de 15 anos de idade, de 40 países, que foram submetidos a avaliações semelhantes de matemática e leitura. Para as meninas se gabarem: elas continuaram melhores em interpretação de texto. E a diferença das notas era mais favorável a elas nessa disciplina à medida que a igualdade social aumentava. (*Science*, 30/05/08)

MEDICINA

EMAGREÇA COMENDO O QUE QUISER

A cena é comum em locais de alimentação. Uma pessoa magrinha com aquele prato de operário de obra. Os com propensão para engordar certamente se perguntam como isso é possível. Novos dados experimentais podem ter revelado o segredo: o quanto e o que você come parece não ter nada a ver com o que seu corpo faz com as calorias consumidas. A descoberta pode levar a um tratamento que permitiria emagrecer sem ter que parar de ser 'bom de garfo'.

A equipe de Kaveh Ashrafi, da Universidade da Califórnia, em São Francisco (Estados Unidos), defende que apetite e metabolismo (ou seja, o quão rápido o organismo consome as calorias) obedecem a mecanismos diferentes. Isso, segundo os autores, explicaria por que dois indivíduos com a mesma dieta e atividade física diferem na balança. Em outras palavras: ser magro ou obeso não depende de seus hábitos alimentares, mas sim de como seu sistema nervoso controla a gordura.

Por trás dos dois mecanismos, porém, está o mesmo neurotransmissor, a serotonina. Moduladores de apetite aumentam o nível de

serotonina, o que leva a uma diminuição do apetite. Assim, o tratamento atual para a obesidade é baseado só no controle do apetite, crítica Ashrafi. Isso não é novidade. O novo vem do fato de a pesquisa, feita com vermes (*C. elegans*), ter mostrado que a serotonina tem também um papel na regulação do metabolismo, de como o corpo 'queima' as gorduras. E isso abre novas perspectivas terapêuticas, pois, em tese, poderia ser o ponto de partida para um tratamento que fizesse acelerar a taxa de 'queima' de calorias, como se o organismo fosse um veículo regulado para consumir mais combustível.

Para muitos que se submetem, às vezes, por anos, a regimes alimentares draconianos, seria o melhor dos mundos, certamente.

Mas tudo ainda são só dados de experiências com vermes (apesar de Ashrafi crer que os resultados podem ser extrapolados para humanos). Até que algo mais prático brote da pesquisa, o jeito é ter bom senso: alimentação saudável, manter o nível de atividade física.

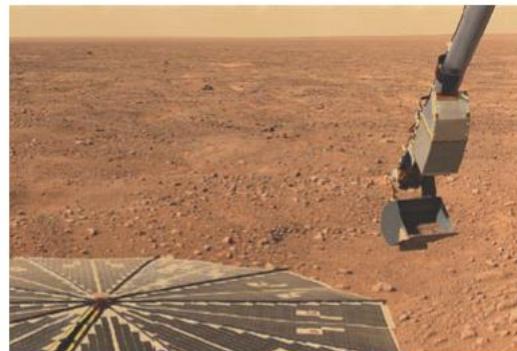
Cell Metabolism, junho de 2008

GENGIVITE E CÂNCER • Na próxima escovada de dentes, dê uma olhada na situação das gengivas. Se houver sinais de inflamação, a chamada gengivite, o prognóstico não é só ruim para a saúde da boca, mas para a de todo o corpo. O melhor é buscar tratamento, pois (e agora vem a novidade ruim) estudo constatou que esse quadro inflamatório aumenta o risco para vários cânceres. Foram avaliadas 48.375 pessoas, acompanhadas em média por 17,7 anos. Nesse grupo, houve 5.720 casos de câncer. Excluídos os fatores de risco conhecidos, os autores concluíram que aqueles com gengivite tiveram aumentadas suas chances em 36% para o câncer de pulmão; 49% para o de rins; 54% para o de pâncreas; e 30% para leucemia. Naqueles com gengivite, mas com um máximo de 16 dentes na boca, a probabilidade foi 70% maior para o câncer de pulmão, quando o grupo foi comparado àqueles com 25 ou mais dentes. Para os não fumantes, em média, a doença bucal foi associada a um aumento de 21% no risco para o câncer em geral. As causas dessa associação ainda não estão esclarecidas, mas os autores acreditam que a gengivite seja um indicativo de que o sistema imune esteja susceptível ao câncer. (*The Lancet Oncology*, junho de 2008)

SINTONIA FINA

Estação orbital, aceleradores de partículas subatômicas (ver 'LHC' em CH 248), reatores de fusão nuclear... A capacidade de o ser humano construir máquinas complexas realmente impressiona. No quesito tecnologia espacial, a Phoenix, da Nasa (agência espacial norte-americana), fez bonito ao pousar em Marte em 25 de maio passado, com o auxílio de pára-quadras para frear a nave, que se aproximou do solo a cerca de 200 km/h. Ela partiu da Terra em agosto de 2007. Foi uma vitória para o programa da Nasa de exploração do planeta vermelho, que havia sofrido dois reveses com duas sondas anteriores. Pela primeira vez, uma sonda pousa nos pólos. No fechamento desta edição, a sonda brindou os terrestres com uma cavoucada, com a pá no final de seu braço mecânico de 2,5 m, no solo árido e arenoso do planeta (foto). O material recolhido é lançado em um dos oito 'fornos' da sonda, que o cozinha e o 'cheira' para analisar sua composição. Para os que torcem por um sinal de vida marciana (mesmo que microscópica), um artigo recente publicado em *Science* (30/05/08) enfraquece essas esperanças. Análise de rochas do planeta indicou que a água seria muito salgada para permitir a vida de organismos nela. Interessado sobre a presença de água no planeta vermelho? Sugestão: 'Esculpindo Marte na Terra', nesta coluna, em CH 247.

Phoenix faz uma escavação de 22 cm de largura e 35 cm de comprimento, com cerca de 7 cm de profundidade, no solo marciano. A parte branca é possivelmente gelo. Abaixo, visão parcial da sonda e de seu braço mecânico





MEDICINA

TESTE PARA CALVÍCIE

As aparências indicam que o futuro não lhe reservará uma cabeça sem cabelos. Será? Vamos a um teste dado agora como confiável, mas que, com algumas variações, já era conhecido popularmente.

Pente e toalha em mãos. Só os homens.

Arranjo experimental: com a cabeça inclinada para a frente, penteie o cabelo de cima para baixo por 1 minuto. Abaixo, deve estar uma toalha branca (para os morenos) e uma escura (para os muito loiros ou já grisalhos). Conte os fios que caem. Se a paciência permitir, repita a operação nos dias seguintes, para dar mais consistência estatística aos resultados.

Na média, os fios perfazem mais de 10? Muito mais? Prognóstico: pode ser que o futuro reserve ao dono da cabeça uma alopecia, termo científico para calvície. Se esse for o caso, é bom manter um monitoramento constante, independentemente de ter 20 ou 60 anos de idade.

A confirmação da validade desse método foi feita por uma equipe liderada por Carina Wasko, da Faculdade Baylor de Medicina (Estados Unidos). Segundo a autora, não havia um método padronizado para se saber quantos fios de cabelo podem ser perdidos por dia. A versão popular do método defendia que a perda poderia chegar a 100 fios por dia (provavelmente, por se supor que, em média, o número de fios chegasse a 100 mil e 10% deles eram 'condenados' no dia-a-dia).

Agora, as mulheres... Bem, os pesquisadores revelam que ainda não foi feito um experimento para confirmar o teste nesse caso.

Archives of Dermatology, junho de 2008



NEUROCIÊNCIAS

ALIMENTADO POR ONDAS CEREBRAIS

O macaquinho leva o braço até a boca e lambe o restinho de morango que sobrou nos dedos. Cena comum. Então, qual a novidade? Explica-se: o braço era mecânico; os dedos, na verdade, garras metálicas; e, o mais interessante, o membro artificial era movido por ondas cerebrais.

O experimento poderia ser definido pela expressão cara a muitos esotéricos: poder da mente. Sua finalidade última, porém, nada tem a ver com ocultismo ou metafísica, mas sim com a busca da melhoria de vida de portadores de paralisia parcial ou total, bem como Parkinson e Alzheimer, entre outros quadros neurodegenerativos. Em resumo: a idéia é entender o funcionamento da estrutura complexa do cérebro humano para tentar um tratamento ou cura para os males que afetam esse órgão.

No experimento, realizado pela equipe de Andrew Schwartz, da Escola de Medicina da Universidade de Pittsburgh (Estados Unidos), os animais, que já haviam sido testados para controlar com o cérebro o cursor na tela de um computador, permaneciam com os braços imóveis, dentro de cilindros. Eles tinham eletrodos da finura de um fio de cabelo espetados no córtex motor, área cerebral que controla os movimentos voluntários.

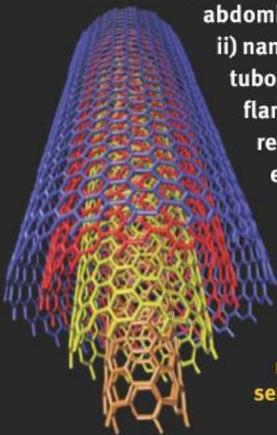
Os sinais elétricos capturados em cerca de 100 dos milhares de células cerebrais que formam essa área eram enviados para um computador, que tratava de, com a ajuda de um programa, transmitir comandos para o braço mecânico, que ficava próximo ao ombro do animal. Em uma das cenas, o macaquinho, depois de ingerir a guloseima (doces e frutas), leva a garra metálica à boca para chupar os dedos. Segundo os autores, há evidências de que o animal considerava o braço como parte de seu corpo.

Uma análise mais detalhada do experimento, com direito a filminho, está disponível em *CH On-line* (www.cienciahoje.org.br), bastando procurar pelo título 'O futuro chegou?'

Nature, 29/05/08

NANOTECNOLOGIA E TOXICIDADE • Diz-se que a nanotecnologia vai revolucionar este século. A história das revoluções mostra, porém, que esses movimentos arrastam consigo seus efeitos colaterais. Um tipo de produto-símbolo, com múltiplas aplicações, dessa recente área científica é o nanotubo. Como diz o nome, são tubos de carbono com diâmetro na casa dos bilionésimos de metro, cuja aparência é a de um pó preto, muito fino. Estudo mostrou que essa substância é capaz de causar inflamação semelhante àquela associada a uma praga da contaminação ambiental, o asbesto, que intoxicou nos últimos dois séculos milhares de trabalhadores no mundo, pois suas fibras microscópicas e pontiagudas, quando no pulmão, perfuram as células, deflagrando uma inflamação que pode virar câncer. Os pesquisadores injetaram, no tecido abdominal de camundongos, três substâncias: i) asbesto;

ii) nanotubos longos de paredes múltiplas (figura); iii) nanotubos de paredes simples. Os dois primeiros causaram inflamações semelhantes nos animais. Leitura indicada dos resultados: é preciso determinar os efeitos ambientais e para a saúde dessas 'nanomaravilhas', conhecidas por serem leves como o plástico e resistentes como o aço, antes de espalhá-las por aí ou sair fabricando coisas com elas. (*Nature Nanotechnology*, 20/05/08)



Concepção artística de um nanotubo de paredes múltiplas, que, na versão longa, causou inflamação semelhante à do asbesto em animais de laboratório

ALAIN ROCHERON/CENTER FOR RESEARCH ON COMPUTATION AND ITS APPLICATIONS

ECOLOGIA Acidificação dos mares facilitaria invasão e extinção de espécies nesses ecossistemas

OCEANOS ÁCIDOS

Os dois moluscos na primeira **foto ao lado** são parte do seguinte cenário: as águas cristalinas do mar Mediterrâneo dão lugar a uma paisagem cheia de algas invasoras e com moluscos cujas conchas, enfraquecidas, rompem-se com um leve pressionar dos dedos. Várias espécies deixaram de existir, como corais e ouriços-do-mar. Uma medição no grau de acidez das águas indica pH igual a 7,8. No início do século passado, era 8,2.

Ainda dá tempo de reverter a catástrofe, que deverá entrar em cena só em 2100. Basta controlar as emissões de gás carbônico (CO₂) até lá e evitar que os níveis desse gás atinjam o dobro da concentração anterior à Revolução Industrial. É sabido que esse gás, o vilão entre os vilões do efeito que aumenta a temperatura média do planeta, é absorvido pelos mares, onde se transforma em ácido carbônico. Conseqüência: baixa o pH do meio. Tudo isso é consenso. Mas agora, pela primeira vez, o catastrófico cenário de 2100 foi simulado na prática, e, diferentemente de outros estudos, em larga escala. Nas palavras de Jason Hall-Spencer, da Universidade de Plymouth e líder da equipe: “Mostramos como as comunidades marinhas e os ecossistemas mudam devido aos efeitos da acidificação em longo prazo.”

Banheira gigante

A ilha de Ischia, na costa italiana, tem um local de cujo chão brotam bolhas de CO₂, lembrando, na comparação feita por uma reportagem de *New Scientist Environment*, uma “banheira de hidromassagem gigante com 300 m de largura”. Lá embaixo, o pH é 7,4, bem distante do ‘normal’ 8,2. As fontes das borbulhas são as fossas vulcânicas.

Os pesquisadores notaram que, em áreas próximas, quando o pH atinja 7,8 (igual ao do cenário descrito no início desta nota), o ambiente sofre alterações drásticas: algas que servem como ‘cola’ para os recifes sumiam; ouriços-do-mar, idem. Havia uma transição de um cenário de corais para o de um ‘campo’ com vegetação densa. Surgiam algas invasoras vindas da Ásia.

Hall-Spencer e equipe, formada por colegas da França, de Israel, do Reino Unido e da Itália, acham que ambientes semelhantes ao da ilha de Ischia podem ser encontrados no golfo do México, o que permitira aprimorar os resultados.

Nature, 08/06/08 on-line

FOTO VICTOR KINA

Conchas de caramujos dissolvendo-se em função do aumento da acidificação do oceano



FOTO RICARDO RODRIGO METALPA

Dois meses depois de transplantados para local onde o pH médio era 7,7, os corais mostram significativa dissolução de suas estruturas



CLAUDIO BASHABOLLO

Detalhe do campo de vegetação densa que cresceu no cenário acidificado



PRESSÃO APÓS OS 50 • A proposta certamente é nova e, por isso, deverá incitar discussão entre especialistas. Depois dos 50 anos de idade, o diagnóstico de pressão alta deve ser feito apenas com base na pressão arterial sistólica (máxima, no popular). Antes disso, deve-se manter o padrão: considerar também a diastólica (mínima). A proposta é de três especialistas de renome. Alguns argumentos empregados por eles: i) depois dos 50 anos de idade, a sistólica é a que sobe, enquanto a diastólica tende a cair; ii) há uma grande prevalência de hipertensão sistólica depois dessa idade e um quase total desaparecimento da hipertensão diastólica; iii) facilitaria as campanhas de prevenção de hipertensão e doenças cardiovasculares, pois elas seriam feitas com base em um só número; iv) tornaria mais simples a comunicação médico-paciente; v) a sistólica é mais fácil de medir, e sua medida é mais precisa que a diastólica. A pressão sistólica e a diastólica representam, respectivamente, o pico de pressão na artéria no início da fase de bombeamento do sangue pelo coração e a pressão mais baixa na fase de descanso desse ciclo. (*The Lancet*, 17/06/08 on-line)



A GRÁVIDA MAIS ANTIGA

Um fóssil extremamente bem conservado, de 380 milhões de anos de idade, achado no noroeste da Austrália, é agora o exemplo mais antigo de uma mãe grávida vivípara (ou seja, que iria dar à luz a um filho que nasceria completo, como na maioria dos mamíferos).

A fêmea, no caso, era de um placoderma, peixe pré-histórico com couraça articulada no corpo (suspeita-se ter sido o primeiro vertebrado com mandíbula). Era um 'primo' do ancestral que deu origem aos tubarões e às arraias.

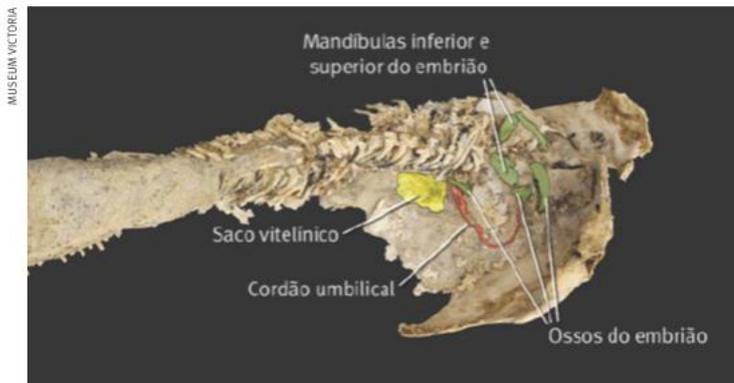
A descoberta, feita por pesquisadores do Museu Victoria e da Universidade da Austrália Ocidental, faz regredir, em cerca de 200 milhões de anos, esse tipo de estratégia reprodutiva (caso semelhante já era conhecido em fósseis de répteis marinhos com cerca de 180 milhões de anos). Também é uma forte evidência de que a fertilização interna começou muito cedo na história dos vertebrados.

Como saber que o embrião não era, na verdade, a refeição da fêmea ou resultado de canibalismo? Motivos, segundo os autores: i) o filhote não estava mastigado; ii) não estava dissolvido pelo suco gástrico; iii) e, mais importante, há fortes evidências de um cordão umbilical e de um saco vitelínico protegendo o embrião.

O espécime foi batizado *Materpiscis attenboroughi*, em homenagem ao naturalista britânico *sir* David Attenborough.

No final do período Devoniano, os placodermas sofreram extinção em massa e não deixaram descendentes modernos.

Nature, 29/05/08



Fóssil com detalhes do posicionamento do saco vitelínico, cordão umbilical e dos ossos do embrião. Abaixo, representação artística de um filhote de placodermo recém-nascido, ligado à mãe por cordão umbilical



SINTONIA FINA

Ele é conhecido da garotada por ser parte da turma do coelho Pernalonga. O Taz, como ficou conhecido, é um diabo-da-tasmânia agitado, que se movimenta girando como redemoinho, devora tudo que vê pela frente e é louco para encontrar uma noiva. Talvez, no futuro, as novas gerações conheçam esse animal apenas nos desenhos animados. A versão em carne e osso (*Sarcophilus harrisii*), que pode chegar a 80 cm e pesar 12 kg, acaba de entrar na lista de espécies ameaçadas. Esse marsupial carnívoro, cujo hábitat é a Tasmânia, uma ilha ao sul da Austrália, vem há anos sendo atacado por um misterioso câncer de face contagioso, que o impede de caçar e comer. De 1995 a 2005, a doença extinguiu metade da população. Em 2006, a espécie foi declarada 'vulnerável'. Por falar em Tasmânia, não deixe de ler nesta edição o comentário 'Ressuscitando espécies extintas' sobre o tigre-da-tasmânia e a possibilidade de trazer esse outro marsupial à vida novamente.

WYANNE MCLENN (WIKIPEDIA)/MENNIA JONES (PIOS BIOLOGY)

Diabo-da-tasmânia, que acabou de entrar para a lista de espécies ameaçadas de extinção. No destaque, espécime com o câncer de face



Cássio Leite Vieira

Ciência Hoje/RJ

FONTES: SCIENCE, NATURE, NATURE MEDICINE, NATURE BIOTECHNOLOGY, NATURE GENETICS, NATURE IMMUNOLOGY, NATURE NEUROSCIENCE, NATURE NEWS, NATURE MATERIALS, GENE THERAPY, PHYSICS NEWS UPDATE (THE AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS), PHYSICAL REVIEW FOCUS (AMERICAN PHYSICAL SOCIETY), PHYSICS WEB SUMMARIES (INSTITUTE OF PHYSICS), PHYSICAL REVIEW LETTERS, SCIENTIFIC AMERICAN, PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION, EUREKALERT EXPRESS, THE PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY, BBC SCIENCE/NATURE, NEW SCIENTIST, NANOTECHWEB NEWS ALERT, FOLHA DE S. PAULO, AGÊNCIA FAPESP, CELL PRESS, CHANDRA DIGEST, ASTROPHYSICAL JOURNALS, GRAVITY PROBE B UPDATE, INTERACTIONS NEWS WIRE, MEDICAL NEWS TODAY, ALPHAGALILEU, ROYAL SOCIETY LATEST UPDATE, SCIDEV.NET, UNIVERSO FÍSICO, SCIDEV.NET WEEKLY UPDATE, PICKED UP FOR YOU (H. WACHSMUTH / CERN), THE SCIENTIST DAILY

O sensato e o insensato

Franklin Rumjanek

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



“Para mim a palavra Deus nada mais é do que a expressão e o produto da fraqueza humana.” Essa afirmativa de Albert Einstein (1879-1955), em uma carta de 1954, ressurgiu agora para pôr mais lenha na fogueira da polêmica entre religião e ciência. Materialistas a usam como prova de que Einstein era ateu. Já os religiosos citam com frequência uma famosa frase dele – “Deus não joga dados com o universo” – como evidência de que seria religioso. Esse cabo-de-guerra prossegue, ora puxando o físico de um lado, ora de outro. Não é preciso enfatizar a importância da adesão de Einstein, pois este, com sua aura quase profética, teria enorme influência no debate.

Embora a discussão em si seja bastante instigante, a pergunta mais interessante talvez não seja ‘quem está certo?’, e sim ‘por que acreditar em um Deus?’. Como já comentado em outra coluna, os mitos teriam sido criados como artifícios para explicar fenômenos naturais que, para nossos antepassados, eram pura mágica. Nesse contexto, é fácil compreender a interpretação mística da natureza. Era de se esperar que, com a passagem do tempo e o conseqüente aumento do conhecimento, os mitos e religiões fossem abandonados de maneira inversamente proporcional. Isso, no entanto, não acontece. Além da forte presença das três grandes religiões, acontece no mundo atual uma verdadeira explosão de cultos diversos, sérios ou não, que parecem incapazes de saciar a grande demanda humana. Como resolver esse paradoxo?

Já que Einstein parece representar o fiel da balança, tomemos sua declaração sobre a fraqueza humana como ponto de partida. Ao que consta, somos de fato fracos, e ao mesmo tempo nossos piores inimigos. O que presenciamos hoje – e está amplamente registrado pela história – é que os humanos têm um enorme potencial para aniquilar seus semelhantes por motivos que freqüentemente transcendem a mera sobrevivência. Além disso, embora tenham inventado a ecologia, eles exibem muito pouco bom senso quando se trata de preservar o ambiente do qual dependem. Sem muito medo de errar, é possível asseverar que hoje tememos mais nossa própria espécie do que as manifestações naturais que no passado aterrorizavam os nossos ancestrais, como terremotos, vulcões, raios, ataques de feras e outros.

A noção da inconsistência entre o comportamento humano e seu ajuste na biosfera gera seguramente uma crise crônica no consciente coletivo. É razoável propor que a arraigada crença no sobrenatural reflita o reconhecimento de que não lidamos bem com o racionalismo. Os psicanalistas concordam que, quando estamos em crise, regredimos, ou seja, adotamos um comportamento infantil, buscando ou chamando por nossos pais e protetores. No contexto acima, de modo similar, a regressão se expressaria pelo retorno ao ser sobrenatural que um dia, bem ou mal, nos ‘amparou’. Assim, o intelecto humano teria criado um mecanismo essencialmente cultural para preservar sua sanidade, fazendo conviver em compartimentos separados o sensato e o insensato. A estratégia de endosso do sobrenatural abrangeria então outro tipo de evolução independente de mutações no DNA: o *meme* religioso.

Termo cunhado pelo biólogo britânico Richard Dawkins, no livro *O gene egoísta*, o *meme* é definido como uma unidade de informação que pode tomar a forma de comportamentos ou idéias propagados com eficiência, por meios verbais ou outros, de um indivíduo a outro. Nada muito diferente do contágio por agentes infecciosos, como vírus e bactérias. A equivalência do *meme* com um gene estimulou Dawkins a formular a hipótese de que a evolução cultural também estaria subordinada aos mesmos princípios que regem a evolução biológica por seleção natural. Com uma diferença importante. A evolução cultural via *meme* seria bem mais rápida que a genética.

O biólogo alemão Ernst Mayr (1904-2005) dizia que, se uma espécie está bem ajustada ao meio, dificilmente mutações genéticas introduziriam benefícios que, por meio da seleção natural, levassem à sua evolução. Isso reforça a idéia de que a solução para a questão da destruição generalizada, em curto prazo, teria mesmo que ser cultural. Adotando o *meme* religioso os humanos estariam depositando o problema no colo do ‘árbitro supremo’ e simultaneamente eximindo-se de qualquer culpa. ■

Hoje tememos mais nossa própria espécie do que as manifestações naturais que no passado aterrorizavam os nossos ancestrais, como terremotos, vulcões e outros

UMA CASA DIVIDIDA

As preocupações
públicas com a
segurança
das vacinas

A comunidade científica tem sido confrontada com acusações de encobrir provas de que a presença de mercúrio em vacinas infantis causa autismo. A principal alegação é a de que o timerosal (ou tiomersal), substância à base de mercúrio empregada para conservar vacinas, exporia crianças aos prováveis efeitos neurológicos adversos atribuídos a esse elemento. Mas existe alguma ligação entre vacinas e autismo? Após anos insistindo em que não existiam evidências de que essa substância seria responsável por problemas no desenvolvimento neurológico de crianças, o governo norte-americano reconheceu discretamente em março deste ano a associação em um caso.

Rejane Corrêa Marques

*Centro de Estudos e Pesquisa em Saúde Coletiva,
Universidade Federal de Rondônia*

A vacinação é uma das maiores conquistas da saúde pública do século passado e a principal contribuição para o controle das doenças transmissíveis e de mortes causadas por elas. É inquestionável. Entretanto, nos últimos anos, a comunidade científica tem sido confrontada com acusações de encobrir provas de que o mercúrio em vacinas infantis causa autismo. O timerosal, um conservante de vacinas à base de mercúrio, está sob vigilância e investigação pública e profissional – e tem seu uso largamente questionado – devido à crescente conscientização de sua presença em vacinas infantis. A principal alegação é que o composto exporia crianças aos prováveis efeitos neurológicos atribuídos ao mercúrio. O uso desse elemento – um conhecido neurotóxico – em vacinas não é novo. Ele é usado desde os anos 30 para reduzir a contaminação por fungos e bactérias na abertura e manipulação dos frascos multidoses.

O Centro para Prevenção e Controle de Doenças dos Estados Unidos (CDC, na sigla em inglês), no final dos anos 80 e durante os anos 90, expandiu o número de doses de vacinas com mercúrio a serem administradas a crianças norte-americanas. A vacinação de rotina foi gradualmente ampliada de cinco doses da vacina tríplice bacteriana, contra difteria, tétano e coqueluche (DPT), para, ao final, incluir três doses da vacina contra o vírus da hepatite B (a primeira nas 12 horas iniciais de vida) e quatro doses da vacina contra a bactéria *Haemophilus influenzae* tipo b (Hib). Adicionalmente, o CDC passou a recomendar que três doses da vacina contra influenza (gripe) fossem administradas a determinadas populações

infantis (a primeira aos seis meses de idade). Logo, segundo o calendário de imunização norte-americano, a exposição total ao mercúrio das vacinas poderia chegar a 200 microgramas (μm) nos primeiros seis meses de vida. Isso aumentou a exposição cumulativa ao mercúrio, excedendo o limite de segurança estabelecido pela Agência de Proteção Ambiental (EPA, na sigla em inglês) dos Estados Unidos.

Durante esse período, o número de casos de autismo aumentou consideravelmente, e o timerosal foi apontado como uma possível causa. A hipótese foi considerada plausível. Os defensores do timerosal afirmam que os dados epidemiológicos não sustentam uma relação causal. Do outro lado, os defensores da hipótese timerosal-autismo não estão convencidos da validade desses dados. E a comunidade científica? Infelizmente, não tem ajudado no caso, aparecendo, para o público, na defesa incondicional do conservante, banalizando a questão ou mesmo mostrando indiferença em relação ao tema.

As origens dessa polêmica sobre vacinas e transtornos do desenvolvimento neurológico, como o autismo, estão nas histórias paralelas dos três fatores que convergiram para criar a crise: conservantes em vacinas, intoxicação por mercúrio e autismo. Entender essa história fornece importantes lições para os profissionais de saúde e tomadores de decisão que pretendem manter a confiança do público nos programas de vacinação. ▶

Apesar de a Organização Mundial de Saúde declarar que não há nível seguro para mercúrio, contraditoriamente recomenda seu uso em vacinas

De vacinas e mercúrio

Os eventos que levaram à convergência desses três fatores começaram em 1997, quando o deputado norte-americano Frank Pallone, representante de um distrito do estado de Nova Jersey, preocupado com a exposição ao mercúrio ambiental, anexou ao Ato de Modernização da Agência Norte-americana para Controle de Alimentos e Medicamentos (FDA, na sigla em inglês) um requerimento para que todos os produtos licenciados por essa agência fossem avaliados quanto aos níveis de mercúrio. Em resposta ao requerimento, às crescentes preocupações dos pais e à pressão da opinião pública, a FDA analisou o teor de mercúrio em vacinas e considerou que as crianças estavam sendo expostas a níveis que excediam os limites estabelecidos pela EPA, mas não encontrou qualquer indício de danos.

Em maio de 1999, a FDA estabeleceu que, aos seis meses de idade, crianças poderiam receber 75 μg de três doses da DTP, 75 μg de três doses da Hib e 37,5 μg de três doses da vacina contra hepatite B. Ou seja, um total de 187,5 μg de mercúrio. Com a pressão pública aumentando, em julho de 1999 o CDC e a Academia Norte-americana de Pediatria (AAP, na sigla em inglês) decidiram exercer o 'princípio da precaução', solicitando que as companhias farmacêuticas eliminassem o timerosal das vacinas o mais rapidamente possível.

Ao mesmo tempo, recomendaram aos médicos que atrasassem a dose da vacina contra hepatite B em crianças que não estivessem em risco de contrair a doença. Não houve admissão de uma ligação causal entre timerosal e transtornos neurológicos.

Trechos de um comunicado emitido na época pela AAP revelou a ambivalência entre seus membros: "os pais não devem se preocupar com a segurança das vacinas" (...) "os atuais níveis de timerosal não vão prejudicar as crianças, mas a redução dos níveis tornará as vacinas ainda mais seguras. Apesar da nossa estratégia de imunização atual ser segura, temos uma oportunidade para aumentar a sua margem de segurança". A questão era: como a remoção de algo que não era inseguro poderia tornar as vacinas mais seguras? Muitos pais, assustados com a súbita mudança na política, deduziram: se o timerosal foi o alvo, ele é nocivo – e a fé no sistema de vacinação foi abalada. Em 2004, o Instituto de Medicina dos Estados Unidos reafirmou que não há provas de ligação entre autismo e o mercúrio. O público permaneceu descrente.

Atualmente, quase todas as vacinas administradas em crianças norte-americanas e européias são isentas de timerosal. E apesar de a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarar que não há nível seguro para mercúrio, contraditoriamente recomenda seu uso em vacinas. Por isso, a maioria dos países, incluindo o Brasil, usa vacinas conservadas com timerosal em seus



programas de imunização. A base da posição da OMS é que os estudos farmacocinéticos e epidemiológicos não apresentaram evidências convincentes da toxicidade do mercúrio nas vacinas, e que seu emprego, particularmente em regiões com elevadas incidências de doenças, provou-se altamente eficaz. Mesmo nos territórios onde o timerosal foi eliminado, ainda há vacinas que usam essa substância e que podem ser recomendadas para crianças, a exemplo da vacina contra a gripe.

No Brasil, em 8 de junho de 2001, o *Diário Oficial da União* publicou a Resolução nº 528, do Ministério da Saúde (de 17 de abril do mesmo ano), que suspendeu a venda de produtos à base de timerosal (como o merctiolate e o mercurocromo) em todo o país. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) proibiu o uso desse composto alegando tratar-se de uma substância mercurial que ofereceria risco de toxicidade aos usuários. Em seu comunicado à imprensa, a Anvisa diz que a decisão foi tomada “tendo em vista a tendência mundial da diminuição da exposição de seres humanos a produtos à base de derivados de mercúrio”, e determina a imediata “proibição da utilização de derivados de mercúrio em medicamentos fabricados no Brasil, exceto vacinas”. O comunicado esclarece ainda que “o tiomersal (derivado de mercúrio) não será usado como remédio, mas apenas como conservante de vacinas, por recomendação da Organização Mundial da Saúde” [os destaques são da autora].

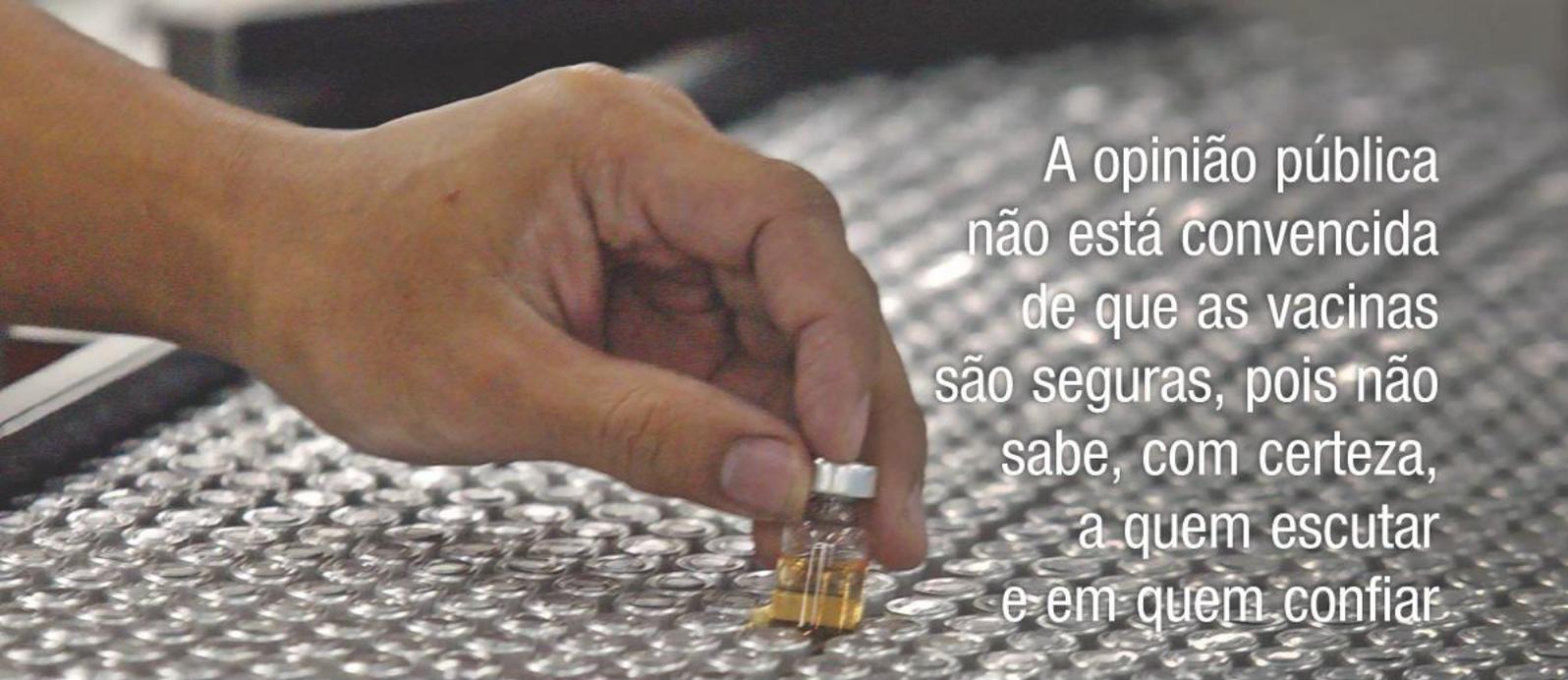
No país, dependendo do fabricante, cada dose da vacina contra hepatite B pode ter de 12,5 μg a 25 μg de mercúrio e cada dose da vacina combinada DTP+Hib pode ter de 25 μg a 50 μg desse elemento. Segundo a EPA, qualquer líquido que contenha mais de 0,2 μg de mercúrio deve ser classificado como resíduo perigoso. Portanto, é difícil acreditar que níveis de mercúrio 60 a 250 vezes mais elevados do que os níveis de resíduos perigosos possam ser chamados de “minúsculos”, como querem os defensores do timerosal. É fato: todas as diretrizes publicadas para exposição ao mercúrio foram extrapoladas.

Já é consenso científico (corroborado pela OMS) que: a) o mercúrio é tóxico; b) as crianças, nos primeiros meses de vida, são mais suscetíveis a interferências no desenvolvimento neurológico causado pela exposição ao mercúrio; e c) prevenir exposição ao mercúrio nos períodos críticos do desenvolvimento do sistema nervoso central deve ser objeto de estratégias de saúde pública.

Assim, causa estranheza a posição da OMS, que avaliza as recomendações para restrição ao consumo de peixes durante a gravidez, com a intenção de proteger crianças dos efeitos danosos do mercúrio, mas ‘permite’ injetar a substância em crianças. Se parece razoável minimizar a exposição de fetos e crianças a fontes de exposição ao mercúrio, por que continuar a usar vacinas com esse elemento, quando há alternativas? A vacina contra hepatite B, administrada nas primeiras 12 horas de vida, não representa um risco ainda maior para recém-nascidos? Essa é a dose maior e mais desafiadora: devido à pequena massa corporal dos neonatos, o impacto do mercúrio nessa dose equivale ao dobro das doses somadas das vacinas DTP e hepatite B aos seis meses de idade.

O timerosal é culpado?

O autismo é o mais grave dos transtornos incluídos no chamado espectro do autismo, uma desordem global do desenvolvimento caracterizada por afetar o desenvolvimento da fala e das interações sociais. No passado, os especialistas acreditavam que o autismo afetava quatro a cinco de cada 10 mil crianças. Porém, um relatório do CDC, divulgado em 2007, mostrou que aproximadamente uma em cada 150 crianças norte-americanas de oito anos tem autismo. Além disso, uma em cada seis crianças é diagnosticada com um transtorno neurológico relacionado. Se, de fato, existe um aumento dos casos de autismo e outros transtornos do desenvolvimento, qual seria a causa? Isso acontece porque os médicos estão fazendo um melhor diagnóstico ou por outro motivo? Qual seria esse outro motivo? Uma teoria é: as vacinas infantis. ▶



A opinião pública não está convencida de que as vacinas são seguras, pois não sabe, com certeza, a quem escutar e em quem confiar

FOTO: DAQANG TRI ENVENTERS/AM

Normalmente, os sintomas de autismo são primeiramente observados pelos pais, quando a criança começa a ter atrasos na fala, após um ano de idade. Alguns acreditam que o responsável é o timerosal. A causa exata do autismo não é conhecida, mas a pesquisa do CDC chamou a atenção para possíveis fatores, incluindo genética, certos tipos de infecções e problemas ocorridos no nascimento. Já se constatou que muitas crianças autistas são geneticamente deficientes na produção de glutathione, um antioxidante gerado no cérebro que ajuda a eliminar o mercúrio do corpo. E que fatores ambientais também podem desempenhar um papel. Outros estudos encontraram anomalias em várias regiões do cérebro, sugerindo que o autismo resultaria de uma interrupção precoce do desenvolvimento cerebral, ainda no útero.

Os meios de comunicação abasteceram os públicos norte-americano e europeu com uma miscelânea de provas científicas, teorias e opiniões. Devido à grande cobertura da mídia a respeito da segurança das vacinas, o público, não irracionalmente, chegou à seguinte conclusão: se “onde há fumaça, há fogo”, deve haver alguma verdade em todo esse alarmismo. A opinião

pública não está convencida de que as vacinas são seguras, pois não sabe, com certeza, a quem escutar e em quem confiar. Os pais começam a crer que é mais seguro para seus filhos ter a doença do que ser vacinado. E quando a criança já teve a doença, alegam, não é grave. Na maior parte da Europa, onde a vacinação não é obrigatória, os relatórios oficiais revelam quedas nas taxas de vacinação, seguidas por picos de surtos epidêmicos. Nos Estados Unidos, as crianças que freqüentam a escola devem ser vacinadas, embora seja permitido que crianças não recebam a vacina por motivos religiosos ou razões pessoais (por exemplo, por seguir os princípios da homeopatia ou simplesmente por não querer vacinar). Pais inconformados apregoam que a vacina obrigatória viola as liberdades civis e que algumas vacinas causam efeitos adversos.

Os custos disso são surpreendentes. Pais de 5 mil crianças estão processando o governo dos Estados Unidos, alegando que o timerosal das vacinas causou autismo em seus filhos. Portanto, tribunais federais norte-americanos estão definindo uma questão que deveria ser científica: existe uma ligação entre autismo e vacinas infantis?

O que os cientistas pensam? É possível que as vacinas ativem o autismo de determinadas crianças? E nós? Será que estamos plenamente conscientes das conseqüências ou desvantagens do uso de vacinas? Ou é possível que todos estejamos simplesmente enamorados com seus benefícios para a saúde pública? Os públicos norte-americano e europeu estão sendo enganados e, como resultado, estão confusos sobre a segurança das vacinas? Em caso afirmativo, por que motivo e por quem? Com tantas crianças afetadas e tão poucas respostas, os pais de crianças autistas estão compreensivelmente frustrados. Infelizmente, encontrar uma resposta definitiva para essa questão pode demorar anos.

O debate começou.

Estudos na Amazônia

Nos últimos oito anos, a autora deste artigo vem pesquisando a exposição humana ao mercúrio através da dieta, assim como o impacto das vacinas com timerosal no crescimento e desenvolvimento de crianças e o papel protetor do aleitamento materno. Esse projeto de pesquisa é desenvolvido na região Norte do Brasil, em uma colaboração entre as universidades Federal de Rondônia, de Brasília e o Instituto de Biofísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e os resultados têm sido publicados em periódicos no exterior.

Controvérsia legal: o Tribunal da vacinação

Desde 11 de junho de 2007, em Washington, nos Estados Unidos, um Tribunal Federal de Reclamações está sendo confrontado com uma questão controversa e altamente emocional: saber se vacinas podem ter causado autismo em milhares de crianças norte-americanas. Esse é um dos mais importantes processos judiciais na história médica daquele país. Um júri especial composto por três magistrados começou a ouvir as evidências para apoiar – ou refutar – a hipótese de que o mercúrio em vacinas causou autismo ou sintomas semelhantes ao autismo em crianças. É a primeira vez que a evidência sobre o dano autista das vacinas é analisada em uma corte legal.

Tecnicamente, esse não é, de todo, um julgamento. O nome dado pela corte federal é *autism proceeding omnibus*, ou seja, é uma investigação ampla da questão sem identificação de culpados. Os juízes são chamados de ‘peritos especiais’ (*special masters*) e as famílias demandantes e seus advogados de ‘peticionários’. O réu, denominado ‘inquirido’, não é uma droga potente, é o Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos, representado pelos bem-pagos advogados do Ministério da Justiça norte-americano. Os três juízes do ‘Tribunal de vacinação’, como é denominado, mergulharam nas águas intensas e contraditórias da querela vacina-autismo, sabendo que devem emergir, do outro lado, cada um com sua decisão sobre onexo causal. Por fim, devem emitir juízo sobre algumas das 5 mil queixas.

Em sua defesa, o CDC apresentou um estudo em que avaliou quatro anos de sua vasta base de dados sobre eventos adversos pós-vacinais e não encontrou qualquer ligação entre timerosal e autismo. O outro lado foi impedido de ver os dados brutos originais, o que inviabiliza a reprodução do estudo dos pesquisadores do CDC. A reprodução exata dos dados originais para reanálise é impossível porque, de algum modo, eles ‘desapareceram’, em um provável crime de violação da lei federal norte-americana de qualidade dos dados.

Exceção ou precedente?

Depois de anos insistindo em que não há evidências da ligação entre vacinas e o início dos sintomas do transtorno do espectro do autismo, em março de 2008 o governo norte-americano, discretamente, reconheceu, no Tribunal da vacinação, a ligação em um caso. É uma concessão sem precedentes. Esse era



Manifestação em Washington, nos Estados Unidos, em junho deste ano, pedindo a eliminação de substâncias tóxicas das vacinas

um dos ‘casos-teste’ para a teoria timerosal-autismo. A concessão, porém, parece levantar mais perguntas que respostas: se o governo continua afirmando que vacinas não “causam” autismo, mas em vez disso uma condição agravada “manifestada” como autismo, não existe aí um limite muito tênue?

Para a maioria das famílias afetadas, tal acrobacia lingüística não é tão importante. Mesmo que o dano de uma vacina se ‘manifeste’ como autismo em apenas um caso, esse não é um dado significativo que deve ser informado ao público? Independentemente da explicação, não podemos alterar os fatos fundamentais desse extraordinário caso: o governo norte-americano aceitou compensar uma criança pelos prejuízos causados pela vacinação que resultaram em diagnóstico de autismo. É uma grande notícia, independentemente da sua interpretação e de como seja comunicada.

Risco e confiança

A controvérsia do timerosal constitui uma lição histórica de como não se comunicar risco teórico para o público. Caso esse tipo de atitude não seja modificado, a lição permanecerá não aprendida. À luz dos fatos, uma quantidade substancial de crianças no mundo inteiro está recebendo, por meio das vacinas, doses de mercúrio acima do limite considerado seguro. Para manter a confiança do público nas vacinas, devemos garantir que sua segurança seja levada a sério e que, quando indicado, ações sejam tomadas no devido tempo para reduzir o potencial de risco. ■

SUGESTÕES PARA LEITURA

- ALLEN, A. Vaccine: the controversial story of medicine's greatest lifesaver. Nova York, Norton, 2007.
- KENNEDY Jr., R.F. 'Deadly immunity' (disponível em www.rollingstone.com/politics/story/7395411/deadly_immunity/)
- MALM, O. 'Autismo é associado a uso excessivo de vacinas', em *Ciência Hoje*, v. 30, nº 175, p. 17, 2001.
- Informações sobre o andamento dos julgamentos de casos no Tribunal de vacinação estão disponíveis nas páginas ftp://autism.uscfc.uscourts.gov/autism/index.html, ou www.uscfc.uscourts.gov/omnibus-autism-proceeding

A mecânica quântica é uma das colunas que sustentam a física contemporânea, ao lado da teoria da relatividade.

Suas previsões têm sido comprovadas experimentalmente com precisão impressionante nos últimos 100 anos.

É notável, no entanto, que a mecânica quântica tenha dezenas de interpretações diferentes.

Ou seja, mesmo havendo concordância sobre o formalismo da teoria, não há consenso sobre o que ela diz em relação à realidade.

Como isso é possível?

Oswaldo Pessoa Jr.

*Departamento de Filosofia,
Faculdade de Filosofia,
Letras e Ciências Humanas,
Universidade de São Paulo*

As interpretações DA MECÂNICA QUÂNTICA

“Mas em 1952 eu vi o impossível ser feito.” Com essas palavras, o físico norte-irlandês John Stewart Bell (1928-1990) exprimiu sua surpresa ao tomar conhecimento da nova interpretação da física quântica proposta pelo norte-americano David Bohm (1917-1992), alguns meses antes de este se exilar no Brasil, em consequência da perseguição política em seu país depois da Segunda Guerra.

O que era considerado impossível, antes dessa data, era que o mundo da física atômica pudesse ser determinista, ou seja, que ele pudesse seguir uma causalidade estrita, como parece ocorrer com os fenômenos macroscópicos de nosso cotidiano, explicados pela chamada mecânica clássica, dita determinista (ou causal). Uma das características mais marcantes da teoria que lida com o diminuto universo atômico e subatômico, a chamada mecânica quântica, é o fato de ela fornecer apenas a probabilidade de um fenômeno ocorrer.

Foi motivo de grande debate entre os físicos (e, de certo modo, ainda é) a seguinte questão: esse caráter probabilístico é uma característica inerente à própria natureza ou advém do fato de a mecânica quântica ser uma teoria incompleta?

Antes de prosseguirmos, vale apresentar aqui, de modo simples e conciso, alguns elementos da mecânica quântica. *Quantum* é o termo, em latim, para quantidade. Essa idéia foi lançada em 1900 pelo físico alemão Max Planck (1858-1947) ao propor que, na natureza, a energia é gerada e absorvida em diminutos pacotes, os *quanta* (*quantum*, no singular). Cinco anos depois, o físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955) aplicou o conceito de *quantum*

à luz, indicando que essa radiação, bem como todo o restante do espectro eletromagnético (microondas, infravermelho, ultravioleta, raios X etc.), é constituída por esses pacotes de energia, mais tarde batizados de fótons.

INTERPRETAÇÕES REALISTAS VERSUS POSITIVISTAS

Que consequências esse resultado de Bohm teria para o trabalho dos físicos? Praticamente nenhuma. Isso porque as novidades introduzidas pelo norte-americano não podiam ser testadas experimentalmente: sua abordagem concordava com todas as previsões experimentais da mecânica quântica. Ou seja, ela era consistente com o formalismo mínimo da teoria, que é o nome dado ao conjunto de regras e leis básicas da teoria, com o qual todos os físicos concordam. Nesse sentido, a teoria causal de Bohm é chamada uma ‘interpretação’ da teoria quântica. Uma interpretação é um conjunto de teses ou imagens que se agrega ao formalismo mínimo de uma teoria, sem afetar as previsões observacionais da teoria. Pode ser que, no futuro, haja um teste experimental que diferencie duas interpretações: nesse caso, a rigor, teríamos duas teorias diferentes. No entanto, enquanto esse teste não puder ser realizado, é costume chamar as duas versões de interpretações da mesma teoria quântica. ▶

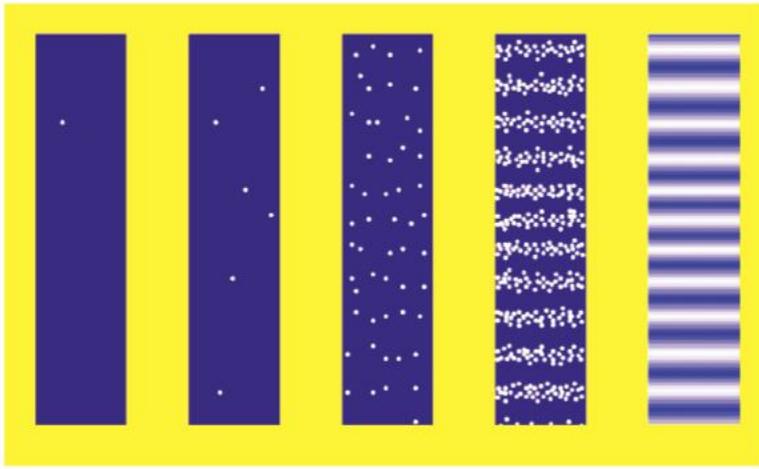


Figura 1. No experimento da dupla fenda, a formação das franjas de interferência é feita *quantum por quantum*

Cientistas costumam considerar irrelevante o problema da interpretação, pois geralmente as previsões observacionais não mudam de uma interpretação para outra. É por isso que o assunto faz parte da filosofia da ciência. Mesmo assim, uma interpretação pode desempenhar um papel importante na maneira como um cientista representa intuitivamente um problema e pode guiá-lo na formulação de novos problemas ou na recusa de tratar de uma classe de problemas. É possível também que um cientista use diferentes interpretações privadas em diferentes situações. E, por fim, a recusa em trabalhar com imagens, que representariam uma realidade que estaria por trás dos fenômenos observados, também é considerada uma interpretação. Um célebre debate interpretativo deu-se no final do século 19, com relação à realidade dos átomos.

Discussões sobre como interpretar a mecânica quântica surgiram tão logo essa teoria foi formulada, a partir de junho de 1925. De um lado, os alemães Werner Heisenberg (1901-1976), Max Born (1882-1970) e Pascual Jordan (1902-1980) desenvolveram a chamada mecânica matricial, que utilizava matrizes para calcular as probabilidades de se obter diferentes valores de medições feitas em experimentos atômicos. Meses depois, o austríaco Erwin Schrödinger (1887-1961) formulou a mecânica ondulatória, baseada na idéia do francês Louis de Broglie (1892-1987) de que toda partícula tem propriedades ondulatórias.

Schrödinger buscou interpretar seu formalismo – que, em pouco tempo, mostrou-se equivalente à mecânica matricial – defendendo a hipótese de que, na realidade, os elétrons em um átomo formam uma onda na qual a carga elétrica distribui-se uniformemente. Segundo sua interpretação ondulatória, o mundo flui continuamente como uma onda. De Broglie, por sua vez, interpretava a nova mecânica quântica de modo dualista: um elétron no átomo

seria uma partícula com posição e velocidade bem definidas a cada instante, mas também haveria uma onda associada a ela, semelhantemente àquela concebida por Schrödinger. Para nossos propósitos aqui, poderemos imaginar a partícula como um surfista que é carregado por uma onda (denominada onda-piloto).

As interpretações de Schrödinger e de De Broglie podem ser consideradas ‘realistas’, pois nelas a mecânica quântica representa a realidade de modo definido, a todo instante, mesmo quando não há ninguém observando ou fazendo medições do fenômeno quântico. Isso se opõe à concepção ‘positivista’ (também chamada descritivista ou instrumentalista), que salienta que: i) a tarefa da ciência é descrever de maneira econômica (por meio de leis) aquilo que é observável, permitindo assim que se façam previsões de resultados em novos experimentos; ii) não faz sentido lançar hipóteses sobre uma realidade não observável.

Nessa época, Heisenberg e seu colega austríaco Wolfgang Pauli (1900-1958) defendiam explicitamente uma abordagem positivista. E a idéia seminal de Heisenberg baseava-se apenas em grandezas atômicas que eram diretamente observáveis, não na posição ou na velocidade de um elétron em um átomo, mas na intensidade e na frequência da luz emitida pelo átomo, bem como no plano de oscilação (polarização) dela.

A COMPLEMENTARIDADE

Em outubro de 1927, o dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), famoso por ter desenvolvido em 1913 um modelo atômico dentro da velha teoria quântica (que se estendeu de 1900 até 1925), apresentou uma interpretação bem elaborada e consistente, de cunho positivista (parece correto argumentar que ele se aproximava mais de um construtivismo inspirado no filósofo alemão Immanuel Kant (1724-1804), mas essa visão também adota as teses i e ii da seção anterior). Essa visão fez frente às propostas de Schrödinger e de De Broglie e acabou tornando-se a interpretação ortodoxa da mecânica quântica, obtendo as adesões de Heisenberg, Pauli, Born e da maioria dos físicos.

Com a mecânica quântica, descobriu-se que a luz é detectada por meio de pacotes mínimos de energia, localizados pontualmente, os chamados fótons. O acúmulo de um grande número de fótons em uma tela resulta nas franjas de interferência que obser-

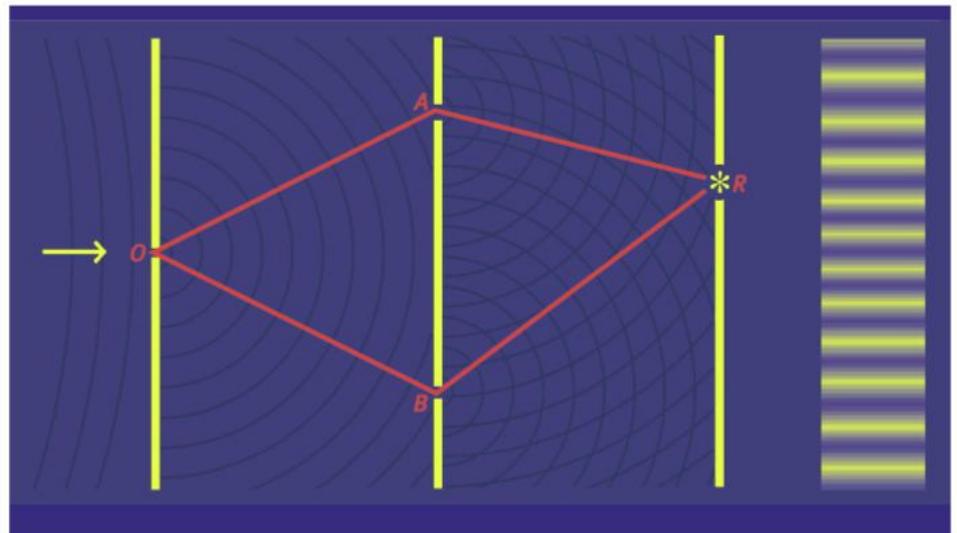
Figura 2. O experimento da dupla fenda é um fenômeno ondulatório, e não há como estipular uma trajetória para o *quantum* detectado, seja ele luz ou elétron

vamos no laboratório (figura 1). Onde há mais fótons incidindo, mais iluminada fica a região. A essa descoberta, Bohr deu o nome postulado quântico, pois foi primeiramente proposto como uma hipótese por Planck, em 1900.

O princípio de complementaridade foi introduzido por Bohr em 1927, em três acepções diferentes, das quais uma se tornou mais importante, especialmente após 1935: a dualidade onda-partícula. Segundo ela, presos à linguagem da física clássica, os cientistas só conseguiriam compreender um fenômeno quântico observado no laboratório por meio de quadros clássicos, que seriam de dois tipos: corpuscular ou ondulatório. No primeiro, concebemos o objeto quântico como uma partícula que descreve uma trajetória bem definida ao longo de todo o experimento. No segundo, imaginamos que o objeto quântico é uma onda, que pode ser dividida e recombinada, gerando franjas de interferência (apenas a detecção de cada *quantum* é pontual).

No quadro corpuscular, não pode haver franjas de interferência, e no quadro ondulatório não se podem atribuir trajetórias bem definidas ao objeto quântico. O princípio de complementaridade afirma que qualquer experimento com uma entidade quântica, como um elétron, pode ser compreendido ou em um quadro corpuscular, ou em um ondulatório, mas nunca em ambos ao mesmo tempo. Ou seja, se observo franjas de interferência, não posso atribuir trajetórias, e vice-versa.

Um exemplo de quadro ondulatório é dado na figura 2. Nela, representa-se o experimento da dupla fenda para a luz, que resulta em 'franjas' de regiões mais iluminadas e menos iluminadas na tela à direita, em função de um fenômeno óptico denominado interferência. Segundo a física clássica, as franjas, que alternam claro e escuro, indicam que a luz é uma onda. Ao passar por O, essa onda esférica propaga-se até o anteparo com as fendas A e B, e, em cada fenda, uma parte da onda inicial propaga-se como onda esférica até a tela detectora. Ficam iluminadas as regiões em que os 'picos' (ou máximos) das duas ondas superpõem-se (interferência construtiva). Ficam escuras as regiões em que um 'pico'



e um 'vale' somam-se (interferência destrutiva).

O fenômeno da figura 2 é ondulatório: não podemos atribuir uma trajetória ao fóton detectado em R, pois é como se ele passasse simultaneamente por ambas as fendas (como diríamos de uma onda na física clássica). Se apenas uma das fendas estivesse aberta, aí o fenômeno seria corpuscular: conheceríamos sua trajetória, mas não haveria franjas quando um grande número de fótons incidisse na tela.

Essa interpretação pode ser considerada positivista porque, em geral, não podemos dizer se um fóton está associado a um quadro ondulatório ou corpuscular, antes de sua detecção final. Um exemplo disso é apresentado adiante (ver 'Um experimento ilustrativo').

DE VOLTA À ONDA-PILOTO

No início da mecânica quântica, como mencionamos, houve tentativas de interpretar a teoria em termos realistas. A proposta original de Schrödinger é um exemplo do que pode ser chamado interpretação realista ondulatória. Essas visões atribuem ao objeto quântico uma natureza estendida no espaço, uma natureza não pontual.

A vantagem de uma visão realista é que, em todo instante, podemos considerar que o objeto quântico existe conforme a interpretação o representa. Isso satisfaz uma intuição básica que possuímos: a de que a realidade existe de uma maneira que independe da presença de um observador. Mas qualquer interpretação realista tem problemas ou anomalias. A interpretação realista ondulatória tem dificuldade em explicar o que denominamos, acima, postulado quântico, ou seja, o aspecto pontual das detecções ▶

em física quântica. Uma saída é postular um ‘colapso’ da onda, ou seja, a transição de uma onda estendida (como a ilustrada por meio de círculos na figura 2) para um pacote de onda bem comprimido (que observaríamos como um ponto na tela detectora). Essa transição seria tão rápida que ocorreria a uma velocidade maior do que a da luz, de um modo denominado pelos físicos ‘não-local’.

Isso é considerado um dos problemas dessa interpretação, pois, segundo a teoria da relatividade restrita de Einstein, de 1905, nenhum corpo pode viajar a uma velocidade superior à da luz no vácuo (300 mil km/s).

Um modo de evitar essa não-localidade, no experimento da dupla fenda, seria adotar a concepção da ‘onda-piloto’, de De Broglie. Chamaremos essa interpretação realista dualista. O objeto quântico consistiria de duas partes: um corpúsculo, que carrega energia e é detectado, e uma onda, que guia a partícula, mas não carrega energia nem é detectada. O corpúsculo seria uma ‘variável oculta’, com posição e velocidade bem definidas a cada instante, que ‘surfaria’ na onda que o acompanha, de forma que a probabilidade de ele se encontrar em certa posição seria proporcional ao quadrado da ‘altura do pico’ (amplitude) da onda-piloto. O termo variável oculta é atribuído ao pretenso corpúsculo, porque ele não é previsto pelo formalismo mínimo da mecânica quântica, e, apesar de sua posição ser observável, sua velocidade não o é.

No experimento da dupla fenda, os corpúsculos de De Broglie não seguiriam uma trajetória reta, mas sim surfariam em ziguezague, passando pelas regiões proibidas (partes escuras da franja) com velocidades altíssimas (figura 3). Há outros problemas conceituais dessa interpretação: situações em que se prevê que o corpúsculo ficaria parado, quando se esperaria que se movesse juntamente com a onda.

Essa foi a razão pela qual Einstein – um realista convicto que debateu por quase três décadas a mecânica quântica com Bohr, opondo-se à interpretação ortodoxa – desinteressou-se pela redescoberta da teoria da onda-piloto por Bohm, em 1952.

‘PAIXÃO’ A DISTÂNCIA

Bohm aperfeiçoou a interpretação de De Broglie, ao levar em conta não só as variáveis ocultas do objeto quântico, mas também as do aparelho de medição. Foi dessa maneira que sua teoria determinista conseguiu escapar da chamada prova de impossibilidade, deduzida pelo matemático húngaro John von Neumann (1903-1957), que, em 1932, havia sugerido ser impossível construir uma versão determinista da mecânica quântica (mais tarde, mostrou-se que o alcance desse teorema não era o inicialmente pensado). No determinismo, o estado completo do universo em certo instante determinaria univocamente o estado completo em qualquer instante futuro. Ou seja, no determinismo, não existe acaso real: o que acontece é que nosso conhecimento limitado do mundo impede que possamos fazer previsões exatas.

O próprio Bohm percebeu claramente outra característica de sua interpretação: ao descrever duas partículas interagentes que se separam a uma grande distância, é necessário estipular uma ‘ação a distância’, ou seja, o ato de medição feito em uma partícula afetaria instantaneamente a onda localizada muito longe da partícula medida, aparentemente violando a teoria da relatividade restrita (pois essa influência se daria instantaneamente; portanto, com velocidade maior que a da luz).

Essa não-localidade já foi mencionada quando nos referimos ao colapso da onda, na interpretação realista ondulatória.

Bell, cuja exclamação abriu este artigo, teve a sagacidade de fazer a pergunta certa: será que a não-localidade é uma característica de toda interpretação realista da teoria quântica? Em poucas semanas, em 1964, provou teoricamente que sim.

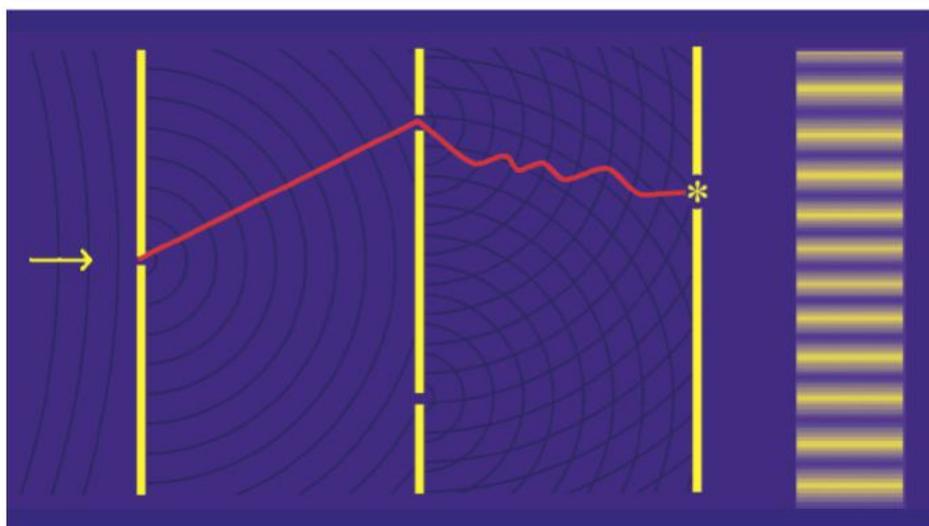


Figura 3. Segundo a interpretação de Bohm, no experimento da dupla fenda, o corpúsculo descreve uma trajetória em ziguezague

UM EXPERIMENTO ILUSTRATIVO

Um exemplo de fenômeno corpuscular no experimento da dupla fenda está na figura 4, onde se colocam filtros ópticos especiais (polarizadores) orientados em direções ortogonais após cada fenda. Cada polarizador absorve metade da luz incidente e deixa passar a outra metade. A porção de luz que é transmitida oscila transversalmente à direção de propagação. Na figura, o ângulo que a luz transmitida forma com o plano horizontal é 0° para a fenda A e 90° para a fenda B. O encontro de ondas polarizadas em direções ortogonais não faz com que elas se somem ou se destruam (ou seja, não ocorre nem a interferência destrutiva, nem a construtiva), como no caso sem polarizadores, de forma que o que se observa na tela detectora é uma iluminação uniforme, sem franjas de interferência.

Note-se que utilizamos uma explicação típica de um quadro ondulatório, mas esse fenômeno é considerado corpuscular, porque ao fóton pontual observado na tela pode ser atribuída uma trajetória bem definida, ou pela fenda A, ou pela fenda B. Isso ficaria mais claro se, no lugar da tela detectora, puséssemos um detector sensível à polarização da luz. Esse detector indicaria claramente a polarização do fóton: se a polarização medida fosse 0° , poderíamos dizer que a partícula passou pela fenda A; se fosse 90° , pela fenda B. Ao atribuímos trajetórias bem definidas à partícula (associada ao fóton detectado), adotamos um quadro corpuscular.

No entanto, a situação muda na figura 5. Agora, outro polarizador, orientado em um ângulo intermediário (45°), é colocado diante da tela detectora. A luz que passa por esse polarizador 'per-

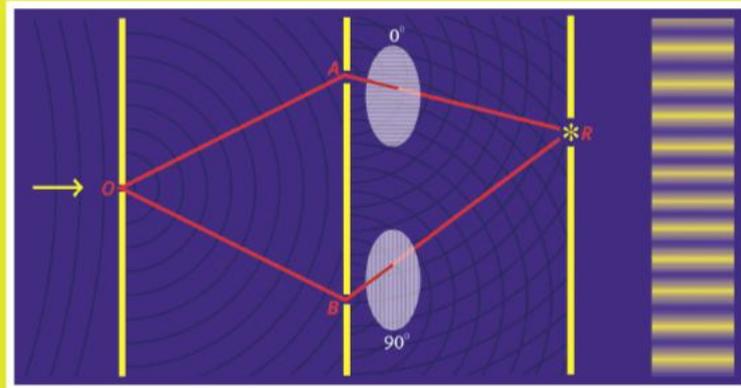


Figura 4. No experimento da dupla fenda para a luz, a colocação de polarizadores ortogonais torna o fenômeno corpuscular, e sabendo-se a polarização do fóton detectado, sabe-se sua trajetória

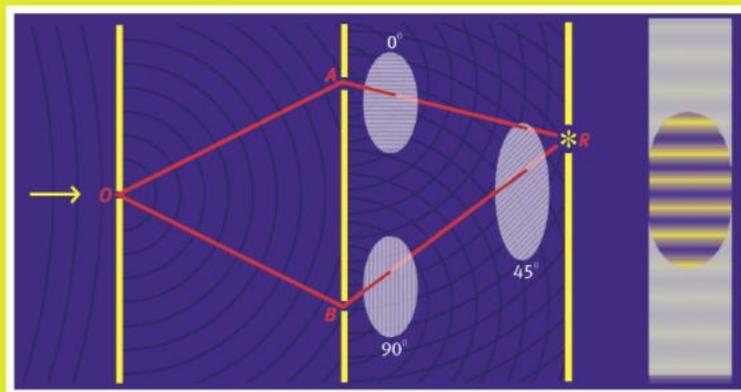


Figura 5. A informação de trajetória pode ser apagada, e o quantum detectado passa a ser associado a um fenômeno ondulatório

de a informação' sobre por qual fenda ela teria passado. Segundo a interpretação da complementaridade, o fenômeno associado aos fótons incidentes na região central da tela é ondulatório, o que é confirmado pelas franjas de interferência observadas naquela região. Já os fótons detectados fora daquela região continuam associados a um quadro corpuscular.

Poderíamos montar um experimento como o da figura 4 e, antes de encerrado o experimento, sermos tentados a dizer que o fenômeno será corpuscular. Mas, logo em seguida, alguém poderia pôr em ação uma 'escolha demo-

rada', e introduzir o polarizador a 45° , transformando o experimento em um fenômeno ondulatório. Ou seja, a atribuição de um quadro clássico (corpuscular ou ondulatório) só pode ser feita após o encerramento do experimento. Antes disso, não se pode atribuir à realidade do objeto quântico uma natureza de partícula ou de onda.

Em suma, como essa interpretação não associa nenhuma representação à realidade antes do final do experimento, ela pode ser considerada positivista. A ela, só interessa representar o que é observado, não aquilo que é inobservável.

Experimentos comprovaram as previsões da mecânica quântica e consolidaram o grande dilema dos fundamentos dessa teoria: ou abandonamos o realismo (como fizeram Bohr e outros positivistas) ou abandonamos a localidade (como fez Bohm). O abandono da localidade não viola diretamente as previsões da teoria da relatividade (ou seja, não se pode transmitir informação a velocidades maiores do que a da luz), de forma que alguns autores sugerem que se fale em 'paixão a distância', em vez de ação a distância. De qualquer modo, trata-se de uma questão que toda visão realista tem que interpretar.

TENDÊNCIAS CONTEMPORÂNEAS

Nas últimas décadas, dezenas de interpretações diferentes, tanto de cunho positivista quanto realista, têm sido propostas na literatura, mas nenhuma está livre de aspectos conceitualmente anômalos.

As visões positivistas que congregam as interpretações ortodoxas já não têm a hegemonia quase absoluta que detinham antes da década de 1970, mas ainda contam com muitos defensores. Muitos físicos salientam que a mecânica quântica é uma teoria essencialmente estatística, de forma que ela não se aplicaria a um objeto quântico individual, mas apenas a um conjunto deles, preparados de maneira semelhante. Essa tese define a interpretação dos coletivos estatísticos, cuja versão tradicional é realista, defendendo que a mecânica quântica poderia ser 'completada' por uma teoria que se referisse a entidades individuais. No entanto, uma versão positivista dessa interpretação tem ganhado muitos adeptos, sendo divulgada, por exemplo, pelo físico israelense Asher Peres.

Nos testes de não-localidade, o conceito de dualidade onda-partícula tem sido um guia útil, indicando a força da interpretação da complementaridade. Na última década, o estudo de partículas correlacionadas, que se comportam como uma entidade única, mesmo se separadas por grandes distâncias (ver 'Emaranhamento: um recurso computacional utilizado pelos físicos' em CH 249), abriu o campo da informação quântica, envolvendo computação, criptografia e comunicação em sistemas quânticos. O austríaco Anton Zeilinger

DA FILOSOFIA À HISTÓRIA DA CIÊNCIA

O autor deste artigo dedica-se à pesquisa sobre filosofia da ciência, com ênfase em fundamentos conceituais da física quântica e na modelagem causal da história da ciência. Tem diversos artigos publicados em periódicos no Brasil e no exterior, bem como escreveu ou organizou alguns livros sobre suas linhas de pesquisa.

propôs uma interpretação que captura a informação essencial de um sistema quântico e não afirma nada além, levando adiante o espírito positivista.

Na década de 1970, visões de cunho mais realista passaram a ser exploradas. Ocorreu um novo interesse pela interpretação dualista de Bohm, sem, porém, atribuir realidade à onda-piloto. De modo similar, o físico holandês Gerardus 't Hooft vem procurando reformular os fundamentos da física contemporânea a partir de uma interpretação estritamente determinista em que a função de onda é vista de maneira epistêmica, ou seja, é vista como uma representação matemática que permite realizar cálculos, sem corresponder a uma entidade real.

Muitos físicos teóricos têm aderido às idéias do norte-americano Hugh Everett (1930-1982), que, em 1957, propôs que o universo como um todo seria um sistema quântico, sem observadores externos. Sua visão realista ondulatória resolve a

questão da natureza do colapso da onda quântica sem ter que postu-

lar que é a consciência humana que causa esse colapso, como nas interpretações idealistas.

Essas foram popularizadas mais recentemente pelo indiano Amit Goswami e viraram moda na mídia. Para quem é místico, certamente vale a pena estudar os conceitos da teoria quântica. Mas é incorreto supor que a física quântica implica essas visões idealistas ou qualquer esoterismo. ■

SUGESTÕES PARA LEITURA

- BOHR, N. *Física atômica e conhecimento humano: ensaios 1932-1957*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.
- HERBERT, N. *A realidade quântica*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1989.
- JAMMER, M. *The philosophy of quantum mechanics*. New York: Wiley, 1974.
- PESSOA JR., O. *Conceitos de física quântica*. 2 vols. São Paulo: Livraria da Física, 2003.
- ZEILINGER, A. *A face oculta da natureza*. São Paulo: Globo, 2005.

Conselheiro Aires

Quando morreu, em 1908, Machado de Assis era um escritor de talento reconhecido. Mas seu valor literário foi se multiplicando com o desenrolar do século, até o autor atingir o status que muitos lhe atribuem hoje de 'gênio brasileiro'. Mas em 2008, além de lembrar o centenário de sua morte e a importância de sua obra para a cultura nacional, cabe celebrar os 100 anos de lançamento de seu último romance, Memorial de Aires, publicado pouco antes de seu falecimento. Embora Dom Casmurro e Memórias póstumas de Brás Cubas sejam festejadas como suas obras maiores, Memorial de Aires tem o mérito de apresentar um personagem – o Conselheiro Aires – que o autor começou a modelar em suas primeiras narrativas. Como se verá neste artigo, o Conselheiro reúne atributos do personagem que Machado buscou ao longo de quase 50 anos de criação de contos e romances.

José R. Maia Neto

Departamento de Filosofia e Instituto de Estudos Avançados Transdisciplinares,
Universidade Federal de Minas Gerais



O cético sábio de Machado de Assis

Último romance do escritor Machado de Assis.

Memorial de Aires retoma do romance anterior, *Esau e Jacó*, de 1904, o personagem central – Conselheiro Aires – e sua principal atividade: a redação de um memorial, um “diário de lembranças” no qual registrava suas “descobertas, observações, reflexões, críticas e anedotas”. O *Memorial de Aires* é um extrato desse diário ficcional que corresponde ao período que vai de janeiro de 1888 a agosto de 1889. Machado utiliza o recurso da narrativa em primeira pessoa, escrita por um personagem da história que aparece em seus dois romances mais famosos: *Memórias póstumas de Brás Cubas* e *Dom Casmurro*. Embora menos conhecido que Brás Cubas e Bento Santiago, o Conselheiro Aires é o arremate de um tipo de personagem que tem início nas primeiras narrativas machadianas. Não por acaso é o único personagem do autor que protagoniza dois de seus romances, exatamente os últimos.

Na ‘Advertência’ que antecede *Esau e Jacó*, Machado se faz um personagem ficcional que não entra na história do romance: um editor. Como se o Conselheiro Aires fosse um autor real (e não ficcional), esse editor afirma terem sido encontrados em seu gabinete, após seu falecimento, sete volumes encadernados, sendo os seis primeiros numerados. O sétimo – que em vez de algarismo portava a palavra “último” – distinguia-se dos demais por ser um romance, ao passo que os demais constituíam o diário do Conselheiro. Machado editor ficcional indica que publicou apenas o romance, pois esse volume é que poderia interessar ao leitor ou à leitora, justamente por ser um romance, com enredo e personagens.

O editor ficcional Machado chama a atenção para dois detalhes do romance do Conselheiro que o diferenciam dos romances usuais. O primeiro é não ter título, a menos que fosse ‘Último’. Essa hipótese parece pouco provável por não apresentar vínculo aparente com o conteúdo do romance, além de estabelecer uma relação com a seqüência dos volumes que formam o memorial, do qual, a rigor, não faz parte. O segundo é o fato de tanto o Conselheiro quanto o seu memorial figurarem como itens ficcionais do romance. O Conselheiro é, com efeito, o personagem principal da narrativa, embora

não ocupe o seu centro, mas a periferia. O foco do romance é a figura do observador dos personagens que estão no centro da trama: o casal Natividade e Santos, os filhos gêmeos antagonísticos Pedro e Paulo, e a jovem Flora, apaixonada por ambos.



Embora *Esau e Jacó* seja narrado em terceira pessoa, não apresenta um ponto de vista onisciente, como é o caso dos romances da primeira fase. O narrador onisciente em geral conta a história na terceira pessoa e sabe tudo sobre os personagens e o enredo. O Conselheiro Aires, autor ficcional do romance em que figura como observador da trama, é o verdadeiro foco narrativo. Vemos assim que Machado não abandonou o esquema formal do narrador personagem ficcional que caracteriza os romances da segunda fase do autor, à exceção de *Quincas Borba*. Há pois um elo formal entre *Esau e Jacó* e o romance seguinte e último de Machado. Ao se reportar diretamente ao diário do Conselheiro, Machado simplifica formalmente a narrativa, não mais precisando incluir a expressão, recorrente em *Esau e Jacó*, “como observou Aires e escreveu no seu memorial...” A expressão é desnecessária, já que todo o romance é uma citação do memorial.

Como o texto base do *Memorial de Aires* é um diário e não um romance como o anterior, o editor ficcional (o próprio Machado) precisou fazer um verdadeiro trabalho de edição. Ele foi obrigado a intervir no texto do Conselheiro, o que não precisou fazer no romance anterior, exceto para conferir-lhe o título. O editor eliminou as passagens do memorial escritas no período coberto no romance (1888-1889) sem relação com o assunto principal tratado pelo Conselheiro: a história de como a viúva Fidélia, fiel ao finado marido Noronha, se apaixona por Tristão e com ele se muda para Portugal, deixando sozinho e solitário o casal Aguiar, seus “pais postiços” e padrinhos de Tristão. Editadas as

passagens, o memorial do Conselheiro relativo a esses anos torna-se uma narrativa romanesca, “apesar da forma de diário que tem”. O ponto de vista narrativo dos dois romances é de fato o mesmo: a primeira pessoa, que é a pessoa do Aires. Consta-se assim que Aires é o foco narrativo final do romance de Machado. Do penúltimo ao último livro do autor há como que um movimento de saída da ficção para a realidade, como se um personagem ficcional se tornasse real.

O Conselheiro Aires reúne características do personagem que Machado de Assis buscou em quase 50 anos de criação literária. Não surpreende, portanto, que o tenha reutilizado em um novo romance e recuado da ficção para a realidade. Não surpreende tampouco que tenha feito alusão a um possível novo romance valendo-se do mesmo personagem. Com efeito, na ‘Advertência’ ao *Memorial de Aires*, Machado diz que “o resto [do memorial] aparecerá um dia, se aparecer algum dia”. Esse resto poderia ter aparecido se Machado não tivesse morrido poucos meses após a publicação do *Memorial*.

Seria um romance? Certamente não seria um romance usual, pois fica implícito que as observações e reflexões eliminadas do período 1888-1889, bem como as demais registradas nos outros anos cobertos pelo memorial, são variadas, não constituindo uma trama. Tais considerações apontam para uma mistura do criador com a criatura. Como observa Gustavo Bernardo Krause no artigo ‘Quem me dera: o ceticismo de Machado de Assis’, o nome completo do personagem – José da Costa Marcondes Aires – é o que mais se assemelha, no universo dos mais de 2 mil que criou, ao nome completo de seu criador: Joaquim Maria Machado de Assis.

O homem de espírito

Os romances de Machado e parte considerável de seus contos juvenis têm enredos estruturados em um triângulo amoroso cujos vértices são uma mulher disputada por dois homens: o ‘homem de espírito’ e o ‘tolo’. Esses termos são as traduções de Machado para, respectivamente, *homme d’esprit* e *sot*, do ensaio *Queda que as mulheres têm para os tolos*, de Victor Henaux, publicado na França pouco antes de o mestre traduzi-lo e publicá-lo em 1861. ‘Homem de espírito’ e ‘tolo’ exibem diferentes perspectivas do mundo, em

particular da vida social. O primeiro tem postura ética, é comprometido com a verdade e possui sentimentos genuínos. O segundo é imoral, manipula falsas aparências, não hesitando em usar as pessoas como meio para realizar

seus projetos de conquista amorosa (é freqüentemente libertino) e ascensão social. As mulheres em geral preferem esse segundo tipo de homens porque partilham os valores sociais que eles manipulam.

Uma situação característica dos primeiros contos de Machado (de 1852 a 1871) é a experiência de sofrimento do homem de espírito que se vê preterido pelo tolo. Tal experiência resulta em uma visão pessimista do mundo: este – sobretudo a vida social – é lugar de falsas aparências, onde reina a imoralidade, não cabendo a verdade e a ética. O homem de espírito então enlouquece, suicida-se ou resolve seu drama encontrando, após penosa busca, uma mulher de espírito. Quando a encontra, casa-se com ela e descobre a felicidade na “paz doméstica” (expressão recorrente na ficção machadiana do período) do casamento afastado da vida social (“vida exterior”).

A dificuldade do homem de espírito em encontrar uma mulher de espírito (a verdade) aumenta com a progressiva agonia desse tipo de personagem no período de 1872 a 1878 (Lívia, de *Ressurreição*; Helena, do romance homônimo; Estela, de *Iaiá Garcia*) e com a concomitante sofisticação das personagens femininas voltadas para a vida exterior (Guiomar, de *A mão e a luva*, e Iaiá Garcia, do romance homônimo). Desaparecendo as mulheres de espírito, o próprio casamento passa a ser o centro da vida exterior de falsidade e imoralidade que já caracterizavam a vida social. Ao homem de espírito do período só resta a demência ou o suicídio, até que, nas *Memórias póstumas de Brás Cubas*, Machado encontra um lugar alternativo para o tipo.

Uma perspectiva cética surge com o fim da dualidade verdade (casamento) e falsidade (vida exterior). Tudo agora é aparência, como atestam os contos *O segredo do bonzo*, *Teoria do medalhão* e *O espelho* (*Esboço de uma nova teoria da alma humana*), contemporâneos das *Memórias póstumas*. Essa perspectiva cética é assumida por um personagem, o “defunto-autor” Brás Cubas. Não mais dispondo do casamento/verdade, o homem de espírito evita a loucura ou o suicídio assumindo o foco narrativo do romance que denuncia – uma vez morto, sem mistificações – o caráter vão e precário, mas inevitável e constrangedor, da vida exterior, cujo fim é tentar domesticar paixões libidinosas que sacodem o homem “como um chocalho, até destruí-lo, como um farrapo”.

Quincas Borba, romance seguinte a *Memórias póstumas*, ilumina a perspectiva cética por contraste. Rubião, ao contrário de Brás Cubas defunto-autor, não é o foco narrativo do romance. Personagem ingênuo como o Brás vivo e tendo em comum com este a circunstância de serem os únicos discípulos do filósofo dogmático Quincas Borba, termina louco como o seu mestre, em contraste com Brás Cubas, que encontra um lugar alternativo na ficção ao adotar postumamente a perspectiva cética distanciada da vida social, a partir de onde pode exprimir a lucidez máxima, exibindo a grandeza de saber-se miserável, como tudo o mais. Como diz o filósofo e cientista francês Blai-



se Pascal (1623-1662), influência máxima sobre o defunto-autor: “A grandeza do homem está em ele se conhecer miserável; uma árvore não se conhece miserável” (*Pensamento* número 114). A loucura de Rubião – como a da filosofia e a do próprio filósofo Quincas Borba – é não saber-se miserável, como a árvore de Pascal ou o cão Quincas Borba.

No romance seguinte, *Dom Casmurro*, observamos o retorno da perspectiva cética em primeira pessoa. O ingênuo Bento Santiago evolui ao longo da história para o cético distanciado Casmurro. Mas seu distanciamento já não é tão radical quanto o de Brás Cubas, que é só um ponto de vista narrativo e filosófico. Personagem-autor vivo, apresenta uma perspectiva mais cética que a de Brás Cubas. Seu foco narrativo é mais restrito que o do defunto-autor, sendo sua narrativa – a memória de sua vida com Capitu – plasmada pela subjetividade, pelo amor na recordação de sua vida infante-juvenil, pela desconfiança e ódio na recordação de sua vida madura. Se Brás Cubas denuncia na aparência o disfarce precário de uma realidade subjetiva viciosa, a aparência torna-se completamente opaca do ponto de vista mais cético de Dom Casmurro, caracterizando uma situação em que a verdade fica obscurecida.

O Conselheiro Aires é a versão final e mais bem caracterizada do observador cético. Quando é introduzido na ficção machadiana em *Esau e Jacó*, verificamos que ele teve uma trajetória semelhante à dos outros personagens observadores-narradores de Machado: foi preterido por um tolo (o Santos, preferido por Natividade), não teve filhos e, diplomata, viajou à roda do mundo (Brás Cubas “viajou à roda da vida”). Mas *Esau e Jacó* relata essa trajetória de modo resumido, diferentemente das *Memórias póstumas* e do *Dom Casmurro*. O enredo de ambos centra-se na história de vida de seus respectivos autores-ficcionais, de como passaram de ingênuos a céticos. Aires já aparece em *Esau e Jacó* e no *Memorial de Aires* como um cético observador e narrador constituído. Seu ceticismo não é filosófico no sentido de se voltar para questões metafísicas sobre o sentido da vida e do mundo, como o do defunto-autor, que se contrapõe ao otimismo filosófico dogmático de Quincas Borba.

Em *Esau e Jacó* o Conselheiro desenvolve uma crítica cética a dois tipos de dogmatismo recorrentes nas crônicas de Machado do final do século 19: o espiritismo, superstição que se pretende científica, e a opiniaticidade política na querela monarquistas *versus* republicanos. Aires apresenta um notável distanciamento de opiniões (cuja fragilidade foi brilhante e cabalmente mostrada em *Dom Casmurro*). Não que não as tenha – não é um “cético rústico”, como caracteriza o helenista inglês Jonathan Barnes o cético que suspende todas as crenças. Mas mantém sempre um distanciamento diante delas – pois são falíveis e mutáveis –, contrastando-se fundamentalmente com o opiniático.

SUGESTÕES PARA LEITURA

- CHARRON, Pierre. *Pequeno tratado da sabedoria*. Tradução de Maria Célia Veiga. França. Belo Horizonte: UFMG, 2006.
- KRAUSE, Gustavo B. 'Quem me dera: o ceticismo de Machado de Assis', in *Revista eletrônica Skepsis* 1:2 (2007): 171-183.
- ASSIS, Machado. *Obra completa*, 3 v. Rio de Janeiro, Nova Aguilar, 1962.
- MAIA NETO, José R. *O ceticismo na obra de Machado de Assis*. São Paulo, Annablume, 2008.
- PASCAL, Blaise. *Pensamentos*. Tradução de Mário Laranjeira. São Paulo, Martins Fontes, 2001.

O ceticismo de Aires é uma sabedoria prática, ideal do ceticismo antigo e moderno até que o filósofo francês René Descartes (1596-1650) o transformou em dúvida metafísica e epistemológica. Um discípulo de Michel de Montaigne (1533-1592) – o filósofo que mais influenciou os três últimos romances de Machado – chamado Pierre Charron (1541-1603) detalhou as características de uma sabedoria cética que coincide em pontos fundamentais com a caracterização de Aires. Evitar as paixões descontroladas, a superstição, a opiniaticidade, o partidarismo e a ciência dogmática. Manter-se ‘universal’ e cosmopolita sem tomar nada como verdade absoluta.

O *Memorial de Aires* é a obra final desse sábio cético. O observador atinge de fato a sabedoria cética, pois mira a aparência não como algo falso, que esconde uma verdade desconfortável, ou opaco, que obscurece totalmente a verdade, mas como algo que é próprio do ser humano, a nossa medida, uma vez desfeitas as ilusões metafísicas dos filósofos que se pretendem detentores da verdade. É assim que Aires descobre um valor da aparência que vinha sendo paulatinamente cultivado pelos narradores-personagens que lhe antecederam, mas que neles não era suficientemente forte para viabilizar uma vida: o valor estético. Quando a aparência não mais é olhada como índice ou representação de outra coisa (a verdade), mas o foco se põe nela e por ela mesma, abre-se a possibilidade de uma atitude estética, que, juntamente com a cética, viabiliza uma alternativa para o homem de espírito que já não espera encontrar a verdade, mas que também não quer aderir sem reserva ao que sabe poder ser falso.

Evolução mole

O que surgiu antes: o ovo ou a galinha? Este é um problema retórico que parece insolúvel apenas se desconsiderarmos a evolução dos organismos como descrita por Charles Darwin (1809-1882) há quase 150 anos. Antes que as galinhas surgissem, outros animais já se reproduziam por meio de ovos.

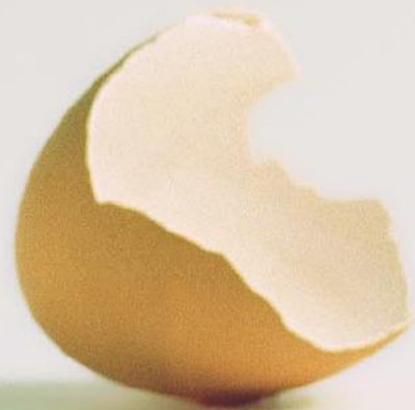
Assim, o ovo, como estrutura reprodutiva, surgiu antes da galinha. Tendemos a pensar que a reprodução por meio de ovos, fora do corpo da mãe (oviparidade), seja rara entre os animais.

Na verdade, dar à luz filhotes vivos (viviparidade), processo usado por mamíferos, mas presente até em anfíbios e répteis, é a exceção entre os animais. É dentro do ovo que acontece o desenvolvimento do embrião (embriogênese). Após a eclosão, os animais crescem, amadurecem sexualmente e produzem mais ovos. O que torna extremamente apropriada a frase do poeta e satirista inglês Samuel Butler (1612-1680): “Uma galinha é somente a maneira de um ovo produzir outro ovo.”

Ao longo deste artigo vamos analisar como o estudo de moléculas específicas pode ajudar a compreender a evolução dos vertebrados.

Carlos E. Winter

*Departamento de Parasitologia,
Instituto de Ciências Biológicas,
Universidade de São Paulo
cewinter@icb.usp.br*



cular dos ovos

O ovo pode ser considerado o resultado de uma história de sucesso

na evolução dos animais. Ele surge em animais multicelulares muito simples, como as águas-vivas e os corais. Os ovos podem ser considerados análogos às sementes das plantas, aos cistos dos protozoários e aos esporos dos fungos, em termos de dispersão das espécies. Ovos, sementes, cistos e esporos têm algo em comum: todos são maneiras de garantir o desenvolvimento da futura geração. As modificações ocorridas nos ovos durante a evolução refletem-se em sua forma, em sua estrutura e nos nutrientes que armazenam.

O primeiro passo para a formação dos ovos ocorre, em todos os animais, logo no início da embriogênese, quando uma célula do embrião é separada das demais. Essa célula dará origem a uma série de células-filhas, que formam a 'linhagem germinativa', da qual surgirão os gametas, ou células reprodutivas (diferente da 'linhagem somática', responsável pelas outras células do corpo, que compõem tecidos e órgãos). A principal

característica dos gametas é ter a metade do número de cromossomos de todas as outras células. Nos animais existem dois tipos de gametas: espermatozoides e óvulos. Este artigo trata apenas do maior deles, o óvulo ou célula-ovo, chamado de ovo quando fertilizado.

Os ovos de animais ovíparos variam muito de tamanho, sendo maiores e mais fáceis de analisar que os de animais vivíparos, como os mamíferos. O tamanho dos ovos, no primeiro grupo, vai de frações de milímetro (como os ovos da lombriga, que medem 0,05 mm de comprimento por 0,02 mm de largura) até mais de uma centena de milímetros (com os ovos do avestruz, que medem 170 mm de comprimento e 135 mm de largura). Em todos os casos, é sempre a maior célula do organismo, por causa do enorme volume de seu citoplasma.

Vamos tomar como exemplo um ovo de galinha (*Gallus gallus*), com cerca de 60 mm de comprimento por cerca de 40 mm de largura. Devido à sua importância como alimento para a humanidade, todos já devem ter visto um ovo dessa espécie. Os nutrientes principais do ovo estão na gema, a célula-ovo (ovócito) da galinha, produzida no ovário. Os anexos (casca e clara) são adicionados no oviduto e servem, entre outras coisas, para proteger a gema. O material nutritivo contido na gema, conhecido como vitelo, é composto de 50% de água, 34% de lipídios (gorduras e substâncias relacionadas) e 16% de proteínas, com traços de glicose e minerais. Como podemos ver, água e lipídios correspondem a 84% da gema. Um ovo de galinha tem em média 14 g de lipídios, 6,5 g de proteínas e outros componentes em menor quantidade (como vitaminas), mas ainda assim importantes para a alimentação humana. ▶

INDEX STOCK IMAGERY / LATINSTOCK





DR. MORELEY READ/SCIENCE PHOTO LIBRARY/ALAMY/ISTOCK

© CLOUDS HILL IMAGING LTD./CORBIS/ALAMY/ISTOCK

Figura 1. Nos animais ovíparos, como as serpentes (A) e as borboletas (B), os embriões desenvolvem-se dentro de ovos, fora do corpo das ‘mães’ – a imagem (de microscopia eletrônica de varredura) das lagartas saindo dos ovos foi colorida artificialmente

Ovíparos e vivíparos

A produção de um ovo maduro inclui alterações na estrutura e nos componentes da célula germinativa e acúmulo de diferentes substâncias que serão usadas, durante a embriogênese, como fonte de energia e como precursores para a síntese de outros compostos. Isso é particularmente importante no caso dos animais ovíparos, quando a embriogênese ocorre fora do corpo da mãe (figura 1), em um ambiente sem acesso a fontes externas de alimento. Ovos com casca, como os de aves e alguns répteis, são chamados de ‘cleidóicos’ (do grego *cleio*, que significa ‘fechar’). O surgimento dos ovos cleidóicos permitiu que o ancestral dos vertebrados terrestres saísse da água, há cerca de 300 milhões de anos, tornando possível a evolução humana. Esse tipo de ovo garantiu aos répteis sucesso na colonização do ambiente terrestre: tais animais reproduzem-se apenas nesse ambiente,

enquanto a maioria dos anfíbios depende de ambientes aquáticos para completar seu ciclo de vida. As aves, entre elas a galinha, derivam evolutivamente dos répteis e sua reprodução também independe de coleções de água para a postura dos ovos.

A passagem para o ambiente terrestre, porém, implica uma série de necessidades metabólicas para o desenvolvimento do embrião. Toda a energia necessária para a embriogênese precisa estar armazenada no próprio ovo – o que de fato acontece. Estudos mostram que a embriogênese, no caso de peixes e anfíbios (ovos não-cleidóicos), exige o consumo de 26% da quantidade de proteína originalmente armazenada no ovo, enquanto em répteis e pássaros (ovos cleidóicos) esse percentual cai para cerca de 3%. Isso ocorre porque a energia, nos ovos dos primeiros, é obtida preferencialmente das proteínas, enquanto nos de répteis e aves é fornecida basicamente pelos lipídios.

No caso dos ovos cleidóicos, outros aspectos também sofreram alterações ao longo da evolução, como o modo de se livrar de produtos de excreção do embrião. A solução foi a transformação, por exemplo, dos resultados do consumo de proteínas em um produto insolúvel, não tóxico, que é armazenado em um compartimento separado do ovo.

Durante a evolução em terra firme alguns animais, em especial os mamíferos, deixaram de liberar os ovos no meio ambiente e seus embriões passaram a se desenvolver no interior das mães, que lhes forneciam alimentos continuamente, por meio da placenta. Como poderíamos estudar a evolução desse processo?

Para estudar um fenômeno que ocorre há longo tempo, como a evolução dos animais ovíparos e vivíparos, é essencial ter um registro dos fatos acontecidos no passado. Desde a época de Darwin até o início da década de 1960, o registro fóssil foi a principal fonte de informação direta para as mudanças evolutivas. No entanto, como o próprio Darwin reconheceu, esse registro é incompleto, pois alguns grupos animais não foram preservados. Existiria alguma fonte de informação alternativa? A resposta surgiu em 1960, em artigo do químico norte-americano Linus Pauling (1901-1994), premiado com o Nobel de Química em 1954 e com o Nobel da Paz em 1962, e do biólogo austríaco (naturalizado francês) Emile Zuckerkandl. Eles mostraram que a informação contida no material genético dos seres vivos, o DNA, quando traduzida para uma proteína, pode ser usada como “um documento vivo da história evolutiva”.

Em artigo de maio de 1965, Zuckerkandl escreveu: “Embora quimicamente muito diferentes, elas [as moléculas de proteína e DNA] têm uma característica fundamental em comum: ambas são compostas

de uma sucessão linear de subunidades que diferem sutilmente entre elas, como diferentes contas coloridas em um barbante. Cada conta colorida ocupa um lugar específico, a menos que mudanças hereditárias chamadas mutações alterem a cor de uma conta, ou a desloquem ou eliminem, ou adicionem uma nova conta (ou diversas contas) em um dado momento.” As mudanças ocorridas ao longo do tempo nessas unidades podem ser inferidas observando-se sua ordem, na mesma proteína, em diferentes espécies, como se comparássemos diferentes pessoas para definir o grau de parentesco entre elas. Uma vez medido isso podemos, como no caso das pessoas, elaborar uma ‘árvore genealógica’ que mostre esses resultados (ver ‘Árvores filogenéticas’).

Lipoproteínas marcadoras

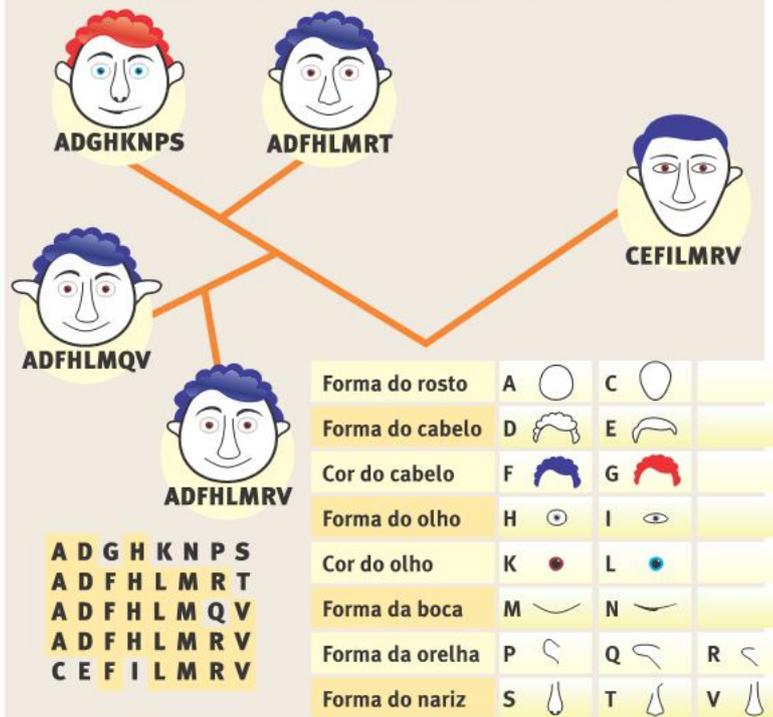
Como esse tipo de análise pode ajudar a entender a evolução dos ovos? Ora, precisamos achar uma proteína que só exista nos ovos e que, além disso, esteja presente nos ovos de todas as espécies de animais ovíparos: nela devem estar ‘registradas’ as modificações ocorridas durante a evolução. Os ovos de galinha têm diversas proteínas que podem ser purificadas e analisadas. A clara tem a ovalbumina. A gema – ou melhor, o vitelo – tem as vitelinas. Muitos ovos não têm clara (ovos de insetos, por exemplo), mas quase todos têm vitelo (abundante em alguns casos, como nos ovos de aves, ou inexistente, como nos de mamíferos, já que a mãe alimenta o embrião). Portanto, as vitelinas são bons candidatos para fornecer as informações que permitam construir uma árvore que indique o parentesco dos diversos ovos.

As vitelinas são proteínas que se associam a lipídios (por isso, são chamadas de lipoproteínas) e a outras substâncias, como cálcio, fósforo e ferro, que o embrião em crescimento também utiliza. Não são as únicas lipoproteínas presentes nos ovos de galinha, mas são encontradas nos ovos da grande maioria dos animais ovíparos. Elas derivam de proteínas precursoras, as vitelogeninas, produzidas no fígado (nos vertebrados). Essas proteínas, exclusivas das fêmeas, são sintetizadas sob controle de hormônios (ver ‘Vitелogenina e poluição’).

Figura 2. Gráfico do tipo ‘árvore’ mostrando a semelhança e a diferença entre cinco pessoas aparentadas. As características das faces podem ser transformadas em seqüências de letras usando uma tabela. Para cada face há uma seqüência de letras, e essas seqüências podem ser comparadas (no canto inferior, à esquerda). Na árvore, o comprimento das linhas é diretamente proporcional às diferenças entre as faces

ÁRVORES FILOGENÉTICAS

Vamos supor que se queira determinar se cinco pessoas têm algum grau de parentesco apenas observando suas características faciais. É possível transformar os dados observados em uma seqüência de símbolos (letras, por exemplo), mas como mostrar os resultados para que outras pessoas possam avaliar as conclusões sem ter que examinar de novo todos os dados? A solução é simples. Basta tomar um dado número de características faciais (oito, por exemplo) e representar cada uma por letras do alfabeto (com grupos de letras diferentes para cada característica). Assim, serão obtidas seqüências de oito letras para cada uma das pessoas. Comparando essas seqüências, o que pode ser feito simplesmente colocando umas sobre as outras, é fácil perceber as letras coincidentes em cada posição da seqüência. É praticamente impossível que todas as pessoas tenham as mesmas características faciais e, assim, as seqüências não serão iguais. O número de letras diferentes entre as seqüências deve refletir o quanto uma pessoa difere facialmente da outra. Se o número for baixo, elas são muito parecidas, e vice-versa. Se o número de diferenças for transformado em linhas (com comprimento proporcional) e essas linhas forem usadas para ligar as faces umas às outras, surgirá um gráfico ramificado conhecido como ‘árvore’ (figura 2). Esse gráfico, porém, ainda não informa se as pessoas são ou não aparentadas. Quanto maior for o número de características analisadas, mais precisa ficará a árvore e mais fácil será determinar o parentesco entre as pessoas ou a descendência de um ancestral comum. É óbvio que, à medida que o número de características aumenta, o cálculo fica mais difícil, tornando necessário o uso de programas de computador para construir a árvore. Esse tipo de análise faz parte de uma disciplina recente da biologia, denominada bioinformática.



Todas as vitelogeninas são parecidas, contendo regiões responsáveis pela interação com os lipídios e outras que se ligam a elementos como cálcio, ferro etc. Se uma molécula de vitelogenina for esticada, tais regiões ficarão distribuídas ao longo de uma linha (como as contas coloridas em um barbante). Na gema do ovo de vertebrados uma enzima (protease) corta a vitelogenina em pontos específicos, separando as regiões para formar as diversas vitelinas (figura 3).

A análise de uma vitelogenina de um verme ne-

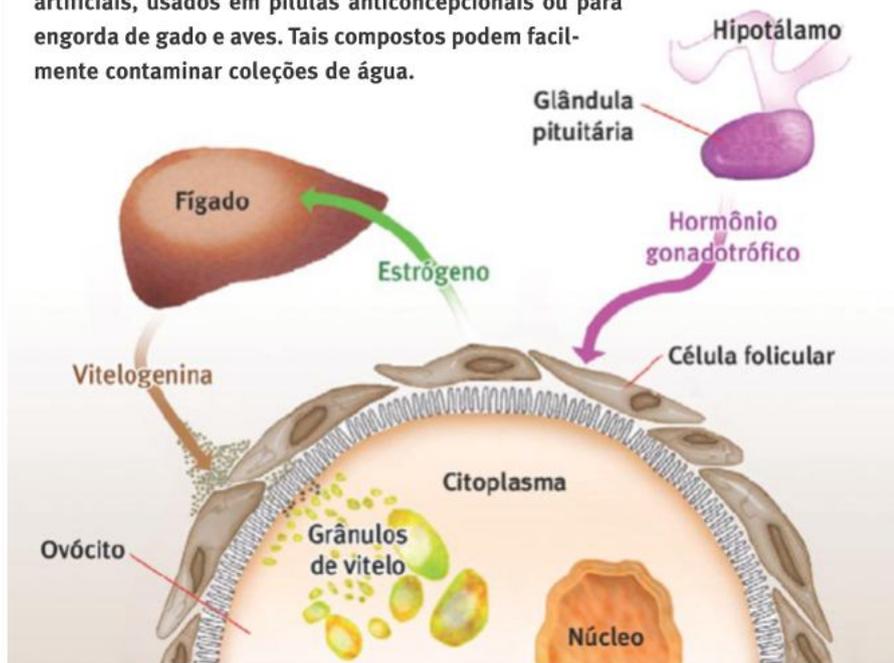
matóide de solo, encontrado por nosso grupo em São Paulo, mostrou que as diferentes regiões dessa proteína acumulam mutações em taxas diferentes (*Molecular Biology and Evolution*, v. 13, p. 674, 1996). Quando essa vitelogenina é comparada com as de outros animais, nota-se que algumas regiões são, em todas elas, mais parecidas que outras. Essas regiões têm funções diferentes? Sim. A fosvitina, uma das vitelinas de vertebrados, contém uma região da vitelogenina rica em fósforo e cálcio. Nas outras, chamadas de lipovitelinas, está presente a região da vitelogenina ligada aos lipídios. Essas regiões não estão presentes em todas as vitelogeninas. As de vermes nematóides, por exemplo, não têm a região correspondente à fosvitina.

Embora tenham regiões com as mesmas propriedades, a semelhança entre as vitelogeninas de diferentes animais não passa de 35% (considerando todos os aminoácidos ao longo dessas proteínas). Suas regiões internas evoluem em conjunto? Nossos dados com nematóides parecem mostrar que não, ou seja, que algumas regiões são mais conservadas (em termos evolutivos) que outras. Um exemplo é a região que origina a fosvitina, que exhibe tamanho e posição muito variáveis em diferentes espécies de animais.

Hoje, duas hipóteses tentam explicar a presença de fosvitina na vitelogenina de animais vertebrados. Uma delas propõe que a fosvitina surgiu, durante a evolução, em decorrência de duplicações sucessivas de uma pequena região da vitelogenina ancestral dos invertebrados (figura 4A). Isso não teria ocorrido na linhagem que deu origem aos nematóides, animais sem ossos e, portanto, que não precisam de reservas de cálcio e fosfato para seu desenvolvimento. Recentemente, Roderick N. Finn, da Universidade de Bergen, na Noruega, propôs que a fosvitina já existia na molécula ancestral, pois foi detectada em moluscos e insetos (em local diferente do observado em vertebrados). Sua função seria aumentar a estabilidade e solubilidade da proteína rica em lipídios. Os nematóides, nesse caso, teriam uma vitelogenina que perdeu a fosvitina ancestral (figura 4B).

VITELOGENINA E POLUIÇÃO

Em fêmeas de animais ovíparos vertebrados, o vitelo se acumula, durante o crescimento do ovócito, por efeito de dois hormônios: o gonadotrófico e um estrógeno (figura). Variações no ambiente desencadeiam, na glândula pituitária desses animais (situada na base do cérebro), a produção de hormônio gonadotrófico. Este fará com que as células foliculares do ovário liberem o estrógeno, que agirá nas células do fígado, induzindo a produção de vitelogenina. Lançada na corrente sanguínea, esta chega ao ovário e é absorvida pelos ovócitos. Quando machos de espécies ovíparas recebem injeções de estrógeno, também passam a produzir vitelogenina, proteína exclusiva das fêmeas. Esse processo fisiológico pode ser afetado por fatores externos, como poluição por substâncias químicas (chamadas de xenoestrógenos) que têm efeito semelhante ao dos hormônios esteróides. Esse foi o caso da poluição pelo inseticida DDT, que quase extinguiu algumas espécies de pássaros no mundo, até ser proibido a partir da década de 1970. Hoje, a identificação de vitelogenina em peixes machos é usada como indicador da presença desse tipo de poluente na água de rios, lagos e esgotos. Entre os xenoestrógenos estão as bifenilas policloradas (PCBs, na sigla em inglês), compostos orgânicos usados até os anos 70 nos Estados Unidos para produzir substâncias usadas como isoladores elétricos, pesticidas e tintas, e os estrógenos artificiais, usados em pílulas anticoncepcionais ou para engorda de gado e aves. Tais compostos podem facilmente contaminar coleções de água.



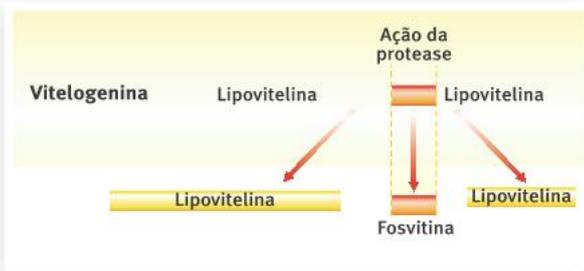


Figura 3. Esquema simplificado de uma vitelogenina de vertebrado: a enzima protease, presente no citoplasma dos ovos, ‘corta’ essa proteína em locais específicos, gerando lipovitelinas e fosvitina

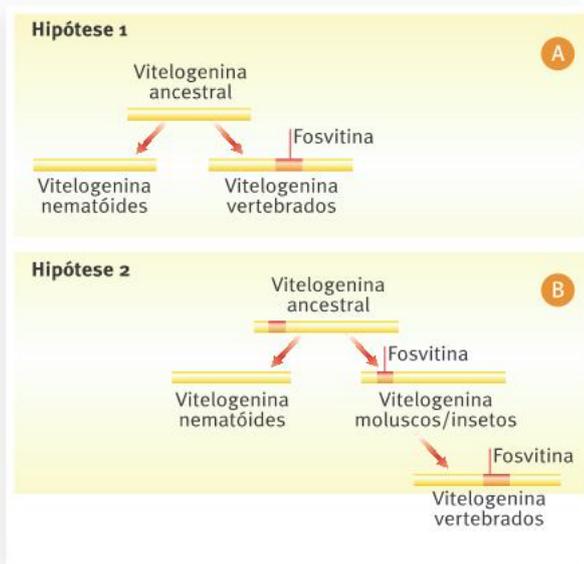


Figura 4. Duas hipóteses tentam explicar o surgimento da fosvitina nas vitelogeninas. Na primeira (A), ela não existiria em uma vitelogenina ancestral e teria sido adquirida, ao longo da evolução, pela vitelogenina dos vertebrados. Na segunda (B), ela existiria na proteína ancestral e teria sido perdida, no caso dos vermes nematóides. Estudos recentes parecem confirmar essa última hipótese

A posição dos mamíferos

Diante dessas diferenças, como construir uma árvore filogenética com base nas seqüências dos componentes das vitelogeninas de diferentes organismos? Tais proteínas são muito grandes, sendo necessário escolher uma região para comparar. A região mais adequada para isso seria a mais conservada ao longo da evolução. Comparando uma região assim, é possível construir uma árvore que mostra o ‘parentesco’ evolutivo entre as diversas vitelogeninas (figura 5).

Essa árvore parece refletir aquilo que sabemos das relações evolutivas entre esses animais. Todos os vertebrados ficam no mesmo ramo. Os invertebrados, porém, dividem-se em dois ramos diferentes, com os insetos de um lado e vermes, ostras e corais de outro. Isso tem implicações importantes para a compreensão da evolução desses animais, apoiando a hipótese de que a vitelogenina ancestral que originou a forma atual dessa proteína em ostras e nematóides tinha uma fosvitina, e de que tais vermes a ‘perderam’ ao longo da evolução. No ramo dos vertebrados, a história é diferente, pois aparentemente a evolução fez com que a vitelogenina desaparecesse dos mamíferos, cujos ovos não mais se desenvolvem fora das mães. Os mamíferos, por isso, não constam dessa árvore.

Estudo recente (*PLoS Biology*, v. 6, nº 3, p. 77) do grupo de Walter Wahli, da Universidade de Lausanne, na Suíça, mostrou que, durante a evolução dos mamíferos, houve uma perda dos genes de vitelogenina, compensada pelo surgimento da placenta e da amamentação, que asseguram o desenvolvimento, respectivamente, do embrião e do recém-nascido. Análises mostraram que o genoma de mamíferos com placenta ainda contém restos ‘fósseis’, não mais funcionais, de genes de vitelogenina, o que apóia a hipótese de que esses vertebrados se originaram a partir de um ancestral ovíparo. Existe, inclusive, um mamífero com um gene ainda funcional de vitelogenina: o ornitorrinco, que põe ovos. Isso indica que essa proteína é um excelente marcador da evolução reprodutiva na classe de animais à qual nós pertencemos.

SUGESTÕES PARA LEITURA

- GOULD, S.J. *Viva o brontossauro: reflexões sobre a história natural*. São Paulo, Companhia das Letras, 1992.
- LESK, A.M. *Introdução à bioinformática*. Porto Alegre, Artmed, 2008.
- MATIOLI, S.R. (Ed.) *Biologia molecular e evolução*. São Paulo, Holos, 2001.
- RIDLEY, M. *Evolução*. Porto Alegre, Artmed, 2006.
- WOLPERT, L.; JESSEL, T.; LAWRENCE, P.; MEYEROWITZ, E.; ROBERTSON, E. & SMITH, J. *Princípios de biologia do desenvolvimento*. Porto Alegre, Artmed, 2008.

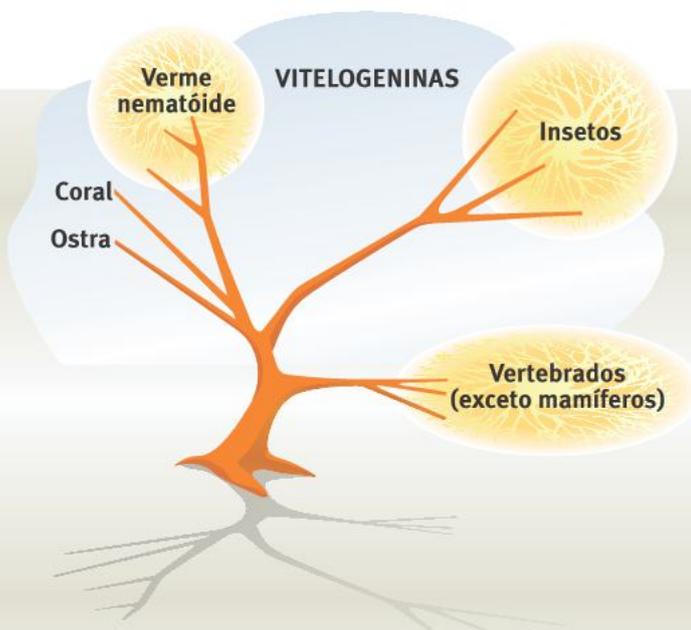


Figura 5. Árvore das vitelogeninas de vertebrados e invertebrados, mostrando o parentesco evolutivo entre elas. O comprimento dos ramos é proporcional às diferenças entre os componentes das vitelogeninas analisadas (dos grupos de animais indicados nas pontas dos ramos)

Procuram-se mestres

Dizer que o ensino básico da rede pública no Brasil padece de falta de qualidade crônica é, lamentavelmente, dizer o óbvio. Mas, ao se olhar a tragédia de perto, o espanto cresce. Faltam professores qualificados em todas as áreas, com especial déficit nas disciplinas científicas. Física e química são as mais afetadas: o número de formados nessas carreiras com licenciatura (cerca de 6 mil) não chega sequer perto do mínimo necessário para atender a

(ou algo perto disso), acabando com a necessidade de o professor se desdobrar dando aulas em muitas escolas; e a oferta de atualização para esse profissional por meio da capacitação continuada e do contato com o que de mais novo é produzido em sua área.

A mais recente iniciativa do governo para pôr essas medidas em prática inclui a atribuição

A atuação inicial da Nova Capes se dará, principalmente, por meio do Conselho Técnico-científico da Educação Básica, cujas reuniões se espalharão pelo país ao longo deste ano (a primeira aconteceu em fevereiro, em Brasília). A intenção é detalhar a situação da educação em cada estado, ouvindo as demandas das escolas e dos professores locais para, assim, ajudar o Ministério da Educação (MEC) a traçar um plano de ação adequado. A

Nova Capes se prepara também

para colaborar na criação de políticas cujos objetivos devem ser alcançados em um futuro mais distante. Entre esses objetivos está a melhoria das notas dos alunos brasileiros em exames nacionais, como a Prova Brasil, e internacionais, como o Programa de Avaliação Internacional de Estudantes (Pisa, na sigla em inglês), realizado periodicamente pela Organização para a Cooperação Econômica e o Desenvolvimento (OECD). Na última prova do Pisa, realizada em dezembro de 2007 e que teve como foco o conhecimento dos alunos nas disciplinas científicas, o Brasil obteve a 52ª colocação em 57 países avaliados.

Na última prova do Pisa, realizada em dezembro de 2007 e que teve como foco o conhecimento dos alunos nas disciplinas científicas, o Brasil obteve a 52ª colocação em 57 países avaliados.

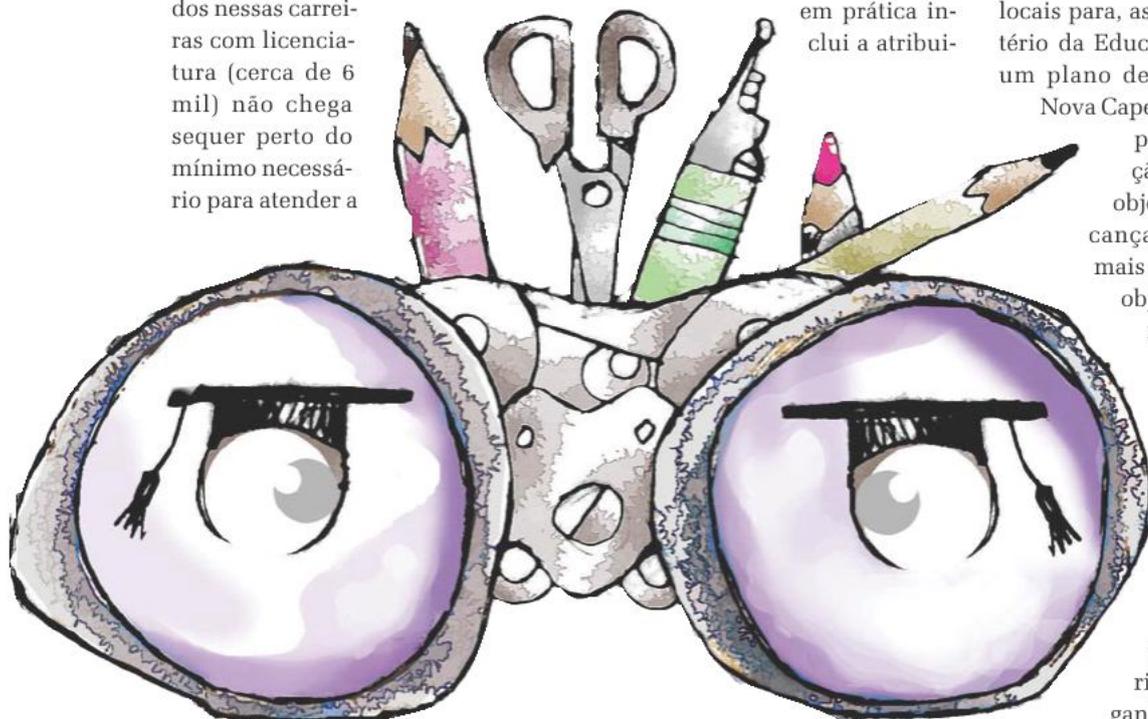
A situação a ser enfrentada

O desafio é grande. Relatório preparado para a primeira reunião do Conselho mostra que, apesar de haver professores suficientes para

demanda de professores dessas áreas no ensino escolar – aproximadamente 56 mil professores.

As soluções para o problema são conhecidas. É consenso, por exemplo, que a política de valorização do magistério precisa incluir a melhoria dos salários. Outras medidas desejáveis são a criação de planos de carreira para os professores, oferecendo a possibilidade de aumento progressivo da remuneração; a instituição da dedicação exclusiva

de novas funções à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, a Capes. O órgão, tradicionalmente envolvido com o fomento à formação superior e à pós-graduação, agora é também responsável por subsidiar a criação de políticas para a formação de professores para o ensino básico. Além disso, passará a oferecer bolsas de docência e atuará na articulação entre as instituições de ensino básico e superior. O projeto é chamado de Nova Capes.



atuar no ensino básico (que, no estudo, abarcou da 5ª a 8ª séries do ensino fundamental e o ensino médio), mais de 50% deles não têm formação específica para o magistério. No total, faltam 371.516 professores capacitados, ou seja, com licenciatura na área de atuação.

Os números apresentados no relatório foram calculados com base no Censo da Educação Superior e no Censo Escolar, realizados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) em 2005, e referem-se não ao número real de professores, mas ao número de funções docentes necessárias para atender os cerca de 15 milhões de alunos da rede pública de ensino. Uma vez que o mesmo professor pode dar aulas em mais de uma escola, o número de professores efetivamente necessário é menor que o de funções docentes, ou 'vagas' (não ocupadas por profissionais qualificados). Mas, ainda assim, o quadro é grave.

Ciências e matemática lideram o ranking das disciplinas nas quais mais faltam professores capacitados. Em matemática, o déficit é de 65.695 funções docentes. Em física, a demanda é de 56.602 funções docentes e existem apenas 6.196 profissionais com licenciatura específica – ou seja, 50.406 postos precisam ser ocupados. Em química, essa deficiência chega a 48.136: enquanto são necessários também 56.602 professores capacitados, há apenas 8.466 com formação específica. A área em 'melhor' situação é biologia: faltam 'apenas' 18.516 professores.

Uma das causas do problema é a evasão após a formatura. Em todas as áreas, à exceção de língua portuguesa, menos de 50% dos formados optam pelo magistério no ensino público escolar. Por exemplo, de todos os formados em educação física nos últimos 25 anos, apenas 16,1% atuam no ensino básico público. Dos formados em química, apenas 25,4%; em física, 34,1%, e em matemática, 33,3%. Uma das

LICENCIATURA ESPECÍFICA	DEMANDA HIPOTÉTICA	DOCENTES COM LICENCIATURA ESPECÍFICA	DÉFICIT
LÍNGUA PORTUGUESA	145.198	108.884	36.314
MATEMÁTICA	108.899	43.204	65.695
BIOLOGIA	56.602	38.086	18.516
FÍSICA	56.602	6.196	50.406
QUÍMICA	56.602	8.466	48.136
LÍNGUA ESTRANGEIRA	60.295	30.655	29.640
EDUCAÇÃO FÍSICA	60.295	32.046	28.249
EDUCAÇÃO ARTÍSTICA	36.300	16.678	19.622
HISTÓRIA	72.599	38.898	33.701
GEOGRAFIA	72.599	31.361	41.238
TOTAL	725.991	354.475	371.516

FONTE: RELATÓRIO 'AS LICENCIATURAS E O ENSINO BÁSICO BRASILEIRO: DIAGNÓSTICO' COM MODIFICAÇÕES

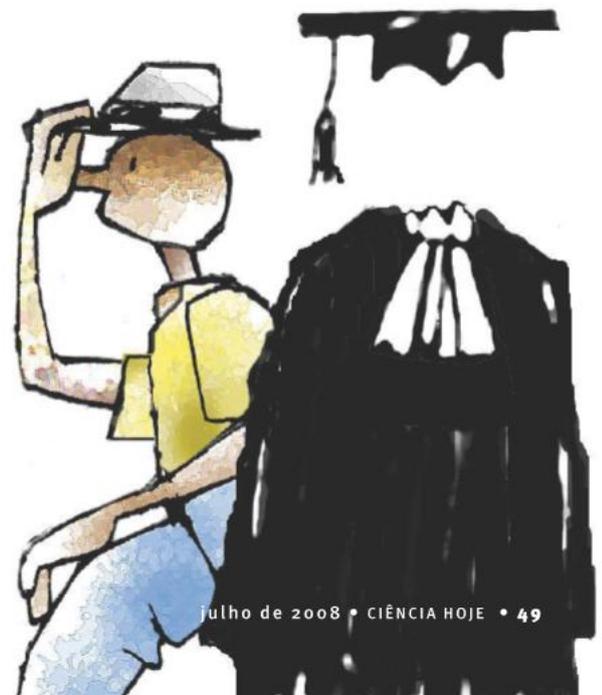
razões para esse fato é a existência de ocupações com melhores salários. "Um profissional de educação física, por exemplo, prefere atuar em uma academia ou como professor particular", diz Dilvo Ristoff, diretor do Programa de Educação Básica Presencial da Capes, que apresentou os dados do relatório ao Conselho.

Ristoff chama a atenção para outro aspecto apontado pela pesquisa: a evasão é grande também em carreiras como comunicação social (apenas 27,7% dos formados atuam na área), engenharia (33,1%), administração (46,4%) e direito (51,3%). Em medicina, o percentual dos formados que atuam na área chega a 75,1%. "Mas há que se considerar que mesmo 25% de evasão é um índice alto", diz. Formado em letras e lecionando na Universidade Federal de Santa Catarina, Ristoff acredita que os percentuais refletem a mobilidade das atividades profissionais atualmente. "Nem toda evasão é negativa. Hoje há o que chamo de mobilidade, quando a pessoa descobre outros potenciais e decide desenvolvê-los. Além disso, a sociedade hoje cria demandas que são mais fluidas e não se encaixam nas formações oferecidas pelas universidades", argumenta.

A evasão durante o curso, o baixo interesse que algumas áreas despertam nos estudantes e o desper-

dício de vagas também preocupam. Um olhar sobre o que acontece com a física mostra como esses pontos estão interligados. A área é, tradicionalmente, uma das que menos despertam interesse dos alunos saídos do ensino médio. Dos poucos que tentam o vestibular para essa carreira, menos ainda são os que passam – segundo Ristoff, cerca de 15 mil candidatos a físicos são eliminados no exame, o que faz com que muitas vagas não sejam preenchidas. Dos alunos que passam, muitos abandonam o curso devido à dificuldade em acompanhar os conteúdos apresentados. E dos que se formam, pouquíssimos vão atuar como professores no ensino básico da rede pública. ▶

Demanda de professores por disciplina para atender a todos os alunos matriculados no ensino básico da rede pública brasileira, e número de profissionais qualificados para a tarefa. Matemática, física e química são as áreas onde a falta de professores atinge níveis mais alarmantes



Melhores ofertas e mobilidade das atividades de trabalho atualmente estão entre as causas do baixo percentual de profissionais atuando em suas áreas de formação

Percentual (%) de licenciados formados nos últimos 25 anos que atuam como professores do ensino básico	
LÍNGUA PORTUGUESA	56,4
MATEMÁTICA	32,2
BIOLOGIA	29,0
FÍSICA	34,1
QUÍMICA	25,4
LÍNGUA ESTRANGEIRA	20,9
EDUCAÇÃO FÍSICA	16,4
EDUCAÇÃO ARTÍSTICA	21,2
HISTÓRIA	22,4
GEOGRAFIA	24,7
Percentual de pessoas que atuam em sua área de formação em outras atividades:	
MEDICINA	75,1
PEDAGOGIA	56,2
LETRAS	54,7
DIREITO	51,3
ADMINISTRAÇÃO	46,4
CONTÁBEIS	39,8
ENGENHARIA	33,1
COMUNICAÇÃO	27,7

Diante dessa realidade, o pesquisador acredita que é preciso facilitar o ingresso nas carreiras mais carentes de profissionais e, já com os alunos dentro das universidades, ajudá-los a recuperar o ‘tempo perdido’ por meio, por exemplo, de aulas de nivelamento. “Os professores reclamam que os alunos não têm capacidade de acompanhar as aulas, mas é preciso mudar de atitude, quebrar esse círculo. O professor deve ser aquele que ajuda o estudante a fazer sua caminhada”, afirma. Ristoff defende também o aumento do número de vagas nos cursos de licenciatura. “Devemos imitar a natureza. Uma planta produz mais sementes do que aquelas que germinarão, garantindo a continuidade da espécie. Devemos formar mais professores que o necessário, assim a questão da mobilidade será contornada.”

No entanto, a dificuldade em acompanhar os conteúdos apresentados na universidade pode ter uma origem ainda mais remota que as falhas do ensino fundamental: a educação infantil. Segundo Celia Lessa Kerstenetzky, cientista política da Universidade Federal Fluminense, as habilidades desenvolvidas na primeira infância são essenciais para que o aluno consiga acompanhar os conhecimentos mais complexos que lhe são apresentados nas séries seguintes. “Estudos mostram que as habilidades cognitivas são desenvolvidas nos primeiros anos de vida e que, quando não o são, a probabilidade de se conseguir compensar isso por meio de investimentos em níveis mais avançados de escolaridade é muito baixa”, afirma Kerstenetzky. Ela lembra que países que obtiveram melhoras significativas no desempenho de seus estudantes, como os países nórdicos, investiram na qualidade de suas creches e do ensino infantil.

A pesquisadora alerta ainda para a influência do ambiente familiar e para o pouco tempo que os alunos brasileiros passam dentro da escola – atualmente míseras quatro horas diárias (ver ‘Escola em tempo integral já: quando quantidade é qualidade’, em *CH* nº 231). “Mais tempo na escola implica mais conteúdo curricular, aulas de reforço, atividades extracurriculares que contribuem direta ou indiretamente para o desenvolvimento dos alunos”, diz Kerstenetzky. Além disso, com mais tempo dedicado à escola, diminuem as chances de a criança se envolver em atividades como o consumo e o tráfico de drogas e são compensadas as deficiências de um ambiente familiar por vezes pouco estimulante. “Normalmente considera-se que nada ou quase nada pode ser feito para mitigar o efeito de um ambiente familiar não muito estimulante cognitivamente; porém, o tempo extra despendido na escola pode de algum modo compensar essa falta

de capital cultural e as dificuldades enfrentadas por alunos cuja relação familiar é afetivamente comprometida.”

Formando bons professores

Mesmo que todos esses problemas sejam superados, há ainda outra questão a ser abordada: a formação de professores realmente preparados para o magistério – o que inclui desde saber como planejar a apresentação de um conteúdo até como lidar com os conflitos que surgem entre os estudantes. E essa formação só acontece se alunos dos cursos de licenciatura tiverem a oportunidade de combinar a teoria com a prática, se puderem vivenciar a experiência de estar dentro da sala de aula.

A idéia não é nova, há anos vem sendo posta em prática nos Colégios de Aplicação (CAPs). Esses colégios são ligados a universidades federais e dão aos licenciandos dessas instituições uma chance de viver o dia-a-dia de uma escola. O CAP da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CAP/UFRJ), por exemplo, oferece estágios para alunos de licenciatura de 17 cursos, apesar de nem sempre haver interessados em todas as áreas (atualmente são 40 estagiários de biologia e nenhum de química).

O processo é obrigatório para a obtenção do diploma. Durante um ano, os licenciandos acompanham uma ou duas turmas do ensino fundamental ou médio da escola, sob orientação do professor que normalmente dá as aulas para a turma. Eles ajudam na preparação do material didático, nas avaliações práticas e na correção das provas e, ao final do estágio, ministram uma ou duas aulas. “Essa é a única chance que os estudantes têm de viver o ambiente escolar antes de entrarem no mercado de trabalho. Eles entram alunos e saem com outra visão”, afirma a diretora do CAP/UFRJ, Celina Maria de Souza Costa, graduada em biologia e física e mestre em física.

A formação de Costa é comum entre os professores dos Colégios de Aplicação: boa parte dos profissionais que atuam nessas escolas tem mestrado, doutorado ou está cursando uma dessas modalidades de especialização. Além disso, os professores dos CAPs trabalham em regime de dedicação exclusiva; têm salários equivalentes aos dos professores universitários; desenvolvem pesquisa científica (normalmente investigam aspectos relacionados à educação da matéria que lecionam) e têm cerca de 40% da carga horária para estudo, atualização e reuniões com outros profissionais.

Essas condições em muito se aproximam das citadas por Ristoff e pela própria diretora do CAP/UFRJ como essenciais para a melhoria do ensino básico público. Costa admite, no entanto, que é impossível replicar o modelo dos CAPs em todas as escolas da rede pública. “Esse é um colégio caro. O modelo todo não pode ser transposto, mas há elementos que podem ser adaptados às outras escolas”, diz a diretora. O representante da Nova Capes concorda e conta que alguns dos elementos presentes no modelo dos CAPs estão nos planos traçados para o ensino básico público pela instituição, mas garante que a inspiração não veio da experiência nesses colégios. “Nos inspiramos no *apartheid* que existe entre o que se ensina nas universidades e no ciclo básico”, afirma Ristoff.

Educação sistêmica

As estratégias da Nova Capes visam integrar os diferentes níveis da educação no país. Um dos pontos mais importantes para que esse objetivo seja alcançado é a criação do Programa de Bolsa Institucional de Iniciação à Docência (Pibid). O programa prevê a oferta de bolsas de estágio no valor de R\$ 350 para alunos de licenciaturas, que passarão um período em uma escola pública realizando tarefas sob a orientação de um professor local. Esse profes-

sor, por sua vez, receberá uma bolsa de R\$ 600 e será supervisionado por um professor universitário, que terá bolsa no valor de R\$ 1.200 e que coordenará os envolvidos no projeto em diversas escolas.

Ristoff conta que a Nova Capes também atuará na reformulação curricular dos cursos de formação de professores, no estabelecimento de diretrizes para a criação de planos de carreira e de formação continuada desses profissionais. “Vamos dar fomento para isso, uma vez que ainda esbarramos na capacidade de pagamento dos estados e municípios”, diz, lembrando que o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb) tenta suprir parte dessa falta de recursos.

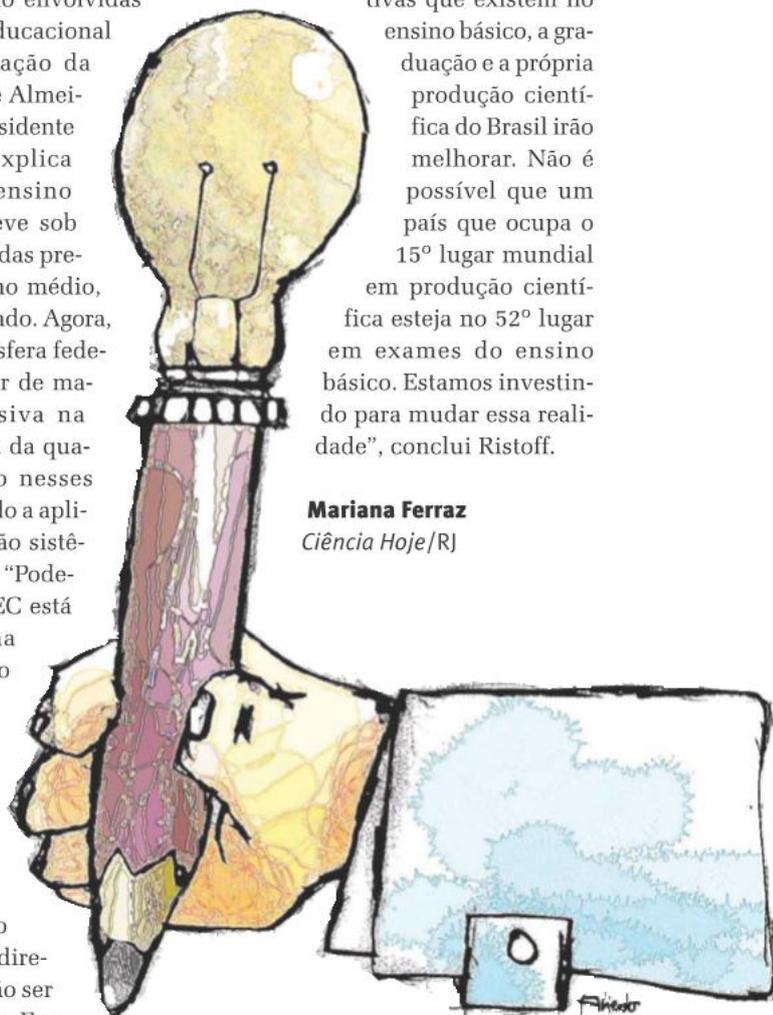
A relação entre as diferentes esferas do governo envolvidas com a questão educacional muda com a criação da Nova Capes. Jorge Almeida Guimarães, presidente da instituição, explica que até hoje o ensino fundamental esteve sob responsabilidade das prefeituras, e o ensino médio, sob a tutela do Estado. Agora, com o projeto, a esfera federal passará a atuar de maneira mais incisiva na busca da melhora da qualidade do ensino nesses níveis, estimulando a aplicação de uma visão sistêmica à educação. “Pode-se dizer que o MEC está promovendo uma ‘federalização’ do ensino básico por meio da aplicação de modelos de fomento e apoio à educação fundamental e média, sabidamente uma missão que não pertence diretamente a ele, a não ser como estimulador. E a

Capes conquistou essa nova missão pela sua reconhecida trajetória de sucesso, evidenciada pela qualificação da pós-graduação brasileira. Nossa expectativa é promover no ensino fundamental e médio essa trajetória bem-sucedida.”

Os resultados das propostas da Nova Capes, no entanto, demorarão a aparecer. Os alunos que começarem a graduação em 2009 – quando, espera-se, os projetos já estarão em funcionamento – só ingressarão no mercado de trabalho em 2013. Além disso, conteúdos de novos currículos podem levar algum tempo até serem incorporados pelos professores já atuantes. De qualquer forma, há esperança no ar. “Os bons resultados obtidos na pós-graduação mostram que quando há investimento as coisas funcionam.

Se liberarmos as energias criativas que existem no ensino básico, a graduação e a própria produção científica do Brasil irão melhorar. Não é possível que um país que ocupa o 15º lugar mundial em produção científica esteja no 52º lugar em exames do ensino básico. Estamos investindo para mudar essa realidade”, conclui Ristoff.

Mariana Ferraz
Ciência Hoje/RJ



Para evitar Catarina

Em 28 de março de 2004, o Brasil foi atingido pelo seu primeiro furacão, que causou três mortes e sete desaparecimentos, e cerca de R\$ 1 bilhão de prejuízo. O Catarina, como ficou conhecido o fenômeno, foi um divisor de águas na meteorologia nacional. Desde então, a comunidade científica tem procurado maneiras de melhorar a previsão e o monitoramento desses eventos. O Encontro Internacional sobre Ciclones do Atlântico Sul, realizado entre 19 e 21 de maio último, foi uma das iniciativas nesse sentido. O congresso, organizado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) com a apoio da Sociedade Brasileira de Meteorologia (SB-

Met), reuniu cientistas brasileiros e estrangeiros, bem como representantes do governo, da Marinha brasileira e da Defesa Civil, para discutir novos sistemas de modelagem computacional e de sensoriamento remoto, além de ações da comunidade de pesquisa que possam ampliar a capacidade do país de administrar outra emergência dessa categoria.

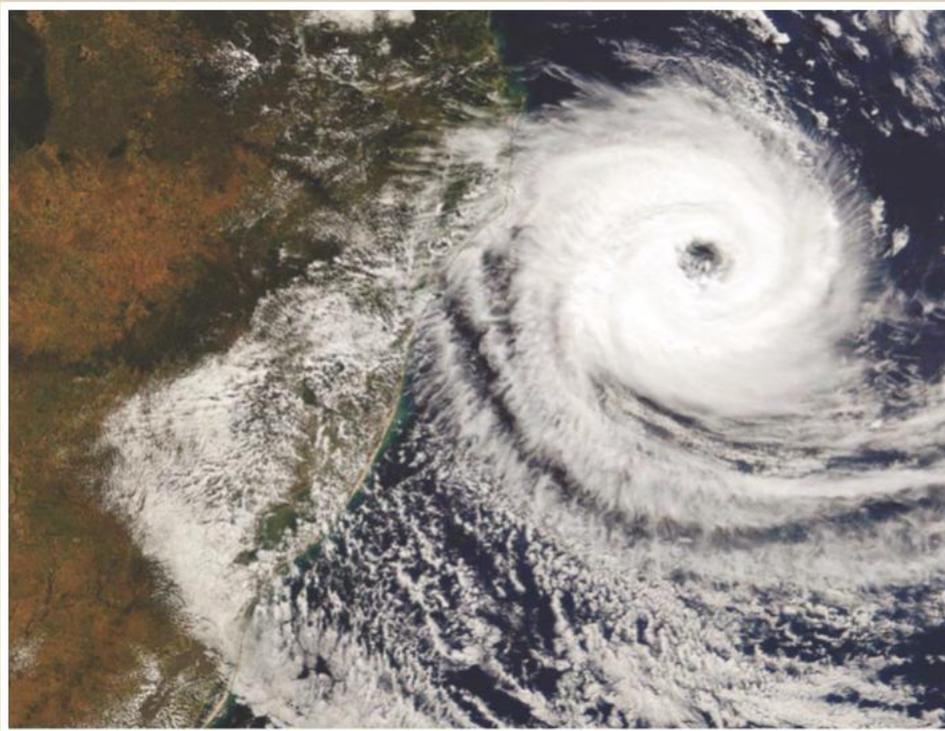
Para o meteorologista Isimar de Azevedo Santos, do Departamento de Meteorologia da UFRJ, que coordenou o encontro, o momento foi oportuno para um evento como esse. “Há uma abertura entre os responsáveis pelos diferentes órgãos, eles estão querendo trocar informações”, disse. Segun-

do ele, o espaço serviu para identificar as necessidades da área e apresentar soluções.

A aquisição e troca de dados foi um dos principais temas da reunião. Segundo os especialistas, a construção de modelos meteorológicos mais precisos depende do volume de informações usado na sua criação. “Esse é o nó atual – diminuir a dificuldade de acesso e distribuição dos dados. Isso ainda é muito burocrático”, revelou o oceanógrafo Edmo Campos, do Laboratório de Modelagem Numérica de Processos Oceânicos (Labmon) da Universidade de São Paulo (USP).

Os pesquisadores estrangeiros presentes no evento acreditam que o Brasil deve investir no desenvolvimento de capacidade nacional. O australiano Noel Davidson, do Centro de Pesquisa Meteorológica e Climática Australianas, em Melbourne, disse que o Catarina foi o primeiro furacão brasileiro e, por isso, ainda há escassez de dados sobre sua dinâmica e física. “É importante que se desenvolva um modelo de previsão brasileiro, adaptando componentes de outras simulações para entender melhor esse fenômeno”, afirmou. Já para o meteorologista indo-americano Tiruvalam N. Krishnamurti, da Universidade do Estado da Flórida, nos Estados Unidos, o país precisa investir em capital humano e apro-

NASA



O Catarina, que atingiu a região Sul do Brasil em 28 de março de 2004, foi um fenômeno híbrido, com características de ciclone extratropical e furacão

veitar o talento que já existe aqui.

Santos afirmou ainda que o encontro teve o objetivo de estabelecer um maior estreitamento entre a comunidade científica e os órgãos públicos responsáveis pelo gerenciamento de crises causadas por fenômenos como o Catarina. “Não adianta saber o que vai acontecer se não houver gente que saiba articular as informações com ações e alertar a população”, comentou.

Modelos e bóias

Entre as propostas apresentadas no evento, estava a Rede de Modelagem e Observação Meteorológica (Remo), um projeto financiado pela Agência Nacional do Petróleo (ANP) com recursos da Petrobras destinados à cláusula de participação especial de pesquisa e desenvolvimento em universidades e institutos de pesquisa nacionais na área de óleo e gás, uma exigência dos contratos de concessão de exploração. “Os investimentos serão usados para a geração de modelos de previsão de condições ambientais extremas e para a coleta de dados meteorológicos e oceanográficos em áreas de interesse da indústria petrolífera”, revelou o oceanógrafo José Antônio Moreira Lima, do Centro de Pesquisas da Petrobras (Cenpes).

Segundo ele, as informações obtidas serão disponibilizadas para a comunidade científica por meio de convênios de pesquisa, a fim de resguardar os dados da concorrência. A obtenção destes será auxiliada por bóias que estão sendo desenvolvidas no Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe) da UFRJ e devem ser instaladas a partir de 2009. “A parte de modelagem da rede já está sendo implementada por meio de um *cluster* [grupo de computadores que trabalham juntos] instalado recentemente no Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ,” observou Lima.

O QUE FOI O CATARINA?

Após o 28 de março de 2004, a comunidade científica discutiu muito sobre o que era o Catarina. Enquanto especialistas estrangeiros afirmavam que o fenômeno tinha sido um furacão, alguns cientistas brasileiros afirmavam que era um ciclone extratropical. Furacões (ou ciclones tropicais) formam-se nos trópicos, próximo à costa da África, e migram para o Oeste. Eles têm um núcleo de pressão baixa e ventos de pelo menos 119 km/h. Já os ciclones extratropicais nascem em latitudes mais altas no hemisfério Sul, no encontro de uma frente fria com uma quente e acompanham o movimento destas. Após algum tempo, eles seguem para Oeste, onde se dispersam. O Catarina começou como o segundo fenômeno, mas então se desligou das frentes e assumiu características do primeiro, alterando seu percurso para Oeste e ganhando energia até chegar à categoria 1 (de 5) na escala Saffir-Simpson, que mede a força dos furacões. “Hoje já se concorda que o Catarina foi um sistema híbrido, mas não há consenso sobre qual processo alterou sua estrutura”, revelou o oceanógrafo Edmo Campos, do Laboratório de Modelagem Numérica de Processos Oceânicos (Labmon) da Universidade de São Paulo (USP).

Outras iniciativas apresentadas foram a Grade Atlântico Sul e Tropical (Astro), do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da USP, um sistema de monitoramento que inclui maré astronômica, termoclinas (variações bruscas de temperaturas em uma dada profundidade do mar ou em águas doces) e influência meteorológica, e deve estar completo daqui a um ou dois anos; e o Thorpex, um programa internacional para acelerar a melhoria da previsão do tempo de um dia a duas semanas, especialmente em sistemas de alto impacto, e que atua em quatro áreas: previsibilidade e processos dinâmicos, sistemas de observação, assimilação de dados e estratégias de observação, e aplicações sociais e econômicas. Desde fevereiro de 2006, o Thorpex tem um comitê para o hemisfério Sul. “Apesar de haver problemas comuns, as condições aqui são diferentes das do hemisfério Norte e justificam um foco próprio”, comentou o meteorologista Manoel Alonso Gan, do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

Finalmente, Isimar Santos falou sobre o projeto Ciclones, cujos ob-

jetivos são implantar um sistema de monitoramento de ciclones no oceano Atlântico Sul, quantificar e estabelecer formas de prevenção e mitigação dos impactos desses eventos e implantar um sistema preventivo e de alerta para a costa do estado do Rio de Janeiro. “É pouco provável que tenhamos outro furacão, mas precisamos estar preparados, caso isso venha a acontecer”, ponderou Santos.

O projeto, que já está em andamento há um ano com parceria da Universidade Estadual do Norte-Fluminense (Uenf), adaptou o modelo matemático WRF, dos Centros Nacionais de Previsão Ambiental (NCEP, na sigla em inglês), nos Estados Unidos, para o Atlântico Sul e agora trabalha na inserção de ciclones sintéticos na simulação, os quais atuariam como representações de furacões iguais ao Catarina. “Esperamos que ao fim de mais um ano o trabalho esteja completo. A idéia é que, a partir daí, o projeto seja continuado por um centro especializado no monitoramento de ciclones”, concluiu o meteorologista.

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ

FARMACOLOGIA Ativação de proteínas pode ser causa da morte celular decorrente do uso da droga

Como age a cocaína

Estudo com células produtoras de dopamina, neurotransmissor relacionado à sensação de prazer e cuja concentração no cérebro cresce devido ao uso de cocaína, revela que a droga causa aumento da expressão de uma proteína envolvida na ativação de genes relacionados à morte celular, o NF-kB. Mais: mostra que, quando a atuação do NF-kB é inibida, a morte de células no cérebro provocada pela cocaína aumenta. O resultado sugere que essa proteína protege as células da ação tóxica da droga.

A cocaína é uma das drogas mais consumidas atualmente no mundo. Ela age inibindo a remoção do excesso de dopamina para o interior da célula: com mais dopamina circulante no cérebro, o usuário tem a sensação de prazer exacerbada. No entanto, o acúmulo de dopamina no tecido cerebral pode provocar a morte das células, acarretando danos ao sistema nervoso central.

Uma das células produtoras de dopamina é o neurônio dopaminérgico. A ação da cocaína sobre essas células foi o alvo das pesqui-

zas realizadas por Lucilia B. Lepsch durante seu doutorado no Departamento de Farmacologia, do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (USP) sob orientação do neurofarmacologista Cristoforo Scavone. No estudo, Lepsch expôs colônias de células dopaminérgicas à droga. “Observamos que a expressão do NF-kB aumentou nas células expostas à cocaína e que, quando usamos inibidores dessa substância, a morte celular aumentou. Esses resultados sugerem que o NF-kB pode ter um papel de proteção nessas células”, afirma a pesquisadora.

Outros envolvidos

Lepsch investigou ainda a ação da cocaína em outros dois tipos celulares: as células estriadas e as células do mesencéfalo, área do cérebro nas quais a droga atua. Nesses casos, a morte parece ter sido causada pelo surgimento de espécies reativas de oxigênio ou radicais livres, o que também pode ser resultado do aumento da concentração da dopamina provocado pela cocaína. O processo

é conhecido como estresse oxidativo e está envolvido no surgimento de doenças como o mal de Parkinson.

Os próximos estudos da pesquisadora serão direcionados ao entendimento da influência da cocaína nos processos inflamatórios. “A cocaína pode influenciar o processo inflamatório, por isso, por exemplo, portadores do vírus do HIV que fazem uso da droga são mais suscetíveis a infecções desse tipo.” Segundo Lepsch, é sabido que o uso de cocaína prejudica o funcionamento das células, podendo levá-las à morte, mas como isso acontece não é plenamente conhecido. “A pesquisa básica aumenta o conhecimento sobre um determinado assunto. Nesse caso, saber mais sobre a ação da cocaína pode, no futuro, levar ao desenvolvimento de melhores tratamentos para dependentes ou para pessoas que já tiveram o tecido cerebral comprometido pelo uso da droga.”

Mariana Ferraz
Ciência Hoje/RJ

NOVA ESPÉCIE CONTROLADORA DE PRAGAS

Ungla ivancruzi é o nome da nova espécie de inseto que pode combater pragas agrícolas, como o pulgão e a mosca branca. Pertencente à família dos crisopídeos, o novo inimigo natural (que mede de 1 a 1,5 cm) foi descoberto em 2007 por pesquisadores da unidade Milho e Sorgo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em Sete Lagoas (MG). “Não havia qualquer informação sobre essa espécie e um especialista confirmou que ela não tinha sido descrita ainda”, conta o entomologista Ivan Cruz, líder da equipe e homenageado com o nome da *U. ivancruzi*.

Diferentemente dos outros crisopídeos, que só põem um ovo no ápice de um pedicelo (haste que suporta os ovos), a nova espécie é capaz de depositar de 20 a 30 ovos, formando um cacho. “Além dessa alta capacidade reprodutiva, as larvas são bastante vorazes e têm uma boa capacidade de localização de sua presa”, informa Cruz. Segundo o entomólogo,

a *U. ivancruzi* pode ser usada em vários cultivos, como milho, algodão, sorgo e hortaliças em geral, para o controle de pragas, como a lagarta-do-cartucho, a broca-da-cana e os pulgões de modo geral.

Os pesquisadores estão agora realizando estudos para adaptar técnicas de criação. A idéia é disponibilizar a nova espécie para a iniciativa privada para que ela seja produzida em biofábricas, que comercializariam o inseto como uma alternativa aos inseticidas. Com essa finalidade, Cruz e sua equipe estão divulgando a existência da *U. ivancruzi* de maneira a obter mais informações sobre a sua ocorrência no país. “Isso é importante para determinarmos a estabilidade dela no ambiente. Ou seja, para saber se, uma vez liberada, a população se mantém estável ao longo dos anos”, revela o entomólogo, para quem, se tudo der certo, a nova espécie pode estar disponível comercialmente já em 2009.

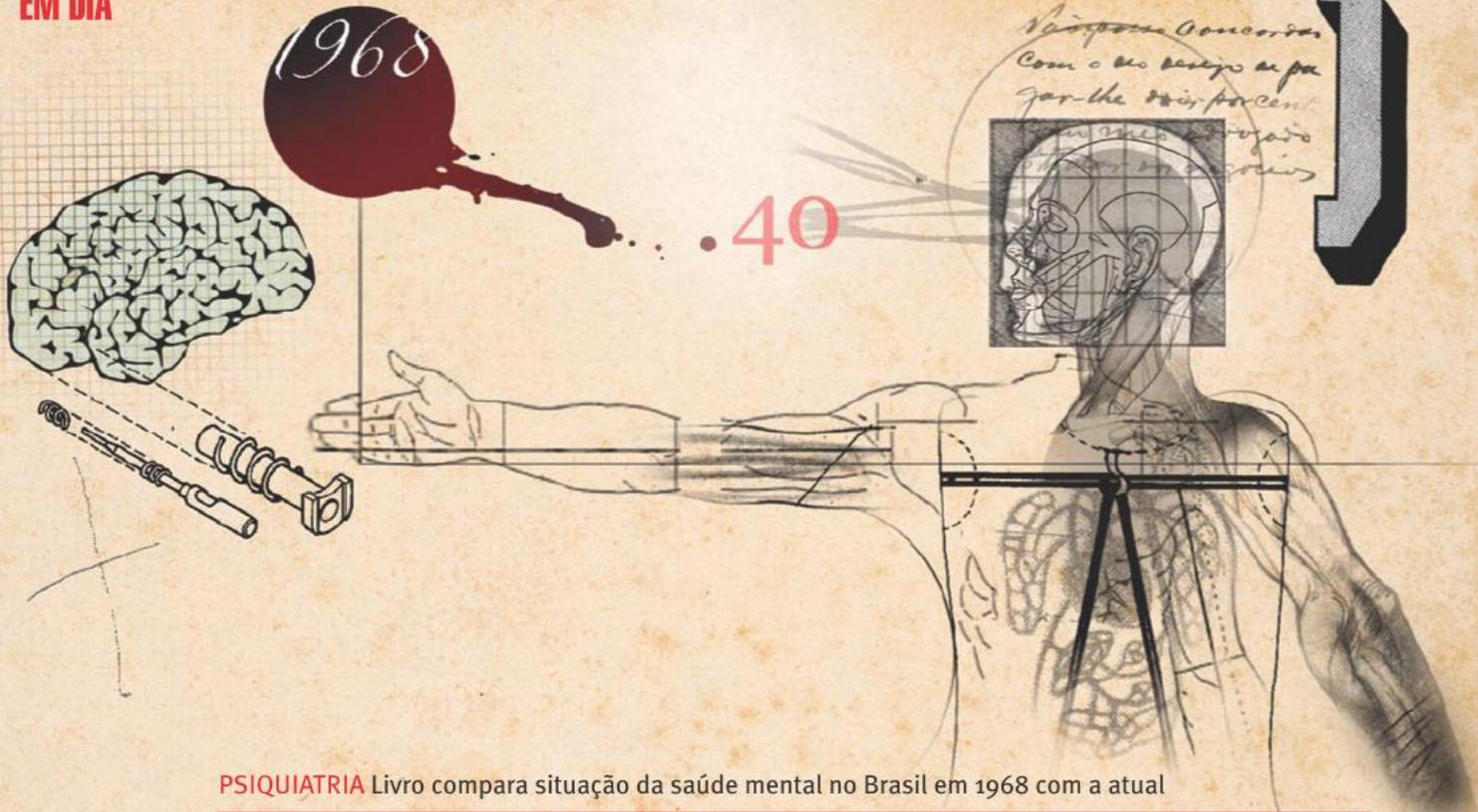


A alta capacidade reprodutiva da nova espécie – capaz de depositar de 20 a 30 ovos de uma vez – faz dela um excelente inimigo natural contra pragas agrícolas

PRESENTE PARA GERAÇÕES FUTURAS • Como parte das comemorações do Dia Mundial do Meio Ambiente (5 de junho), o Brasil ganhou um projeto de lei que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima. Os objetivos são garantir a redução e a remoção de gases estufa lançados na atmosfera por atividades humanas e definir e implementar medidas de adaptação às mudanças. O projeto está em análise na Câmara dos Deputados.

ETANOL DE MANDIOCA • O rejeito da produção de farinha de mandioca, que normalmente acaba contaminando os rios, pode ser a mais nova fonte de etanol. Pesquisadores de três laboratórios da Universidade Federal do Pará (UFPA) investigam a aplicação de determinadas enzimas e fungos aos rejeitos, de forma a transformar o amido da mandioca em biocombustível. A tecnologia, além de resolver um problema ambiental freqüente no estado do Pará – maior produtor de farinha de mandioca do Brasil – daria ao país mais uma opção para a geração de energia limpa.





PSIQUIATRIA Livro compara situação da saúde mental no Brasil em 1968 com a atual

Quarenta anos de mente sã

Em maio de 1968, a França tornou-se o epicentro de um movimento social que causou reverberações em outras partes do mundo, inclusive no Brasil. Para comemorar os 40 anos desse evento, a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) promoveu encontros para discutir temas relacionados, como a evolução da saúde mental no país. O resultado dessa discussão foi o livro *1968 e a saúde mental*, lançado em 16 de maio último no Rio de Janeiro, durante uma mesa-redonda que reuniu os autores. A obra aborda políticas públicas, sexualidade, menores de idade, entre outros temas.

Para o coordenador do projeto, o psiquiatra João Ferreira da Silva Filho [falecido recentemente], da UFRJ, a situação da saúde mental no Brasil deu uma guinada de 180 graus nos últimos 40 anos. Segundo ele, em 1968 a internação em uma instituição era uma condição obri-

gatória para que houvesse o tratamento e não uma alternativa para este. “A luta da comunidade psiquiátrica conseguiu mudar essa realidade e, quando os loucos ganharam sua liberdade, permitiram que outras minorias também se expressassem”, contou o psiquiatra.

O médico Pedro Gabriel Delgado, coordenador de saúde mental do Ministério da Saúde, concordou que as instituições melhoraram e não são mais as mesmas de antes. “Maio de 1968 funcionou como um germe de idéias para uma sociedade mais inclusiva e para a construção de novas referências na área”, disse. Delgado afirmou que certos conceitos fundamentais como autonomia, coletivo e solidariedade ganharam força com o movimento, mas que ainda assim algumas construções equivocadas permanecem vivas, como a da institucionalização por tempo indeterminado. “O desafio atual é como cons-

truir uma sociedade onde a resposta ao transtorno mental não seja essa”, observou o médico.

A situação dos menores, cuja similaridade com a dos loucos foi ressaltada, começou a ser abordada em 1961, no governo de João Goulart (1919-1976), pelo educador Anísio Teixeira (1900-1971). No entanto, segundo a educadora Ligia Maria Costa Leite, coordenadora da Unidade de Pesquisa e Assistência de Usuários de Álcool e Drogas do Hospital Escola São Francisco de Assis da UFRJ, isso perdeu-se com o Golpe de 1964, que implementou um caminho oposto. “Com o Código de Menores de 1974, optou-se pela repressão, pela correção de condutas irregulares, por meio da qual a criança tinha que ser separada da família”, explicou Leite. Segundo ela, há na sociedade brasileira uma mentalidade de que crianças e adolescentes pobres não têm direitos e, por isso, essas leis

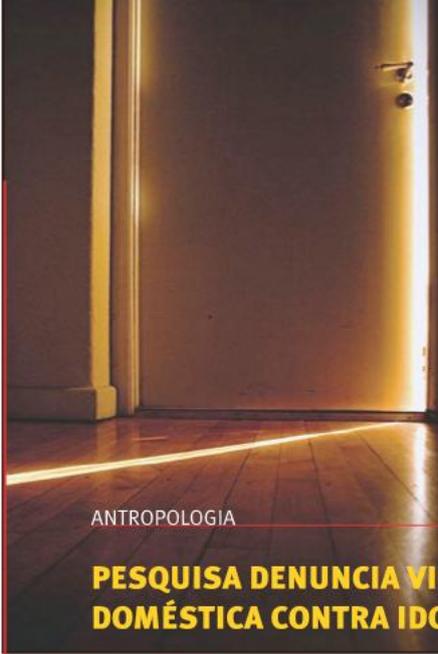
eram justificativas para tirar esses menores de cena.

Seguindo essa linha, o governo da época criou internatos rurais que seguiam a filosofia de que o trabalho cura, base da lei de 1971, a qual instituiu o ensino profissionalizante. “A idéia por trás disso era a de ‘acalmar’ essa parcela da população, mas o ‘tiro saiu pela culatra’ e o que se conseguiu foi torná-la mais revoltada”, revelou a educadora.

Ao contrário dessa postura autoritária, o filósofo marxista francês Louis Althusser (1918-1990), um dos símbolos que inspiraram os jovens de 1968, foi um marco das forças da utopia. Para a psicanalista Marci Dória Passos, do programa Análise do Discurso Psicológico da UFRJ, que estudou a narrativa pessoal do intelectual, Althusser propôs uma volta ao pensamento do filósofo alemão Karl Marx (1818-1883) e questionou o autoritarismo do partido comunista francês. Além disso, acolheu o discurso do psicanalista francês Jacques Lacan (1901-1981), o qual propunha um retorno aos ensinamentos do psiquiatra e neurologista austríaco Sigmund Freud (1856-1939), ao desafiar e retificar os supostos desvios da prática psicanalítica oficial. Althusser também foi responsável pela aproximação da psicanálise com a lingüística e a filosofia.

A sexualidade também mudou nesses últimos 40 anos, de acordo com a psiquiatra Ana Maria Fernandes Pitta, da Universidade Federal da Bahia. Ela contou que em 1968 as mulheres ainda tinham dificuldade em lidar com sua sexualidade, apesar de já existirem iniciativas pregando direitos iguais para ambos os sexos. Não havia uma militância prática concreta, embora ocorressem experimentações em nível individual. “A moral era bem mais conservadora, mas não existia uma obrigação de exercitar a sexualidade, como hoje, quando temos praticamente uma tirania do prazer”, concluiu a psiquiatra.

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ



ANTROPOLOGIA

PESQUISA DENUNCIA VIOLÊNCIA DOMÉSTICA CONTRA IDOSOS

Pauta freqüente na imprensa, a violência doméstica contra mulheres e crianças preocupa as autoridades e a população. Porém, de acordo com a pesquisa feita pela antropóloga Amanda Marques de Oliveira, do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), há uma denúncia ainda mais recorrente e pouco conhecida: a violência doméstica contra idosos. O estudo, feito a partir da análise de ocorrências registradas em duas delegacias do interior de São Paulo nos anos de 2004 e 2006, revela que homens e mulheres com idade entre 60 e 69 anos apresentaram queixas de agressão física e ameaças.

Segundo Amanda, o objetivo da pesquisa foi identificar quais eram as formas de violência que atingiam os idosos, tanto homens quanto mulheres. “Foi uma surpresa encontrar os registros contra homens idosos, bem como

descobrir que o perfil das vítimas desmistifica a imagem do idoso frágil e dependente”, conta Oliveira. “A maioria das vítimas (80%) tem renda própria, declara-se empregado ou aposentado e, no caso dos homens, os filhos são os principais agressores”, completa a antropóloga.

Com o crescimento da população idosa no Brasil, o estudo revela o desafio de lidar com a violência doméstica. Para Oliveira, o mais complexo é descobrir as causas da violência. “Há uma multiplicidade delas, que de forma alguma podem ser associadas diretamente a fatores como classe social ou nível de escolaridade”, diz. Para a pesquisadora, o assunto deve ser considerado muito mais grave nos setores menos favorecidos, porque, em outras classes sociais, os idosos recorrem a advogados e psicólogos para resolver os conflitos domésticos.

CRESCER OBESIDADE ENTRE JOVENS • Um estudo do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães (CPqAM), unidade da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) em Pernambuco, revelou que o percentual de jovens brasileiros com obesidade aumentou de 0,3% em 1980 para 1,8% em 2005. A pesquisa, baseada em dados das fichas de inscrição no serviço militar de 8,9 milhões de jovens entre 17 e 19 anos, constatou que os maiores índices de sobrepeso e obesidade ocorrem nas regiões Sul e Sudeste. Os pesquisadores defenderam a necessidade de novos estudos sobre variáveis sociais, econômicas, culturais e alimentares para descobrir a causa desse aumento. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), são consideradas obesas pessoas com índice de massa corporal (IMC) superior a 30. O índice é calculado dividindo-se o peso pelo quadrado da estatura (em metros).

Álcool e desnutrição

Os pais têm um motivo a mais para se preocupar com o consumo excessivo de álcool por seus filhos adolescentes. Experimentos em ratos feitos por pesquisadores do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) indicam que o consumo da substância nessa fase da vida leva à redução da ingestão de alimentos e repercute negativamente no desenvolvimento nutricional.

Para estudar a relação entre nutrição e álcool na adolescência, os pesquisadores administraram doses de etanol em ratos adolescentes machos (de aproximadamente 50 dias) junto com uma

dieta contendo feijão cariocinha, arroz polido, frango de granja, farinha de mandioca e óleo de soja. Segundo a nutricionista Cybelle Rolim, responsável pela pesquisa, que resultou em sua tese de mestrado, sob orientação da professora Francisca Martins Brion, um dos diferenciais do experimento foi a utilização de uma dieta com alimentos específicos da região Nordeste, para que os resultados gerados pudessem beneficiar seus habitantes.

Durante nove semanas, foram avaliados elementos como consumo alimentar, peso corporal, ingestão hídrica e etílica, gordura da carcaça e aspectos bioquímicos (glicose, albumina, taxas lipídicas e colesterol, entre outros). Ao todo foram empregados 36 ratos ma-

chos da linhagem Wistar, divididos em três grupos: o grupo-controle, que dispunha de água; o grupo para o qual foi oferecida uma solução de água com 10% de álcool e o grupo que recebeu solução hidroalcoólica a 20% (ambas preparadas a partir de aguardente de cana-de-açúcar). “As quantidades foram definidas na tentativa de se aproximar do teor alcoólico de bebidas como caipirosca e caipirinha, bastante consumidas pelos jovens da região”, explica Rolim.

Embora não tenham sido realizados testes com humanos, Rolim afirma que os resultados obtidos nos experimentos com ratos podem ser aplicados a eles. O uso de roedores permitiu a obtenção de dados mais completos, como os decorrentes da análise dos órgãos internos dos animais.

GRUPO KENSTONE



Nutrição afetada

Por meio de medições semanais e diárias, observou-se que os ratos submetidos à solução hidroalcoólica de 20% consumiram menor quantidade de ração, enquanto os animais que só dispunham de água alimentaram-se normalmente. “Nos primeiros, o consumo de comida diminuiu, assim como o peso corporal, o percentual de gordura e a quantidade de albumina no corpo, uma das proteínas indicadoras de desnutrição. A ingestão de álcool repercute de forma negativa no estado alimentar de adolescentes, justamente nessa fase em que as necessidades nutricionais são elevadas”, diz Rolim. Nos ratos que ingeriram solução hidroalcoólica a 10%, não foram observados efeitos significativos. No entanto, a nutricionista acredita que, com maior tempo de exposição, a solução poderia causar danos aos animais.

A pesquisadora explica que, por se tratar de uma substância tóxica, o álcool lesa os órgãos do trato gastrointestinal (principalmente fígado e estômago), o que acaba afetando a nutrição. Segundo ela, o etanol também afeta a metabolização dos nutrientes.

Rolim quer estudar agora outras bebidas alcoólicas e diferentes grupos etários e sexuais. Em seu doutorado, ela pretende testar soluções hidroalcoólicas equivalentes à cerveja e ao vinho, bebidas com teor alcoólico menor do que o estudado na primeira fase da pesquisa (aproximadamente 6%), observando seus efeitos em crianças, gestantes e idosos. “Um importante passo é a realização de testes com ratos do sexo feminino, uma vez que, atualmente, o consumo de bebidas alcoólicas entre homens e mulheres já não é tão discrepante.”

Rachel Rimas

Especial para *Ciência Hoje/RJ*

TECNOLOGIA

PAPEL ELETRÔNICO EM VEZ DE TELAS DE PLASMA E LCD

Cientistas brasileiros do Instituto do Milênio de Materiais Poliméricos (IMMP), sediado em São Carlos (SP), buscam estudar todos os detalhes para o desenvolvimento do papel eletrônico, também conhecido internacionalmente como *e-paper*. Pesquisadores norte-americanos já criaram protótipos e produtos para o mercado, e a novidade já está saindo das telas do cinema para fazer parte do cotidiano. O papel eletrônico ganha vida graças a uma tecnologia chamada OLED (sigla em inglês para Diodo Orgânico Emissor de Luz), que promete substituir os televisores de plasma e os de tela de cristal líquido (LCD). Com os OLEDs, textos, vídeos e imagens poderão ser exibidos em um diodo feito de plástico ultrafino, chegando a uma espessura máxima de até 3 mm. Além de substituir as telas de televisão, os OLEDs entrarão no lugar das folhas de jornal e das páginas dos livros, trazendo ainda dados da internet com atualização em tempo real, sensibilidade ao toque e, é claro, muita qualidade na imagem.

O químico Rafael Di Falco Cossiello, do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que faz parte da equipe do IMMP, dedicou seu mestrado e doutorado aos novos papéis eletrônicos. Ele explica que, além de melhor nitidez na imagem, os papéis eletrônicos terão um baixo consumo de energia (funcionam com 3 volts) e menor custo. Tudo isso, devido à incrível capacidade de eletroluminescência e condução de corrente elétrica dos polímeros orgânicos, principal constituinte dos OLEDs. Os OLEDs são um avanço significativo da tecnologia dos LEDs (Diodo Emissor

de Luz), feitos de cristais de arseneto de gálio contendo outros elementos químicos. Estes são usados em luzes de computadores, celulares e controles remotos (geralmente de cor vermelha ou amarela, presente nos interruptores das máquinas).

Segundo Cossiello, as imagens do papel eletrônico são mais nítidas e brilhantes porque a corrente elétrica ativa os polímeros, convertendo a energia elétrica em luminosa. E as imagens podem ser visualizadas a partir de qualquer ângulo, ao contrário do que acontece com as telas de cristal líquido, por exemplo. “Enquanto nos monitores de LCD há um polarizador que define uma única direção para a luz branca de fundo, nos OLEDs há pontos intrínsecos de iluminação, ou seja, não há filtros para o bloqueio da luz, como acontece no LCD. Além disso, não há a luz branca de fundo nos OLEDs, o que permite maior nitidez e contraste de cor”, explica.

Cossiello diz que as pesquisas no Brasil são promissoras, mas ainda aguardam um pólo industrial específico para a fabricação do papel eletrônico. Nos laboratórios do IMMP, os cientistas trabalham em todas as fases do processo – desde a síntese química dos polímeros até a engenharia elétrica aplicada, passando pela física quântica. O papel eletrônico já está sendo fabricado por inúmeras empresas no mundo. Nos Estados Unidos, já é possível comprar uma televisão com a tela feita com a nova tecnologia e os belgas já estão testando uma folha de jornal feita com OLEDs. “Daqui a três anos, os brasileiros também poderão desfrutar dessa nova tecnologia,” prevê o químico.

LG.PHILIPS.LCD



Primeiro papel eletrônico produzido em formato A4 colorido, com 3mm de espessura

O futuro da geração de energia

O sistema energético brasileiro é vulnerável às mudanças climáticas. A frase resume as conclusões de um estudo que avaliou o que se pode esperar do setor entre os anos 2071 e 2100, caso algumas das previsões feitas para o clima da época se concretizem. A única fonte de energia renovável 'a salvo' das mudanças é a cana-de-açúcar. Porém, apesar do aparente tom de catástrofe, não há motivos para pânico: como as previsões se referem a mudanças em um futuro distante, basta agir agora para evitá-las. E no caso dos impactos já inevitáveis, é preciso planejar medidas de adaptação. A pesquisa ajuda em ambas as tarefas, mas os próprios pesquisadores ressaltam que a complexidade do tema gera alto grau de incerteza nos resultados.

O estudo, intitulado 'Mudanças climáticas e segurança energética no Brasil', abarcou as principais fontes de energia usadas no país, em particular as fontes renováveis – hidrelétricas, biocombustíveis e geradores eólicos. A produtividade dessas fontes foi estimada em dois dos cenários de mudanças climáticas propostos pelos cientistas do Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima (IPCC): o cenário A2, no qual o crescimento econômico continua fortemente baseado no uso de combustíveis fósseis; e o cenário B2, no qual há maior adoção de tecnologias limpas, mas em um processo desigual entre os países (enquanto algumas regiões adotam tais tecnologias rapidamente, outras continuam a crescer sob bases tecnológicas muito poluentes).



Para fazer as previsões, uma equipe de cientistas do Instituto Luiz Alberto Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe), coordenada pelos engenheiros Roberto Schaeffer e Alexandre Szklo, coletou dados, desenvolveu modelos computacionais e analisou os resultados, tudo ao longo de 10 meses.

Quadro complexo

De maneira geral, os modelos revelam que a energia gerada em hidrelétricas deve diminuir até o fim do próximo século devido à menor vazão dos rios que as alimentam em ambos os cenários de mudança climática. A bacia mais afetada será

a do rio São Francisco – no cenário A2, suas usinas registrariam queda de 23,4% da vazão e, no B2, de 26,4%, o que se refletiria em uma produtividade até 7,7% menor que a atual. “É importante notar que nem sempre a menor vazão é registrada no pior cenário. Isso evidencia a complexidade da questão”, apontou Schaeffer durante a apresentação dos resultados no auditório da Coppe no mês passado. “Além disso, nossos modelos se basearam em uma situação de reservatórios cheios e não consideraram o efeito do aumento da temperatura na evaporação. Ou seja, nossos resultados podem estar subestimados”, informou o pesquisador.

A complexidade do sistema climático também ficou evidente na análise da sazonalidade das vazões. O estudo mostra que algumas bacias, como a do Paranaíba (cuja maior parte se localiza em Goiás), apesar de terem vazão diminuída de maneira geral, terão maiores vazões no início do período chuvoso. “Esse fato poderia compensar a queda de produtividade, mas para isso seria preciso mudar o manejo das usinas. As bacias precisarão de novos sistemas de gestão”, observou Szklo. De qualquer maneira, as hidrelétricas registrariam queda de produtividade entre 1% e 2,2%.

Boas e más notícias

A maior surpresa do estudo ficou por conta da geração de energia eólica, cujo potencial de aproveitamento pode cair até 60%. Apesar disso, os investimentos na área poderão ser favorecidos pela maior ocorrência de bons ventos (velocidades maiores que 8,5 metros por segundo) no Nordeste. “A concentração dos melhores ventos no litoral dessa região aumentaria a economicidade”, afirmou Schaeffer.

Já a melhor notícia veio para os produtores de cana-de-açúcar: as principais áreas de cultivo da planta continuarão dentro de faixas de temperatura favoráveis a seu crescimento. Segundo o engenheiro elétrico, pode haver algum deslocamento das áreas mais propícias, mas, de maneira geral, a produtividade não será impactada. O pesquisador, no entanto, ressaltou que possíveis variações na precipitação não foram consideradas.

Não terão a mesma sorte os produtores de outros biocombustíveis: o cultivo das espécies que lhes servem de matéria-prima, como o dendê, será bastante afetado em todas as regiões do país. O estudo mostra, por exemplo, que, no Centro-oeste, o cultivo da soja pode se tornar praticamente

inviável. A espécie é hoje responsável por 90% do óleo vegetal consumido no Brasil e suas plantações se concentram justamente nessa região. Porém, o impacto maior será sentido no Nordeste, local onde são esperados efeitos sociais positivos da produção de biocombustíveis.

Inovação contra as adversidades

Entre as opções para evitar prejuízos está o investimento em tecnologia, como destacou o engenheiro de produção Mauricio Tolmasquim, presidente da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), presente no lançamento do estudo. “Podemos pensar que em 2070 o sistema elétrico brasileiro estará todo interligado, permitindo o repasse de energia de uma região a outra quando necessário”, afirmou. Luiz Fernando Loureiro Legey, coordenador do programa Planejamento Energético da Coppe, seguiu a mesma linha de raciocínio. “A hidrólise enzimática [processo que garante maior aproveitamento das plantas para geração de biocombustíveis por meio do uso de enzimas] já existe, só precisa ser barateada. Além disso, é possível investir mais na energia solar e nas tecnologias de armazenamento de eletricidade.”

Também mereceu destaque a incerteza dos resultados diante da complexidade do tema e da falta de dados. “A região Norte, por exemplo, abriga o maior potencial de geração hidrelétrica do país, mas é justamente a região da qual se tem menos informações. E os dados que existem estão dispersos”, lamentou Szklo. “Precisamos de mais pesquisa, mas a incerteza dos estudos que temos não é justificativa para que nada seja feito em relação às mudanças do clima”, concluiu Schaeffer.

Mariana Ferraz
Ciência Hoje/RJ



NOBEL BRASILEIRO? • Finalmente o Brasil foi reconhecido como tendo contribuído para que o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) ganhasse o Prêmio Nobel da Paz em 2007. O IPCC enviou a vários pesquisadores brasileiros uma cópia do diploma oferecido aos vencedores pela instituição sueca e uma carta na qual o presidente do Painel, o economista indiano Rajendra Pachauri, divide com eles as honras da conquista. Não se trata de um Nobel propriamente dito, mas é um bom começo.

BANCO DE FÁRMACOS • O que poderia ser considerado o sonho dos pesquisadores que trabalham no desenvolvimento de moléculas e remédios virou realidade: uma base de dados de livre acesso contendo informações sobre o processo de absorção, distribuição, metabolização e excreção de diversos fármacos. Integrantes do Laboratório de Química Medicinal e Computacional (LQMC) da Universidade de São Paulo (USP) passaram cinco anos reunindo informações sobre a farmacocinética de mais de mil medicamentos e montando um banco de dados de consulta gratuita. O resultado pode ser conferido em www.pkdb.ifsc.usp.br.

RESERVAS PARA UMA AMAZÔNIA SUSTENTÁVEL • Uma nova reserva extrativista (Resex) foi criada no Médio Xingu, no Pará. O projeto estava previsto para entrar em vigor junto com o Plano da Amazônia Sustentável (PAS), em maio deste ano, mas acabou sendo assinado pelo presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva, no dia Mundial do Meio Ambiente, em junho. A população ribeirinha e os moradores da região comemoraram a criação da nova reserva, que terá uma área protegida para o uso sustentável de 303 hectares. Com a Resex, que cobrirá uma área ameaçada por crimes ambientais, desmatamento ilegal e conflitos agrários, 59 famílias serão beneficiadas com a regularização fundiária. Além dessa no Xingu, o presidente inaugurou outras duas novas reservas: Ituxi e Parque Nacional do Mapinguari, ambas no Amazonas.

Bem na foto

Um sistema, acoplado a um carro, capaz de fotografar todos os imóveis de uma cidade do porte de Campinas (SP) em apenas três dias. Trata-se da tecnologia fotomóvel, desenvolvida pela empresa Geodados Mapeamento e Pesquisa, de São José do Rio Preto (SP), com o objetivo de auxiliar prefeituras e corporações como a Polícia Militar e o Corpo de Bombeiros a realizar tarefas que requeram a identificação de imó-

veis em determinada área geográfica. “A rápida disponibilização das imagens captadas facilita o trabalho dessas instituições”, diz o tecnólogo Gabriel Dias Moreno, coordenador de pesquisa da empresa. Antes, o cadastro das edificações era feito manualmente, imóvel por imóvel. Hoje a Geodados tem cerca de 4 milhões de fotos cadastradas em seu sistema.

O equipamento possui vários componentes, destacando-se uma máquina fotográfica e um sensor que mede a distância entre os imóveis e dispara a câmera a cada 3 metros aproximadamente (distância variável conforme o padrão estabelecido em cada município). O sistema é similar ao norte-americano Google Maps, que disponibiliza mapas de alta resolução e sugere o melhor deslocamento de um ponto a outro em determinada área. O diferencial do fotomóvel em relação ao Google Maps, em

que o usuário vê apenas os mapas, é a possibilidade de acesso às fotos dos imóveis situados na região escolhida.

O projeto foi idealizado para dar suporte à Polícia Militar e ao Corpo de Bombeiros. Cada vez que os números de socorro 190 ou 193 são discados, é possível visualizar exatamente o local de onde partiu a chamada. Dessa forma, o atendimento é mais rápido e preciso. O lançamento da tecnologia atraiu também o interesse das prefeituras, que, por meio dela, podem não só checar declarações do Imposto Predial e Territorial Urbano, o IPTU, e tornar a cobrança desse imposto mais justa, como também solucionar problemas simples, como o corte de uma árvore.

A iniciativa privada também viu vantagens no uso do fotomóvel. “Com a imagem dos imóveis, ficou mais fácil fazer uma avaliação de mercado, estipular valores de compra e venda e realizar classificações econômicas”, diz More-



Microcomputador de bordo usado na primeira versão do fotomóvel. As fotos captadas pela câmera são adicionadas instantaneamente ao mapa da cidade, vista em imagem aérea. Ao lado, primeira versão do fotomóvel. O hodômetro está fixado à roda traseira direita, e os cabos de dados seguem, por meio de um conduíte, para dentro do carro, até o circuito principal. Uma câmera fotográfica profissional está acoplada ao suporte instalado no porta-malas do veículo



no. Outra vantagem é a coibição de uma prática comum, o trote telefônico, que prejudica o gerenciamento dos serviços de saúde e segurança. Para o desenvolvimento do sistema, a Geodados teve o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), que destinou à empresa cerca de R\$ 750 mil.

Nova versão

Após o sucesso da tecnologia no mercado, principalmente no setor público, os pesquisadores da Geodados investiram no aperfeiçoamento do sistema, visando garantir maior agilidade na captação de imagens. Uma mudança significativa foi a eliminação de um dos dois computadores antes necessários para o seu funcionamento adequado. A medida reduziu o consumo de energia e concentrou as informações em um só núcleo. O sensor reflexivo, que era ativado com a reflexão da luz emitida, foi substituído por um sensor de passagem luminoso, acionado pela interrupção da entrada de luz.

Outra peça importante do sistema, o hodômetro (instrumento que mede as distâncias percorridas), também foi aperfeiçoado. “O equipamento da primeira versão, em condições máximas de iluminação solar, ao meio-dia, por exemplo, permitia a entrada de luz, o que atrapalhava o funcionamento do sensor, obrigando o condutor do veículo a reduzir a velocidade do levantamento”, explica Moreno. “O corpo do hodômetro, na nova versão, foi refeito, impedindo a entrada de luz externa.” Houve mudanças também no suporte da câmera e nos sistemas utilizados no computador de bordo, para facilitar seu uso pelos operadores do veículo.

Ellen Nemitz

Especial para *Ciência Hoje*/PR

EDUCAÇÃO

CURSO DE GRADUAÇÃO EM LINGUAGEM DE SINAIS

A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) oferece um curso de graduação pioneiro no Brasil: licenciatura e bacharelado em letras com habilitação em Libras. A linguagem de sinais, usada por deficientes auditivos, tem o apoio do governo federal desde 2005, quando foi aprovado o decreto que regulamenta a Língua Brasileira de Sinais (Libras). Um dos artigos do decreto estabelece que a linguagem seja introduzida como disciplina obrigatória em várias áreas do conhecimento. As universidades federais de Minas Gerais e de Goiás também pretendem oferecer, em breve, o curso de letras/Libras.

O curso oferecido pela UFSC, a distância, tem duração de quatro anos e carga horária similar à de qualquer outro curso da universidade. A licenciatura forma professores, e o bacharelado prepara tradutores e intérpretes. Segundo a coordenadora do curso, Ronice Quadros, os profissionais habilitados deverão ter amplo espaço no mercado de trabalho, já que se trata de uma área nova. “A demanda por professores, intérpretes e tradutores é cada vez maior, inclusive na televisão”, afirma.

A procura pelo curso é grande. No vestibular de inverno da UFSC, 3.200 inscritos disputarão 900 vagas (450 na licenciatura e as demais no bacharelado). Os candidatos devem ser fluentes na linguagem de sinais. “Isso porque não pretendemos ensinar a língua, mas formar profissionais”, explica Quadros. Ainda segundo a coordenadora, os professores do curso, recrutados no Brasil e no exterior, são referência na área. A idéia é expandir o número de pessoas aptas a transmitir o conhecimento da linguagem de Libras.



Alfabeto da linguagem de sinais usado por deficientes auditivos

'VOZES' DA NATUREZA • O quinto maior acervo do mundo de sons coletados na natureza está sendo digitalizado e, no futuro, estará disponível para consulta pela internet por qualquer pessoa. Resultado de um convênio entre as universidades Estadual de Campinas (Unicamp) e Federal do Pará (UFPA) e dois empresários, o projeto aproveita as 30 mil fitas magnéticas produzidas durante os 35 anos de trabalho em bioacústica do ornitólogo Jacques Vielliard, do Instituto de Biologia da Unicamp.



EDUCAÇÃO INDÍGENA •

Matemática, meio ambiente, literatura, mitologia. Esses são alguns dos temas abordados em 42 livros didáticos que serão distribuídos em escolas públicas de aldeias indígenas do país. As publicações, escritas em português, na língua materna dos povos ou em edição bilíngüe, são obras de indígenas egressos de cursos de formação de professores. Os índios ticunas, do Amazonas, por exemplo, produziram um livro sobre a saúde bucal. Já cinco povos do Parque Indígena do Xingu, no Mato Grosso, receberão a obra *Esta é a terra que nós plantamos*, abordando a classificação e o uso dos recursos naturais das áreas onde vivem. A primeira leva de livros chega às aldeias entre junho e julho deste ano.

Novas espécies no cerrado

Aimensidão do cerrado foi escolhida por biólogos e zoológicos da organização não-governamental (ONG) Conservação Internacional e das universidades de São Paulo (USP), Federal de Tocantins (UFT) e Federal de São Carlos (UFSCar) para realizar um grande levantamento e mapeamento dos animais vertebrados. O estudo foi feito na Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, localizada nos estados de Tocantins e Bahia. Os pesquisadores identi-

ficaram 14 novas espécies, além de registrar outras em extinção, como a arara-azul e o tatu-bola.

Segundo o biólogo Luís Fábio Silveira, do Departamento de Zoologia da USP, a escolha dessa região foi importante para o sucesso da pesquisa, já que a área de Serra Geral é remota e ainda pouco estudada. São quase 720 mil hectares (o equivalente à área de quase sete municípios do Rio de Janeiro) de uma zona de fronteira agrícola que abriga várias espécies

dos mais diferentes animais. Portanto, era grande a possibilidade de os cientistas encontrarem novas espécies em Serra Geral, a maior estação ecológica do corredor de biodiversidade do Jalapão.

“A pesquisa da fauna é extremamente importante para o cerrado, que é o segundo maior bioma brasileiro, mas ainda desconhecido pela maioria dos brasileiros”, explica Silveira, que já tem 15 anos de experiência em pesquisa de campo. “O objetivo da expedição foi identificar corretamente os animais que vivem na região. Assim, o estudo justifica a efetiva implantação da unidade de conservação, além de auxiliar na definição de estratégias de médio e de longo prazo, como a criação de corredores de conservação, fundamentais na preservação desse bioma”, completa o biólogo.

Silveira já viveu na serra da Canastra e viajou inúmeras vezes para a Amazônia, mas a paisagem do cerrado do Jalapão, digna de *Grande sertão: veredas*, obra-prima de Guimarães Rosa, impressionou o biólogo. “Passávamos horas dirigindo em estradas estreitas, sem sinais de civilização nem



Os anfíbios são em geral dotados de substâncias de defesa química na pele, que podem conter importantes matérias-primas para novos medicamentos. Pesquisas com espécies do gênero *Phyllomedusa* (A) investigam um princípio ativo potencialmente eficaz no combate à doença de Chagas. Já a pequena cuíca do gênero *Thylamys* (B) faz parte das espécies raras e pouco conhecidas que foram registradas pela primeira vez no Jalapão

CONTROLE NATURAL

Dois produtos naturais, feitos à base de plantas encontradas com facilidade no estado do Pará, deverão ajudar pequenos criadores a tratar de seus animais. O primeiro é um ectoparasiticida (carrapaticida e piolhocida) extraído da espécie vegetal conhecida como timbó. O segundo, um anti-helmíntico feito a partir do cipó-de-alho. A tecnologia de produção será transferida, em princípio, para uma comunidade de Jararaca, no município de Bragança, que participa do projeto de investigação do potencial dessas espécies.

A pesquisa é liderada por Alberdan Silva Santos, engenheiro químico coordenador do grupo de bio-transformações da Universidade Federal do Pará (UFPA), e faz parte de uma rede de projetos que têm como alvo esses dois grupos de plantas. A ação biocida das espécies foi comprovada em testes *in vitro* e pode ter impacto positivo na criação de bovinos e búfalos, uma vez que se relaciona ao combate de dois males comuns nesses animais: os carrapatos e os vermes. Os carrapatos (e piolhos), além de causarem incômodo, são transmissores de doenças, e os vermes infestam os bezerros, prejudicando seu desenvolvimento.

Santos e sua equipe agora aguardam autorização para testar os produtos no campo. Vencida essa etapa, a intenção é passar a técnica de produção para a comunidade, diminuindo a dependência de produtos químicos muitas vezes prejudiciais para o ambiente. “A integração dos pesquisadores com a comunidade é muito boa. Apresentamos seminários e palestras sobre temas ligados ao meio ambiente e eles começam a ter uma concepção diferente do uso de plantas medicinais e da conservação”, conta o pesquisador, que acredita que até setembro a tecnologia de produção dos extratos estará consolidada e pronta para ser utilizada pela comunidade.



FOTO MIGUEL TREFAUT RODRIGUES



FOTO CRISTIANO NOGUEIRA

O lagarto do gênero *Bachia* (A) é uma das novas espécies descobertas durante a expedição. A ausência de membros e o focinho afilado auxiliam no deslocamento sob a camada superficial do solo arenoso, que predomina em todo o Jalapão, formado pela erosão natural das escarpas da Serra Geral. Já o lagarto *Stenocercus quinarius* (B), registrado pela primeira vez no Jalapão, foi descrito recentemente e é encontrado em poucas localidades

de aviões sobrevoando a área. Eventualmente, víamos pequenos vestígios de habitações, mas tudo era muito isolado.” Com a ajuda de guias locais, mapas e GPS (sistema de posicionamento global), os biólogos comprovaram que aquela região era ideal para encontrar novas espécies. “Foi uma experiência incrível para todos os pesquisadores. As equipes viram de perto bichos como a onça-pintada e a ave araponga-de-barbelas, ameaçadas de extinção,” conta Silveira.

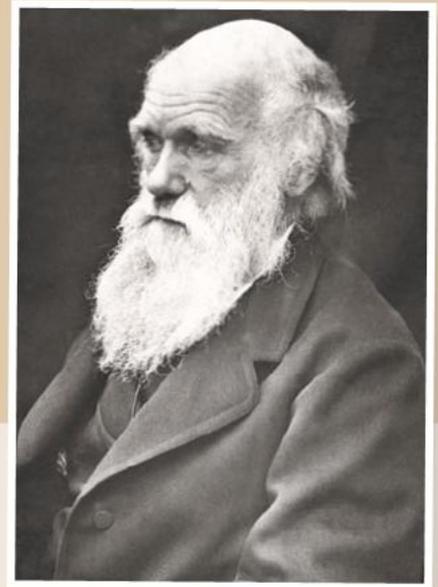
O biólogo diz ainda que o intercâmbio de métodos de estudo entre as instituições participantes e o contato intenso com outros pesquisadores foi essencial para o levantamento dos animais. Entre as 14 novas espécies, algumas já estão sendo descritas, como o réptil do gênero *Bachia*. No total, foram contabilizadas 440 espécies, incluindo aves, mamíferos, répteis, peixes e anfíbios.

Juliana Marques
Ciência Hoje/RJ

Darwin: muito famoso e pouco lido

Ricardo Iglesias Rios

Departamento de Ecologia, Instituto de Biologia,
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Nascido no século 19, Charles Robert Darwin (1809-1882) é o cientista mais conhecido e reconhecido no século 21, superando em notoriedade gigantes como o físico inglês Isaac Newton (1643-1727), o filósofo alemão Karl Marx (1818-1883), o neurologista austríaco Sigmund Freud (1856-1939) e o físico alemão Albert Einstein (1879-1955). Darwin foi o criador da teoria evolutiva que explica a origem de todas as espécies por meio da seleção natural. Essa teoria, após ter sido elaborada por ele durante décadas, foi lançada a público há exatos 150 anos, com a leitura, em sessão da Royal Society, principal academia de ciências da Inglaterra, de cartas do próprio Darwin e do também inglês Alfred Wallace (1823-1913), que chegou bem mais tarde a conclusões semelhantes. Embora tenha mudado radicalmente a forma como o homem percebia a natureza, a teoria da evolução dificilmente explica o enorme prestígio que Darwin tem ainda hoje.

Na verdade, a contribuição de Darwin para o desenvolvimento do conhecimento humano vai muito além da teoria evolutiva: ele foi pioneiro na geologia, criando teorias importantes para o surgimento de ilhas oceânicas e explicações corretas para os mecanismos que geram os movimentos ascendentes da cordilheira dos Andes. Para o

biólogo austríaco Konrad Lorenz (1903-1989), Darwin foi ainda o iniciador da etologia, ciência que estuda o comportamento dos animais. Além disso, pode ser considerado o mentor da moderna ecologia, por ter criado os conceitos de 'nicho ecológico' e 'ecossistema', ao afirmar que cada espécie ocupa um lugar determinado (nicho) na "economia da natureza" (ecossistema). Nessa mesma área, Darwin demonstrou a importância fundamental, para o funcionamento dos ecossistemas, de relações como competição, predação e mutualismo entre os seres vivos e interações entre estes e o ambiente. Na taxonomia, a rainha das ciências biológicas, ele fez contribuições notáveis, criando os conceitos de 'espécies em estado *nascendi*' e de 'espécie fóssil'. Naturalista, biólogo, etólogo, taxonomista, geólogo, ecólogo e, como se fosse pouco, pai da biogeografia. Suas contribuições fundamentais em todas essas ciências podem explicar por que Darwin é um gigante entre gigantes.

De avô para neto

O criador da teoria da evolução nasceu em 1809 em uma família rica, com tradição na medicina. O pai, Robert Darwin (1766-1848), era médico, e o avô paterno, Erasmus Darwin (1731-1802) era, além de médico, um poeta e um adepto das

idéias sobre evolução do biólogo francês Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829), que acreditava na transmutação das espécies e criou uma teoria para explicá-la. Erasmus escreveu *Zoonomia*, um volumoso livro sobre o tema da origem das espécies, lido e apreciado pelo neto. Aos oito anos, Charles Darwin perdeu a mãe e entrou para a escola. Os oito anos passados nessa escola foram considerados pelo próprio Darwin uma grande e enfadonha perda de tempo. Seu baixo desempenho fez com que seu pai o enviasse para a Universidade de Edimburgo, na Escócia, que tinha o melhor curso de medicina da Grã-Bretanha. Darwin chegou ali em 1825 e permaneceu no curso por dois anos.

Esse é um período muito importante, no qual ele se dedica intensamente a várias disciplinas, como química e geologia, aprende técnicas de taxidermia de aves, pesquisa os invertebrados marinhos e coleta e classifica insetos – ou seja, estuda tudo, menos medicina. O trabalho com invertebrados marinhos tinha sido sugerido por Robert E. Grant (1793-1874), na época o maior especialista nesses animais da Grã-Bretanha. Médico formado

A contribuição de Darwin para o desenvolvimento do conhecimento humano vai muito além da teoria evolutiva

em Edimburgo, Grant dedicava-se à biologia e já havia publicado mais de 20 trabalhos científicos, alguns traduzidos na França. Era admirador incondicional tanto da *Zoonomia* do avô de Darwin quanto de Lamarck. Sob orientação de Grant, Darwin fez descobertas notáveis sobre a biologia dos briozoários (minúsculos animais que vivem presos a rochas e a outros seres). Os anos passados em Edimburgo deram ao jovem um sólido conhecimento de história natural, tanto prático quanto teórico – e essa teoria era lamarckista.

Ao perceber que o filho não tinha interesse pela medicina, Robert Darwin decide enviá-lo, aos 19 anos, para a Universidade de Cambridge, onde ele se prepararia para uma carreira de clérigo. Em Cambridge, ele conhece os clérigos naturalistas John Henslow (1796-1861) e Adam Sedgwick (1785-1873), com os quais estuda botânica e geologia. Nos quatro anos passados nessa universidade, continuou sua formação em ciências com excelentes cientistas, mas também homens religiosos que acreditavam em um Deus pessoal e, por outro lado, execravam teorias materialistas, como a teoria evolutiva de Lamarck.

Os dois anos em Edimburgo, durante os quais recebeu instrução em história natural, mas também uma doutrinação lamarckista, foram apagados nos quatro anos de Cambridge, no que se refere às teorias de Lamarck. Quando Darwin iniciou sua longa viagem de circunavegação, em 1831, era um jovem de 22 anos que desejava ser um clérigo com uma paróquia no interior, cujos dízimos garantiriam sua manutenção e a de sua família, e onde poderia se dedicar com tranquilidade a suas atividades científicas.

Erros grosseiros

Durante os cinco anos da viagem, ele coletou centenas de plantas e animais, desde zooplâncton até tartarugas e mamíferos fósseis, mas

sem qualquer teoria evolutiva na cabeça. A ausência de uma teoria levou o jovem naturalista a cometer erros grosseiros. Ele comeu uma espécie nova de ema da Patagônia (na Argentina) e diferentes espécies de tartarugas das ilhas Galápagos (no oceano Pacífico), atirando os cascos pela borda do navio sem notar que em cada ilha existia uma forma diferente, e ainda coletou aves dessas mesmas ilhas sem anotar a ilha de origem de cada uma.

Por que tantos equívocos? Por que Darwin não percebeu a importância da flora e da fauna das ilhas Galápagos? A resposta é simples e está contida na famosa frase do ucraniano Theodosius Dobzhansky (1900-1975): “Nada em biologia faz sentido a não ser sob a luz da evolução.” E a teoria evolutiva só seria criada anos mais tarde pelo próprio Darwin. Esse é um excelente exemplo da função das teorias na capacidade de observar o mundo a nossa volta. Certos filósofos da ciência dizem que a observação só é possível quando o observador tem uma teoria que lhe permite fazer essa observação.

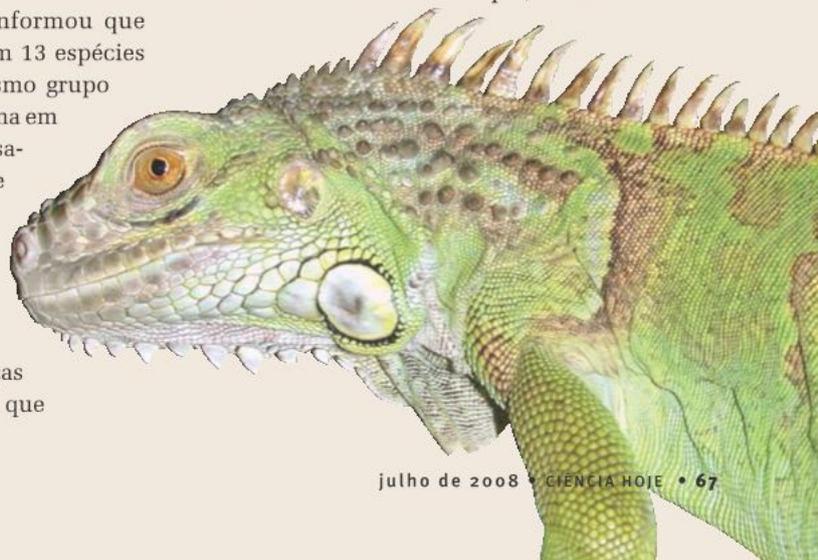
Primeiras contribuições

Após a viagem, Darwin instalou-se em Londres e redigiu seus primeiros trabalhos científicos sobre geologia. Estes fizeram enorme sucesso, o que é comprovado por sua eleição, em seguida, como secretário da Sociedade de Geologia. Nesse período começa a receber, do ornitólogo John Gould (1804-1881), informações sobre as aves das ilhas Galápagos. Gould informou que naquelas ilhas viviam 13 espécies novas, todas do mesmo grupo taxonômico e cada uma em sua ilha. São os pássaros conhecidos hoje como os fringilídeos de Darwin. Gould também descreveu a nova espécie de ema que o jovem naturalista comeu, graças às penas e aos ossos que

este guardou, após a refeição. O nome científico da ave, *Rhea darwinii*, é uma homenagem de Gould ao amigo. Coube a Richard Owen (1804-1892), então o maior anatomista da Inglaterra, classificar os fósseis descobertos por Darwin, que revelaram a existência de uma preguiça e de uma lhama com tamanho muito superior ao das espécies atuais. Os mamíferos coletados na viagem foram classificados pelo zoólogo George Waterhouse (1810-1888), e Henslow fez o mesmo com as plantas.

Foram as informações desses taxonomistas que levaram Darwin, em 1838, a admitir a possibilidade da transmutação das espécies. Nesse mesmo ano ele leu o livro do primeiro economista inglês, Thomas R. Malthus (1766-1834), sobre a luta pela sobrevivência em um mundo onde a população cresce mais rápido que a produção de alimentos.

Darwin tinha conhecimento prático do crescimento da população: após seu casamento com a prima Emma, em 1839, ele teve nove filhos com intervalo médio de apenas 15 meses. Malthus afirmou que, se ▶



a população cresce mais que a produção de alimentos, é inevitável a competição desenfreada por recursos. Os agentes capazes de controlar o crescimento populacional, segundo o economista, são a fome, o vício e a miséria. Para ele, tais agentes foram criados por Deus como forma de acicate para estimular o desenvolvimento do homem, um ser naturalmente preguiçoso. Essa era a razão da posição de Malthus contra qualquer tipo de caridade. A caridade, dizia, atrapalharia o desenvolvimento natural do homem. São palavras estranhas na boca de um clérigo, mas não na boca de um economista com grandes contribuições no desenvolvimento do sistema econômico capitalista.

Com a idéia de que as espécies não são estáveis, de que elas se transformam com o passar do tempo – na verdade, uma idéia de Lamarck –, Darwin percebeu que estava se aliando a pessoas como Grant, aos socialistas que queriam eleições com voto universal, aos grupos que atacavam tanto a igreja da Inglaterra quanto o próprio sistema monárquico. Grant, ex-orientador de Darwin, trabalhava como professor da Universidade de Londres e havia sido expulso da Sociedade Geológica por suas idéias lamarckistas; expulsão patrocinada

por Owen e Charles Lyell (1797-1875), este presidente da Sociedade e grande amigo de Darwin. Lyell considerava uma estupidez a idéia de que as espécies se transformam. Se isso ocorre, dizia o geólogo, elas não existem, e isso é uma bobagem.

A teoria da evolução

Darwin vivia um enorme conflito, pois suas idéias o levavam a uma posição de enfrentamento em relação a todos os amigos cientistas, muitos clérigos anglicanos. Incapaz de enfrentar essa situação, ele esperou 20 anos para publicar, em 1859, seu livro mais importante, *A origem das espécies*, no qual formula a teoria da evolução baseada no surgimento de variabilidade genética ao acaso e da ação da seleção natural sobre essa variabilidade. Nenhum aspecto essencial dessa teoria foi alterado nos últimos 150 anos, o que é um fato notável.

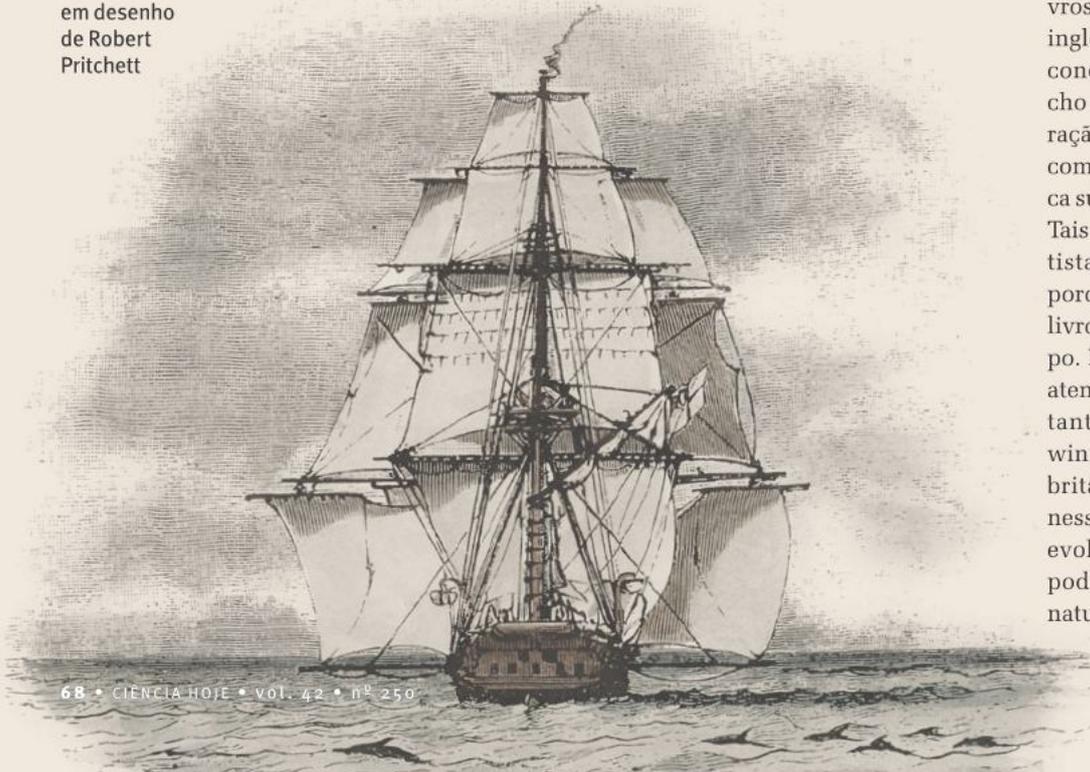
A qualidade da teoria darwinista deve-se em parte à excelência atingida por Darwin na área da taxonomia. Nos anos 1840, quando tentava convencer o botânico Joseph D. Hooker (1817-1911), diretor do Jardim Botânico Real, em Kew, a aceitar suas idéias, recebeu uma carta do amigo na qual este se queixava de alguns biólogos que

opinavam sobre espécies sem nunca ter descrito uma. Darwin ‘vestiu a carapuça’, já que se enquadrava nesse perfil, e decidiu sanar a falha. Durante sete anos dedicou-se a descrever as espécies de cracas, atuais e fósseis, publicando, sobre a taxonomia desses animais, várias monografias que são uma referência útil ainda hoje. É um trabalho monumental que inscreveu Darwin entre os melhores taxonomistas da época.

O conhecimento obtido com a taxonomia das cracas forneceu ao cientista uma percepção profunda dos mecanismos que geram novas espécies – as espécies em estado *nascendi* – e permitiu a ele inventar não apenas a teoria da evolução, o que já seria um grande trabalho, mas também uma nova disciplina, a biogeografia. Darwin publicou mais de uma dezena de livros importantes, sendo o mais famoso *A origem das espécies*, que bem poucas pessoas, incluindo muitos biólogos, leram na íntegra. É uma pena, pois essa obra, com quase 150 anos de idade, ainda é muito atual.

O fato de muitos biólogos importantes na atualidade não terem lido *A origem das espécies* pode explicar por que ele está ausente das citações bibliográficas em livros recentes e por que o cientista inglês não é citado como autor de conceitos importantes, como nicho ecológico, ecossistemas, separação de caracteres em função da competição, variabilidade genética surgida ao acaso e muitos outros. Tais conceitos são atribuídos a cientistas modernos, provavelmente porque não leram atentamente o livro de Darwin. Mas ainda há tempo. Ler *A origem das espécies* com atenção seria um conselho importante até para famosos neodarwinistas radicais, como o biólogo britânico Richard Dawkins, pois nesse livro Darwin nos diz que na evolução das espécies nem tudo pode ser explicado pela seleção natural!

O *Beagle*, navio em que Darwin viajou ao redor do mundo, em desenho de Robert Pritchett



A banalização das armas nucleares

Fernando de Souza-Barros

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Com o domínio de tecnologias nucleares por um número cada vez maior de países e o aumento de tensões em regiões com conflitos, reaparecem os questionamentos sobre a proibição do uso de armas atômicas adotada no final da Guerra Fria (marcada pela queda do muro de Berlim, em 1989). Um caso emblemático foi recentemente divulgado: a existência de uma declaração conjunta de um grupo de ex-chefes militares ocidentais defendendo o uso de armas nucleares em teatros de guerras convencionais.

Não se conhece o impacto dessa declaração nos ciclos oficiais, mas foi noticiado que a proposta seria submetida ao Pentágono, em Washington, e ao secretário-geral da Organização do Tratado do Atlântico Norte (Otan). A declaração proporia o emprego dessas armas como estratégia para intervenção em conflitos armados em um “mundo brutal”.

A estratégia de utilização de armas nucleares táticas não é nova. No início da Guerra Fria, logo após o final da Segunda Guerra, quando o arsenal nuclear ainda era privilégio norte-americano, a possibilidade de seu emprego era estratégia de defesa das nações da Otan contra o poderio militar soviético na Europa. Deve-se ressaltar que o advento do arsenal nuclear soviético, em 1949, induziu os projetos nucleares militares autó-

nomos da Inglaterra (1952) e da França (1960), os quais foram implementados a despeito da existência da Otan.

Os desenvolvimentos tecnológicos atuais mostram que a possibilidade de utilização de armas nucleares por nações envolvidas em conflitos regionais também cresce. Assim, além da proposta dos ex-chefes militares mencionada acima, existiria a possibilidade de conflitos nucleares regionais. A presente inexistência de uma ordem política mundial reforça ainda mais essa tendência de banalização das armas nucleares.

Bombas sujas e mercado negro

Nos últimos anos, surgiu também a ameaça das chamadas ‘bombas sujas’, preparadas com explosivo químico convencional e material radioativo disponível. O objetivo é dispersar o material radioativo, que é, em geral, retirado do combustível ‘queimado’ em reatores nucleares. Entre todos os artefatos nucleares, a bomba suja é o único que não necessita de instalações de porte industrial para sua fabricação.

Um dos fatores contra a difusão em nível global da energia nuclear como energia limpa alternativa seria a disponibilidade crescente de material radioativo no mercado negro internacional. Essa possibilidade é

A presente inexistência de uma ordem política mundial reforça ainda mais a tendência de banalização das armas nucleares

reconhecida pela própria Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA). A disseminação dessa fonte de energia alternativa requereria o controle e a segurança de numerosas instalações nucleares, em um nível bem acima das atuais disponibilidades técnicas e de recursos humanos dessa organização.

Arsenal e vizinhança

Com a exceção do Brasil, único país da região da América do Sul com um programa avançado de tecnologia nuclear, os países selecionados neste ensaio pertencem a um dos seguintes grupos: i) países que têm arsenais nucleares; ii) países com programa nuclear em função de vizinhos dotados de arsenal nuclear.

Dados históricos sobre os programas nucleares de Israel, do Irã, da Coreia do Norte, do Iraque e do Brasil são apresentados, resumidamente, a seguir e analisados quanto: i) às motivações para o desenvolvimento de tecnologia nuclear; ii) às perspectivas para um projeto nuclear militar de estado; iii) ao desenvolvimento de foguetes; iv) às posturas em relação aos tratados internacionais para a inspeção de instalações nucleares. ▶

Israel, não à inspeção

O programa nuclear militar israelense foi considerado pelos fundadores do Estado de Israel como necessário para a sobrevivência do país. Suas primeiras instalações remontam à década de 1950. Desde então, a postura ambígua de Israel, fundado em 1948, sobre seu programa nuclear militar tem sido um requisito importante na estratégia militar do país.

A maioria dos atuais levantamentos de arsenais nucleares estima que Israel tenha cerca de uma centena de ogivas nucleares. A implementação inicial dessa tecnologia teve o suporte de países industrializados. Na década de 1970, a instalação nuclear em Dimona já fornecia plutônio para ogivas nucleares.

Israel não aceita as inspeções pela AIEA, solicitadas por essa agência desde 1981. A posição oficial de Israel é a de que não pretende ser a primeira nação a introduzir armas nucleares na região, mas sua rejeição a qualquer inspeção internacional tem sido usada para justificar a implantação de programas nucleares militares em países vizinhos.

Índia, potência de facto

A justificativa original para a implementação de tecnologia nuclear da Índia foi a necessidade de retaliação ao poder nuclear da China. A história nuclear da Índia inicia-se com uma campanha contra as armas nucleares que polarizou a opinião pública mundial nas décadas de 1970 e 1980, portanto ainda na Guerra Fria. Seu primeiro teste nuclear, em 1978, foi um golpe contra sua liderança antinuclear, assim como foram os três testes de bombas atômicas de 1998.

A Índia e o Paquistão rejeitaram o Tratado de Não-Proliferação (TNP), porque, para esses dois países, ele legitima as armas das cinco potências reconhecidas, em 1968, como nucleares (Estados Unidos, China, França, Inglaterra e a então União Soviética) pelo próprio TNP.

Uma iniciativa norte-americana de 2006 neutralizou as decisões tomadas contra a Índia pelo Conselho de Segurança da Organização das Nações Unidas (ONU) – principalmente, os embargos de aquisição de tecnologias avançadas. Aprovada pelo Congresso norte-americano, essa iniciativa estabelece um conjunto de procedimentos especiais para inspeções das instalações nucleares da Índia, ao dar a esse país o *status* de potência nuclear *de facto*, ignorando, com essa medida, o TNP.

Assim, a Índia tem condições de pleitear uma posição no Conselho de Segurança da ONU equivalente aos das cinco potências nucleares.

Paquistão, arsenal árabe

A justificativa oficial do Paquistão para seu programa nuclear militar

foi a necessidade de retaliação contra armas atômicas da Índia. A Caxemira é o ponto central do litígio entre os dois países. A magnitude dessa questão pode ser avaliada pelo fato de que, para sua sobrevivência, o Paquistão depende dos rios que vêm do Himalaia através da Caxemira. Por outro lado, estão sendo mais freqüentes as citações do arsenal nuclear do Paquistão, face à crise deflagrada com o assassinato da ex-primeira ministra Benazir Bhutto (1953-2007) e o crescimento do poder político fundamentalista no país.

O alcance político da morte de Bhutto atingiu as últimas eleições. Embora essas eleições não tenham provocado mudanças políticas profundas no país, a atual ascensão da postura antiocidental abre o questionamento sobre o arsenal nuclear paquistanês, bem evidente na mídia ocidental.

O arsenal nuclear é estimado ser de porte pequeno, cerca de 30 a 40 bombas atômicas, e o Paquistão tem mísseis de alcance médio (cerca de 650 km), com limitadas condições de lançamento das atuais bombas atômicas fabricadas no país.

Coréia do Norte, em zona tensa

A Coréia do Norte também justifica seu programa nuclear militar pela presença militar norte-americana na península, após a cessação do conflito armado entre as duas Coreias, em 1953. O recente teste subterrâneo de uma bomba de plutônio pela Coréia do Norte, confirmado por sensores sísmicos de vários países, foi de apenas 1 kton (mil toneladas de explosivo químico), muito abaixo dos testes usuais de artefatos nucleares. Essa iniciativa norte-coreana criou um precedente em uma zona muito tensa da Ásia. Uma das conseqüências daquele teste foi o início de um movimento no Japão para o desenvolvimento de programas de tecnologias militares.

O teste norte-coreano demonstra que a construção de pequenos arse-

Em maio deste ano, a Índia realizou testes com mísseis capazes de carregar armas nucleares



nais é acessível atualmente a um conjunto bem maior de nações. A fabricação de armas nucleares rudimentares não requer na atualidade qualquer patamar especial de desenvolvimento tecnológico do país. Com a difusão das informações sobre tecnologias nucleares e do mercado negro nuclear, o número desses arsenais somente tenderá a crescer.

Iraque, inexistência nuclear

O controle ocidental sobre o golfo Pérsico começou a ser ameaçado seriamente em 1979, na revolução popular liderada pelos chefes religiosos iranianos, os aiatolás, e com a primeira guerra do Golfo, de 1980. A dependência ocidental das jazidas de petróleo da região do golfo, uma das maiores do mundo, sofre os efeitos dessa instabilidade.

O suprimento amplo e barato do petróleo do golfo necessário para os Estados Unidos (33 barris-dia por habitante) e a Europa (22 barris-dia por habitante) não é garantido (por comparação, o consumo brasileiro de petróleo é de apenas quatro barris-dia por habitante). A região do Oriente Médio, principalmente o golfo Pérsico, é uma das mais instáveis do planeta, como demonstram os conflitos armados a partir de 1980, envolvendo o Iraque, o Kuwait e os Estados Unidos, bem como a guerra do Golfo de 2003. Desde então, há movimentos insurgentes na região.

É, atualmente, reconhecido que a invasão norte-americana de 2002 foi justificada com informações inverídicas sobre projetos avançados iraquianos de armas químicas ou nucleares. Com a guerra do Iraque, o reconhecimento dos mecanismos internacionais instituídos no final da Guerra Fria foi posto em xeque pelo próprio Conselho de Segurança da ONU. O mandato da AIEA tem perdido legitimidade, embora a consistência dos relatórios de seus inspetores, que demonstravam a inexistência de projetos nucleares

avançados no regime de Saddam Hussein (1937-2006), tenha sido comprovada após a derrota iraquiana.

Irã, à revelia

O Irã tem uma quantidade significativa de instalações nucleares. Em 1974, a empresa alemã Siemens iniciou a construção de dois reatores com potência de 1,2 mil megawatts elétricos (MW(e)), bem semelhantes aos encomendados pelo Brasil. Essas instalações não foram concluídas devido à revolução islâmica de 1979. Em 1991, o Irã tentou adquirir um reator chinês de 300 MW(e), mas as negociações foram interrompidas.

A Rússia iniciou a construção de um reator de potência em 1994, concluída somente em 2006. Ainda em 2002, o Irã anunciou para a AIEA o início de um programa nuclear autônomo. São partes desse programa: i) a construção de instalações subterrâneas de Natanz; ii) a unidade de produção de água pesada em Arak; iii) e a planta de produção de combustível nuclear em Izfahan. Somente em 2003, porém, o Irã revelou à AIEA que havia adquirido urânio natural, bem como convertido, já em 2001, tetrafluoreto de urânio (UF₄) em urânio metálico, que é a forma como esse elemento é empregado em reatores nucleares.

Desde o primeiro semestre de 2006, o Conselho de Segurança da ONU vem considerando medidas punitivas contra o Irã, caso não seja suspenso no país o programa de enriquecimento de urânio, processo no qual se extrai, do urânio natural, a versão 'explosiva' (ou físsil) desse elemento. Um dos subsídios dessa avaliação do conselho foi um relatório da AIEA. O documento da agência não apresenta evidências concretas de aplicações nucleares militares, mas revela que o projeto iraquiano do ciclo completo de tecnologia nuclear tem dimensões significativas, atingidas à revelia dos compromissos daquele país ao

assinar o TNP. A agência informou no relatório que houve ativa participação de fornecedores externos de peças de bombas centrífugas utilizadas em plantas de enriquecimento de urânio.

O processo de fiscalização pela AIEA tem sofrido os desencontros políticos no âmbito do Conselho de Segurança, como demonstra o demorado reconhecimento pelo Irã de que tinha instalações nucleares não declaradas. E mais revelações sobre o projeto nuclear militar iraniano continuam surgindo.

Brasil, projetos militares

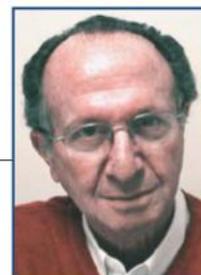
O projeto militar brasileiro liderado pela Marinha (a construção de um submarino nuclear) foi originariamente justificado pela necessidade de cobertura das rotas no Atlântico Sul de suprimento de petróleo importado do Oriente Médio (Iraque). Na atualidade, evoca-se a necessidade de proteção das reservas submarinas de petróleo, localizadas na plataforma continental.

O programa nuclear da Marinha brasileira, iniciado no final da década de 1970, em pleno regime militar, foi oficialmente reconhecido só em 1988, já no regime civil. Foi então inaugurada uma planta-piloto de enriquecimento de urânio em Aramar, uma instalação da Marinha no interior de São Paulo que continua em operação. A integração de todo o parque nacional nuclear, incluindo a fábrica de combustível nuclear de Resende (RJ), depende do plano nacional para essa área, recentemente aprovado em nível federal.

O Brasil deve ser o único país onde o uso pacífico de tecnologias nucleares é imposto pela constituição. Quando o Brasil assinou o TNP, em 1997, a ratificação pelo Congresso Nacional exigia que o país atuasse no âmbito da ONU para eliminar as armas atômicas. Mas a continuidade do programa nuclear da Marinha brasileira induz à inclusão do Brasil no grupo de países que mantêm projetos nucleares militares. ■

Calil K. Farhat

*Departamento de Pediatria,
Universidade Federal de São Paulo*

**José Luiz Gomes do Amaral**

Presidente da Associação Médica Brasileira



Vacinas: vontade política que salva vidas

Em um cenário internacional no qual estão sendo anunciados progressos importantes no uso de vacinas para combater a malária, a meningite, o câncer cervical, a dengue e a verminose, o governo e a indústria no Brasil estão dando ao país as condições necessárias para que desempenhe, no mercado mundial, o importante papel de fornecedor de vacinas essenciais para a manutenção da vida de crianças, particularmente das regiões mais pobres do planeta.

Aguarda-se, por volta de 2010, a produção, aqui em nosso país, da vacina contra o rotavírus, causador da diarreia, doença que mata cerca de 600 mil crianças por ano no mundo. E o governo anunciou em outubro de 2007 fundos para a construção de um novo centro de fabricação de vacinas no Rio de Janeiro.

Porém, esse cenário de esperança tem ainda aspectos preocupantes. Um caso emblemático é o revelado recentemente pelo programa Pneumococo – Avaliação Econômica (PAE) Brasil: no país, a cada 2,5 minutos, morre uma criança com menos de cinco anos de idade em função das complicações causadas pelas doenças pneumocócicas (meningite, pneumonia, otite média aguda, septicemia e bacteremia). A introdução no Calendário Nacional de Imunização de uma vacina contra o *Streptococcus pneumoniae* (ou pneumococo, causador de todos esses males) faria o Brasil economizar R\$ 60 milhões por ano, praticamente o que o Sistema Único de Saúde (SUS) gasta nesse período, com as complicações decorrentes dessas doenças.

Nossos governantes, porém, sabem que o preço das tecnologias mais avançadas é um grande obstáculo para quem quer introduzir logo as novas vacinas. O Brasil conseguiu importar uma nova vacina contra o rotavírus pagando apenas 5% do preço de mercado desse medicamento. No entanto, essa decisão triplicou o orçamento da nação com gastos relativos a vacinas.

Neste momento, as autoridades brasileiras da área de saúde pública estão avaliando a compra de duas novas vacinas: uma contra o câncer cervical e outra para prevenir a principal causa da pneumonia e da meningite. A decisão deles será baseada nos resultados de estudos sobre a eficácia e o custo-benefício desses novos medicamentos. Mas a opção de se destinarem fundos para esse objetivo, seja aqui no Brasil, seja em outro país em que são altos os custos socioeconômicos dessas doenças, acaba sempre dependendo apenas de um fator: vontade política.

Isso impõe uma tremenda responsabilidade sobre nós, médi-



FOTO BEA WIHARTA BEA WIHARTA/REUTERS

cos, que tratamos de mulheres e crianças que estão sob maior risco. Nesse contexto, uma de nossas funções é dar voz àqueles que não podem falar.

Recentemente, algumas das mais importantes sociedades científicas e médicas do Brasil juntaram-se a uma iniciativa internacional cujo objetivo é encorajar a introdução, em escala mundial, de vacinas contra a doença pneumocócica. O Conselho de Especialistas dessa iniciativa irá oferecer seu total apoio às autoridades da área de saúde pública do mundo inteiro, para que, trabalhando em conjunto, sejam divulgados os altos custos sociais e econômicos dessa terrível doença.

Como médicos, podemos falar sobre os malefícios planetários dessa doença: um milhão de crianças morre a cada ano nas nações mais pobres. Podemos também citar experiências próprias, advindas da observação de crianças lutando para respirar; da aflição de enfrentar uma pneumonia que, cada vez menos, responde a antibióticos; da impotência frente a uma classe de meningite que

A introdução no Calendário Nacional de Imunização de uma vacina contra o pneumococo faria o Brasil economizar R\$ 60 milhões por ano, praticamente o que o Sistema Único de Saúde (SUS) gasta nesse período com as complicações decorrentes das doenças pneumocócicas

mata cerca de 30% das crianças que ela infecta. Podemos também lembrar que essa doença mata primeiramente as crianças mais pobres, inclusive no Brasil, o que dá a essa vacina um caráter de equidade.

Não é nossa tarefa dizer às autoridades qual vacina empregar. Mas devemos lembrar àqueles que tomam essas decisões sobre o que está em jogo. Devemos também apelar a todos os dispostos a fazer concessões, pedindo aos fabricantes para diminuir o preço

de suas vacinas; aos líderes políticos para aumentar os orçamentos destinados a esses medicamentos essenciais; às nações mais ricas para ajudar a acelerar a chegada dessas novas e maravilhosas tecnologias às pessoas que delas mais necessitam.

Cada um de nós deve dar um pouco de si. O retorno dessa atitude será contabilizado, no mundo inteiro, em número de vidas salvas entre os cidadãos mais vulneráveis e sem voz para se expressar. ■

Mortes nas estradas

Um milhão de vertebrados são atropelados por dia, atualmente, só nas rodovias que cortam os Estados Unidos, segundo estimativas. As mortes por atropelamento são consideradas hoje a segunda maior causa de perda de biodiversidade da fauna em todo o planeta, perdendo apenas para a supressão e a redução de ambientes naturais. Por **Andreas Kiekebusch**, consultor ambiental da Concessionária RodoSol, no Espírito Santo.

Figura 1. Muitas espécies de animais silvestres são mortos em rodovias brasileiras – na imagem, corpo de gambá (*Didelphis aurita*) atropelado na rodovia que liga Vitória a Guarapari, no Espírito Santo

Estradas têm sido construídas, em todo o mundo, desde tempos antigos, para permitir a comunicação entre centros urbanos e o acesso aos recursos naturais. Em todas as regiões onde surgiram, as consequências foram novas ocupações, fazendas, vilas e cidades. No mundo moderno, porém, a necessidade de estradas capazes de suportar veículos motorizados de peso e velocidade maiores transformou quase todos os antigos caminhos em construções não integradas ao contexto da paisagem natural, em especial as rodovias que interligam os centros urbanos.

As estradas atuais rompem encadeamentos e processos naturais e causam a fragmentação da paisagem, segundo o ecólogo Andreas Seiler, do Departamento de Biologia da Conservação da Universidade de Ciências Agrárias da Suécia, que há anos estuda a mortalidade de animais nas rodovias suecas.

A crescente demanda por espaços para implantar redes rodoviárias resultou em conflitos entre a infraestrutura de transporte e os ambientes natural e

cultural. Hoje, esse problema vem sendo reavaliado, com vistas à adoção de políticas de proteção da biodiversidade e de desenvolvimento sustentável. Ao mesmo tempo, estudam-se medidas que reduzam principalmente o atropelamento de animais silvestres, como os chamados faunodutos (pontes e/ou túneis para a travessia segura de rodovias e ferrovias por esses animais), a limitação da velocidade dos veículos em áreas consideradas críticas e programas de conscientização dos motoristas.

Alguns ecólogos, como Richard Forman, da Universidade Harvard, nos Estados Unidos, afirmam que implantar estradas ecológicas é um dos grandes desafios deste novo milênio. Os cientistas destacam cinco importantes categorias de efeitos ecológicos primários ou diretos de rodovias e ferrovias: 1) sua construção implica a perda de habitats para a vida selvagem, além da perturbação e da fragmentação destes; 2) as estradas em si e o tráfego perturbam e poluem o meio físico e os ambientes químico e biológico, afetando uma área muito maior que a ocupada fisicamente pela construção; 3) beiras e acostamentos podem prover refúgios, novos habitats ou servir como corredores de movimento para animais silvestres; 4) para a maioria dos animais terrestres não-voadores, as estradas atuam como barreiras de movimento, ocasionando o isolamento de populações; 5) o tráfego de veículos causa a morte de muitos animais (figura 1) que usam os acostamentos ou tentam atravessar as rodovias.



Figura 2. O ouriço-cacheiro (*Sphigurus insidiosus*) é uma das espécies encontradas na região atravessada pela Rodovia do Sol, no Espírito Santo

Vítimas animais e humanas

Atropelamentos de animais silvestres podem ter conseqüências trágicas para os humanos presentes nos veículos, dependendo do tamanho da espécie. Levantamento realizado no Canadá, em 2003, para a Diretoria Canadense para o Transporte Seguro, revelou que, dos 1.253 acidentes envolvendo animais (inclusive domésticos) ocorridos no país de 1996 a 2000, 20 deles resultaram também em mortes humanas. Os danos materiais decorrentes desses acidentes chegaram a mais de US\$ 106 milhões.

No Brasil não há estimativas do custo desse tipo de acidente. Recentemente, porém, foi noticiado que, no km 257 da rodovia que liga os municípios de Nova Crixás e Mundo Novo, em Goiás, um motociclista morreu após colidir com uma capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*). A freqüência de acidentes assim deve ser alta no território brasileiro, considerando-se o tamanho das populações de animais silvestres e a extensão de malha rodoviária do país.

Programa pioneiro no Brasil

Apenas uma rodovia brasileira realiza o monitoramento sistemático de animais silvestres atropelados. Isso ocorre desde 2001 na rodovia ES-060, conhecida como Rodovia do Sol, que liga Vitória e Guarapari, no Espírito Santo, no trecho administrado (sob concessão) pela empresa RodoSol. A falta de informações sobre o problema dos atropelamentos de animais, somada ao fato de essa rodovia cortar três unidades de conservação (Parque Natural Municipal de Jacarenema, Parque Estadual Paulo César Vinha e Área de Proteção Ambiental de Setiba), levou a concessionária, junto com o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Iema) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), a decidir implantar o programa. O monitoramento auxilia no estudo e adoção de ações e instrumentos de proteção à fauna ao longo da estrada, além de permitir o acúmulo de conhecimentos sobre a dinâmica que envolve o problema.

A parte da ES-060 sob concessão é dividida em três trechos distintos, que entraram em operação em datas diferentes. O primeiro, entre os quilômetros 10 e 40, foi inaugurado em maio de 2001; o segundo (km 40,1 a km 50) em abril de 2002 e o terceiro (km 50,1 a km 67,7) em abril de 2003. Em todos os trechos, o monitoramento dos atropelamentos foi iniciado logo após a inauguração. A coleta dos animais atropelados é feita por inspetores de tráfego da concessionária, que percorrem os 57,7 km a cada 90 minutos, de dia ou de noite, em todos os dias do ano.

Entre maio de 2001 e fevereiro de 2007 o programa registrou o atropelamento de 1.222 indivíduos de 171 espécies diferentes, entre elas o ouriço-cacheiro (*Sphigurus insidiosus*) (figura 2) e a suaçubóia



(*Corallus hortulanus*) (figura 3). Das quatro maiores classes de animais, as aves são as que mais morrem na rodovia (44,4% das coletas), mas os números referentes aos outros grupos (anfíbios, mamíferos e répteis) também são significativos (figura 4). Considerando outros níveis da classificação zoológica, os animais mortos pertencem a 44 ordens e 89 famílias.

Entre as espécies, 23 tiveram 10 ou mais indivíduos mortos. Somadas, elas perderam 860 indivíduos. Portanto, apenas 13,4% das espécies respondem por 70,3% dos corpos coletados, destacando-se a cobra-d'água (*Liophis miliaris*) e a coruja-buraqueira (*Speotyto cunicularia*) como as duas espécies mais afetadas. Foram atropelados cinco a nove indivíduos de outras 23 espécies (que, somadas, respondem por 12,9% do total registrado), e um a quatro indivíduos das 125 espécies restantes (somando 16,7% dos indivíduos mortos). Existe, portanto, uma significativa concentração de indivíduos mortos em poucas espécies e um elevado número de espécies que tiveram poucos indivíduos atropelados.

Diferentes tipos de vegetação

A Rodovia do Sol, situada na chamada planície litorânea, apresenta às suas margens diferentes formações florestais. Um levantamento dessas formações e das áreas urbanizadas no entorno da rodovia foi realizado em janeiro de 2005 para investigar a relação entre os atropelamentos e os tipos de ecossistemas vizinhos e tentar identificar pontos de maior mortalidade de animais silvestres.

Figura 3. A cobra conhecida como suaçubóia (*Corallus hortulanus*) é outra espécie já encontrada, no Espírito Santo, sobre a rodovia ES-060

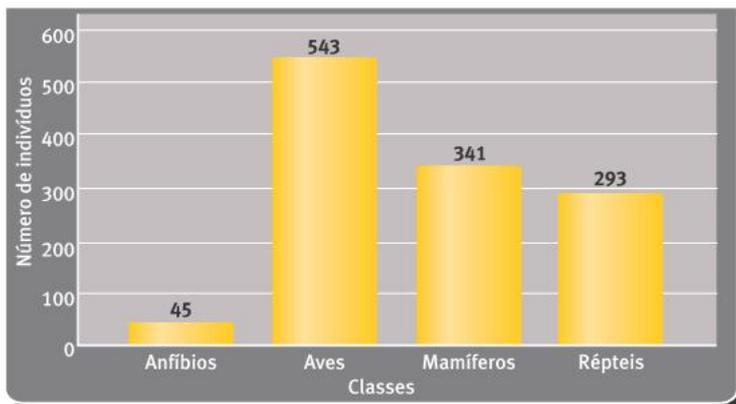


Figura 4. Número de indivíduos mortos na Rodovia do Sul, considerando as quatro maiores classes zoológicas (anfíbios, répteis, mamíferos e aves)

A comparação entre número de atropelamentos e formações florestais, em cada trecho da rodovia, mostrou padrões bastante variados (figura 5), uma vez que os trechos também diferem muito entre si, predominando a zona urbana no primeiro, a restinga baixa no segundo e a restinga alta no terceiro. Quando se considera toda a rodovia, percebe-se que o maior número de atropelamentos ocorre nas áreas onde existem ambientes naturais dos dois lados, pois os animais continuam (apesar da divisão dessas áreas pela construção humana) a passar de um lado para outro em suas atividades de busca de alimento, de abrigo ou de parceiros.

Como a região encontra-se, já há alguns anos, em acelerado crescimento, constatou-se que 58,4% das espécies atropeladas (110, do total de 171) são capazes de sobreviver em áreas que margeiam locais ocupados pela população humana, e podem ser encontradas tanto no ambiente natural quanto no urbano.

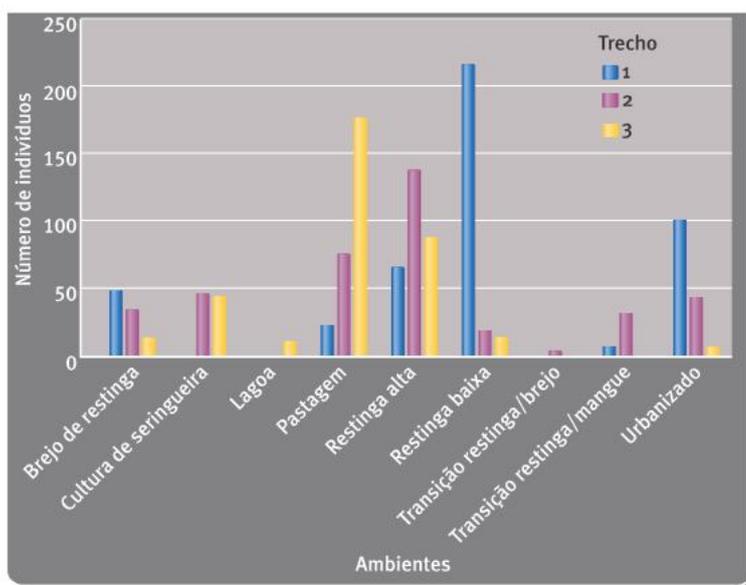


Figura 5. Número de indivíduos mortos na Rodovia do Sul, nos três trechos em que essa estrada é dividida e em cada uma das formações vegetais e outros ambientes existentes às suas margens

A partir dos dados coletados no estudo, foi calculado o índice de mortalidade da fauna silvestre por atropelamento (ou seja, o número de indivíduos coletados, dividido pelo comprimento do trecho, em quilômetros, e pelo número de meses monitorados). No trecho 1, esse índice atingiu, a cada mês, 0,21 animal por km, enquanto nos trechos 2 e 3 os valores obtidos foram, respectivamente, 0,71 e 0,44. Esse resultado era esperado, já que o segundo trecho atravessa tanto o Parque Estadual Paulo Cesar Vinha quanto a APA de Setiba.

Os resultados obtidos provavelmente refletem não só o fato de vários trechos da rodovia cruzarem áreas periféricas aos centros urbanos, mas também a necessidade de adaptação de diversas espécies às mudanças trazidas pela urbanização, já que o ambiente natural vem sofrendo reduções sucessivas ao longo dos anos. No caso da Rodovia do Sol, o maior problema está nos animais que transitam livremente entre o ambiente natural e as áreas urbanizadas.

Entender o porquê dessa movimentação permitirá criar mecanismos de proteção efetivos, o que poderá equilibrar de maneira harmônica essa triste relação das espécies silvestres com os usuários da rodovia.

A busca por soluções

Para que as espécies silvestres sejam protegidas, é necessário realizar estudos de longo prazo sobre os atropelamentos de animais em estradas, pois só assim será possível avaliar a eficácia dos instrumentos de proteção atuais e desenvolver novas técnicas que permitam, algum dia, evitar ou reduzir uma das maiores causas de extermínio da fauna silvestre no mundo. O tema é tratado com seriedade em todo o mundo. Nos Estados Unidos acontece, a cada dois anos, desde 2001, a Conferência Internacional sobre Ecologia e Transportes (Icoet, na sigla em inglês), em que especialistas debatem possíveis soluções para o problema.

No Brasil, como resultado do 2º Seminário sobre Atropelamento de Animais Silvestres, realizado no Centro Universitário de Vila Velha (ES), foi formado em 2007 um grupo de trabalho com a participação de pesquisadores de universidades, técnicos do Ibama e especialistas na questão. Esse grupo tem, como principal objetivo, definir ações prioritárias para diminuir, nas rodovias brasileiras, tanto as mortes de animais silvestres quanto as de pessoas. ■

FARMÁCIA Conhecimento tradicional sobre plantas medicinais nativas é raro, hoje, em Minas Gerais

Sabedoria antiga em risco

Na região por onde passa a antiga Estrada Real, que ligava Rio de Janeiro e Minas Gerais no período colonial, o conhecimento tradicional sobre o uso de plantas medicinais nativas vem se perdendo. Tal conhecimento ainda é mantido, parcialmente, por poucas pessoas, em geral idosas, pois os mais jovens não têm interesse na medicina tradicional. Com isso, algumas plantas usadas como remédios há quase 200 anos são pouco utilizadas hoje. Por **Maria das Graças Lins Brandão**, da *Faculdade de Farmácia* e do *Museu de História Natural e Jardim Botânico da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)*, e **Roberto Luís de Melo Monte-Mór**, da *Faculdade de Ciências Econômicas da UFMG*.

É um fato inquestionável o alto valor que as plantas medicinais apresentam hoje como fonte de novos medicamentos e cosméticos. O Brasil é um país privilegiado nessa área, já que conta com a maior biodiversidade do planeta. Muitos produtos utilizados hoje no mundo têm origem brasileira e alguns foram descobertos ainda durante a colonização do país, a partir da observação do uso das plantas pelos povos indígenas.

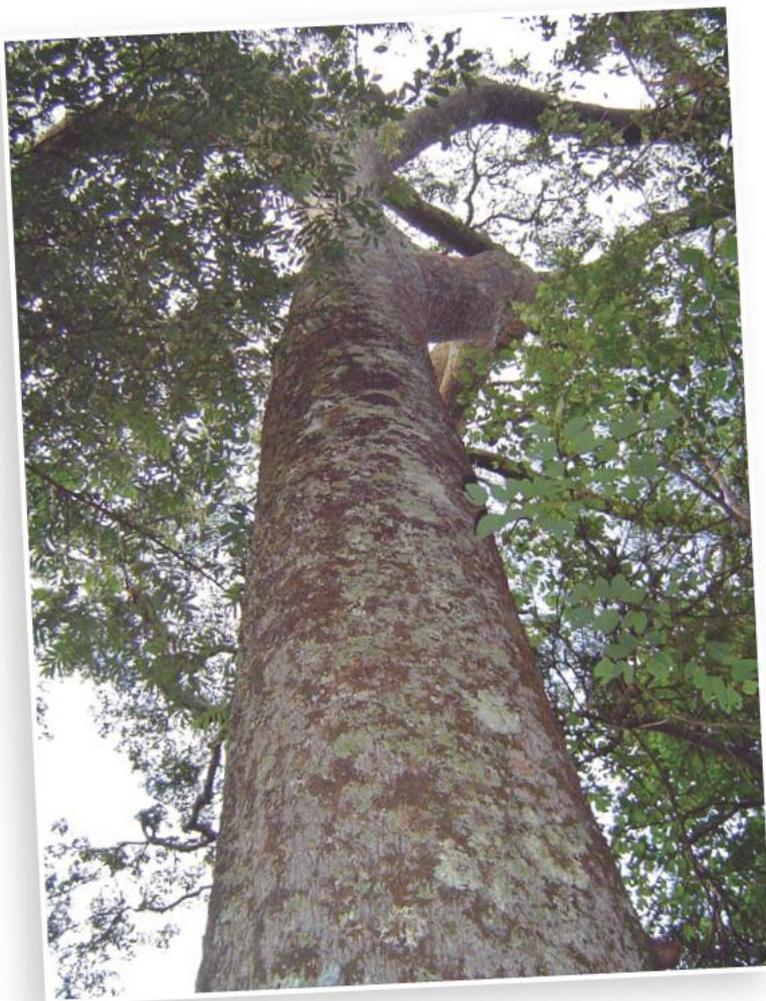
O crescimento do setor de fitoterápicos vem estimulando pesquisadores e indústrias internacionais a investir em pesquisa de novos produtos naturais. Os avanços nos processos biotecnológicos e a facilidade de registro de marcas e patentes em instituições internacionais também têm estimulado, na área de plantas medicinais, a biopirataria, ou ▶

A ipecacuanha (*Psychotria ipecacuanha*) (A), cujas raízes foram muito usadas no passado, na medicina tradicional, foi citada nos cadernos de campo (B) de Auguste Saint-Hilaire, que esteve na região da Estrada Real no século 19 e levou uma amostra (C), hoje depositada no herbário do Museu de História Natural de Paris



seja, a retirada e transporte ilegais de espécies da flora. Por outro lado, a fitoterapia praticada no país vem se baseando no uso de plantas exóticas (nativas de outros continentes) introduzidas no Brasil desde o tempo da colonização (ver 'Nossos fitoterápicos de cada dia', em *CH* nº 175).

Em estudo anterior demonstramos como o acelerado processo de urbanização da região de São Félix do Xingu (PA), na Amazônia, contribui para a perda do conhecimento tradicional sobre as plantas medicinais nativas da região, especialmente as usadas no tratamento da malária (ver 'Plantas medicinais: um saber ameaçado', em *CH* nº 206). Agora, em outro estudo, avaliamos o emprego atual, no entorno da Estrada Real, em Minas Gerais, de plantas medicinais que a população usava no século 19. Esse trabalho integra um amplo projeto voltado para a recuperação de dados e imagens das espécies empregadas na medicina tradicional brasileira. O projeto é coordenado pela UFMG, em colaboração com as universidades federais de São João del-Rei, dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, de Juiz de Fora, de Ouro Preto e de Viçosa, todas de Minas Gerais.



Copaíba (gênero *Copaifera*) encontrada no distrito de Ipoema, no município de Itabira (MG)

Com a descoberta das minas de ouro e diamantes, no período colonial, a província mineira desenvolveu-se rapidamente. Após a vinda da família real portuguesa para o Brasil, em 1808, foi autorizada a entrada de naturalistas estrangeiros no território da colônia, e nas décadas seguintes muitos deles vieram estudar as riquezas naturais brasileiras, entre elas as de Minas Gerais. Alguns dos mais destacados foram o francês Auguste de Saint-Hilaire (1779-1853), o austríaco Johann Emanuel Pohl (1782-1834), além dos alemães Johann Baptiste Spix (1781-1826), Carl Friedrich von Martius (1794-1868) e Georg von Langsdorff (1774-1852). A contribuição dos naturalistas para o conhecimento da flora brasileira é incalculável: eles descobriram centenas de plantas novas e descreveram os usos medicinais de várias. Muitas plantas citadas por eles tiveram seu uso medicinal oficializado pelo governo brasileiro, ao serem incluídas, em 1926, na primeira edição da *Farmacopéia brasileira*. No entanto, poucas dessas espécies foram incluídas nas edições seguintes, publicadas em 1959, 1977 e a partir de 1996.

A pesquisa sobre o conhecimento de plantas medicinais vem sendo realizada ao longo do percurso da antiga Estrada Real, o caminho utilizado no período colonial para as viagens entre o Rio de Janeiro e a região das minas e o escoamento do ouro e dos diamantes. Foram visitados 148 municípios e entrevistados 152 homens e 54 mulheres considerados informantes-chave, ou seja, pessoas tidas pela comunidade como conhecedores dos 'remédios de raiz', 'remédios do mato' ou 'remédios da tradição'.

A pesquisa tem revelado aspectos interessantes – e preocupantes. Um deles é a elevada faixa etária dos conhecedores das plantas nativas (média de 70,4 anos para os homens e 71,6 para as mulheres, na região estudada). Essas pessoas nasceram antes da década de 1940, ou seja, antes do processo de urbanização e industrialização do estado, e cresceram em época anterior à introdução de medicamentos sintéticos no mercado brasileiro por indústrias farmacêuticas internacionais. Outra constatação é o número muito reduzido de conhecedores de plantas em faixas etárias mais baixas, indicando que o conhecimento não está sendo repassado às gerações seguintes. Muitos informantes reclamam que seus descendentes não têm interesse em aprender sobre as plantas medicinais. A grande maioria dos entrevistados obteve esse conhecimento



A carqueja (*Baccharis genisteloides*) (A) é outra planta citada por Saint-Hilaire em seu caderno de campo (B). O naturalista também levou uma amostra (C) para o herbário do Museu de História Natural de Paris. A espécie ainda é utilizada na medicina tradicional em Minas Gerais

495 *Melastomum* ou *Jurid* sur le sommet de la mont
 y-depuis Aubry au 2/3 à 4 folia *spanium* dispersa
 *N. V. Carqueja. Toute la plante est extrêmement amère
 Son usage est le même que celui de la quina en de la Contine. (N)
 l'empereur D'au de l'usage de l'empereur



no núcleo familiar, sendo os pais e os avós as principais fontes dessa informação. Finalmente, o fato de essas pessoas viverem em municípios de pequeno porte foi importante para que mantivessem o saber sobre as plantas. Nas áreas urbanas, a tendência é cultivar, em hortas e jardins, plantas em sua quase totalidade vindas de outros continentes.

Algumas espécies citadas por um ou mais naturalistas, como carqueja (*Baccharis genisteloides*), barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), imbaúba (*Cecropia hololeuca*) e caroba (*Jacaranda caroba*), são conhecidas por 89% (ou mais) dos entrevistados (homens e mulheres). Já a quina (*Remijia ferruginea*) é conhecida por 89% dos homens e 81% das mulheres, e a copaíba ou pau-d'óleo (espécies do gênero *Copaifera*) por 80% dos homens e 57% das mulheres. Outras duas espécies também citadas pelos visitantes estrangeiros – cainca (*Chiococca brachiata*) e pacová (*Renalmia exaltata*) – são conhecidas por menos da metade dos entrevistados. Apenas 2% dos homens e 1% das mulheres ouvidos na pesquisa ainda empregam a verdadeira ipecacuanha (*Psychotria ipecacuanha*), muito utilizada no passado, e praticamente ninguém conhece a tingoassuiba (*Zanthoxylum tingoassuiba*). Esse quadro é preocupante porque, mesmo entre as pessoas mais idosas, que vivem em uma região onde as tradições são preservadas, como é o caso da Estrada Real, muitas plantas medicinais não são mais conhecidas.

Os resultados do estudo revelam que o conhecimento tradicional das plantas medicinais nativas do Brasil vem sendo ameaçado. A alta faixa etária dos conhecedores dos remédios, associada ao desinteresse das novas gerações, confirmam essa tendência. No documentário 'Plantas medicinais: um saber ameaçado', produzido pela Faculdade de Farmácia da UFMG, essa situação é descrita, esperando-se que, a partir dele, sejam adotadas estratégias para valorizar e proteger as pessoas que conhecem as plantas nativas, verdadeiros 'arquivos-vivos' sobre a flora medicinal brasileira. ■

Uma aula de divulgação científica

A evolução da física

Albert Einstein e Leopold Infeld

Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 248 p., R\$ 44



O físico alemão Albert Einstein (1879-1955), além de grande cientista e ativista político pela paz, teve a preocupação, ao longo da vida, de buscar difundir suas teorias revolucionárias para um público mais amplo. Parte de seu tempo foi dedicado à popularização de suas idéias através de ensaios, artigos e palestras, especialmente após a formulação da teoria da relatividade geral. O primeiro livro de divulgação científica que escreveu foi *A teoria da relatividade especial e geral (Uma exposição popular)*, em 1916. O livro teve grande sucesso, sendo publicado em várias línguas e atingindo mais de 30 reimpressões na língua inglesa. Transformou-se também em um paradigma para centenas de livros sobre a relatividade escritos nos anos seguintes e influenciou muitos jovens a se tornarem cientistas.

Em 1938, juntamente com seu auxiliar, o físico polonês Leopold Infeld (1898-1968), publicou *A evolução da física*, agora reeditado no Brasil pela Jorge Zahar Editor (primeira impressão de 1962). Ele foi publicado no Brasil pela primeira vez em 1939, pela Companhia Editora Nacional com tradução de Monteiro Lobato. O livro transformou-se em outro sucesso de divulgação científica, podendo ser considerado hoje, 70 anos

depois, um clássico do gênero.

A história do livro é bem curiosa, já que ele foi escrito com propósitos financeiros, não para o próprio Einstein, mas para Infeld; sua permanência em Princeton estava ameaçada por falta de recursos. Infeld propôs, então, escrever um livro de divulgação científica em colaboração com Einstein. Em sua autobiografia, narrou a reação de Einstein na ocasião: “Esta não é, afinal, uma idéia estúpida... Vamos fazê-lo.” Segundo Infeld, “a idéia original para o conteúdo do livro partiu de Einstein. Sua intenção era escrever um livro popular contendo as principais idéias da física e seu desenvolvimento lógico. Seu ponto era que existem poucas idéias admiráveis em física e elas podem ser representadas por palavras. Como disse, ‘nenhum cientista pensa por fórmulas [...] É um drama, um drama de idéias que deve ser absorvente e altamente interessante para todos que gostam de ciência’”. Einstein acompanhou a elaboração do livro em discussões regulares. Enquanto ele curtia suas férias de verão, Infeld concluía o livro. Einstein comentou com ele: “Fico maravilhado com a energia com que você trouxe nosso boneco ao mundo e o equipou.”

No prefácio, os autores anun-

ciam que não pretendem dar um curso sistemático de fatos e teorias físicas elementares, mas objetivavam uma exposição de como as idéias da relatividade e dos *quanta* [quantidade elementar, indivisível, de energia] entram na ciência. Seu objetivo é dar uma visão da eterna batalha da mente inventiva humana para um entendimento mais completo das leis que governam os fenômenos físicos.

O livro é formado por quatro partes. Inicialmente, os autores tratam da ascensão do conceito mecânico: todos os fenômenos físicos podem ser descritos em termos de forças de atração e repulsão entre partículas, atuando a distância, que formam fluidos de calor, elétricos e magnéticos. O livro é pródigo em analogias – conceitos de potencial elétrico *versus* temperatura e carga elétrica *versus* calor, por exemplo – e metáforas (o cientista é apresentado como um leitor ávido a buscar soluções no livro da natureza), mas fica claro que são restritas a situações bem determinadas. Contém várias ilustrações, mas, inserido no contexto da época, não atinge evidentemente o apuro gráfico de muitos livros de divulgação atuais, embora supere a quase todos eles na clareza da exposição e no fluxo lógico das idéias expostas.

Na segunda parte, são discutidas as dificuldades de adaptar o conceito mecânico a inúmeros fenômenos, como a deflexão de um ímã pela passagem próxima de uma corrente elétrica e o enigma da luz (experiências de difração e polarização). Na terceira parte, o conceito de campo, como uma representação da realidade, é usado na descrição dos fenômenos eletromagnéticos e ópticos. Discute-se a teoria eletromagnética de Maxwell, que descreve a estrutura do campo atuando em todo o espaço, e as perturbações do campo, que seriam transmitidas na forma de ondas eletromagnéticas com velocidade igual à velocidade da luz.

Um debate elegante e claro é introduzido para ressaltar as diferenças entre a descrição do movimento na mecânica newtoniana e a propagação da luz no 'éter'. Diferentes alternativas são propostas, argumentos são detalhados, suposições são levantadas e confrontadas com a experiência, contradições tornam-se evidentes em prol da suposição adotada: os dois postulados básicos da relatividade restrita. A partir daí, os conceitos de relatividade do tempo e distância, a equivalência entre massa e energia e o contínuo do espaço-tempo são analisados. O 'trem de Einstein' transforma-se aqui em duas salas envidraçadas em movimento com observadores interno e externo. O livro recorre várias vezes ao estilo de apresentar os tópicos por meio de diálogos entre um físico antigo e um moderno, como no caso da natureza corpuscular ou ondulatória da luz.

Na apresentação da teoria da relatividade geral, as experiências mentais consistem em um elevador em queda livre e em um elevador sendo puxado para cima por uma força constante. Os movimentos, vistos por dois observadores, dentro e fora do elevador, são analisados com a finalidade de concluir sobre a equivalência

entre a massa inercial e gravitacional e sobre a deflexão da luz pelo campo gravitacional. O livro discute também as verificações experimentais da teoria da relatividade geral.

Ao final dessa parte, surgem as expectativas dos autores sobre o futuro da teoria de campo unificado para explicar toda a física: "Não podemos construir a física somente com base no conceito de matéria. Mas a divisão em matéria e campo é, após o reconhecimento da equivalência entre massa e energia, algo artificial (...) Poderíamos considerar a matéria como sendo as regiões do espaço em que o campo é extremamente forte. Dessa maneira poderia ser criada uma nova base filosófica. Sua meta final seria a explicação de todos os acontecimentos da natureza por leis estruturais sempre válidas em toda parte. Não haveria, em nossa nova física, lugar para campo e matéria juntos, sendo o campo a única realidade. Esse novo ponto de vista é sugerido pelas grandes realizações da física dos campos, por nosso êxito em expressar as leis da eletricidade, do magnetismo e da gravitação, sob a forma de leis estruturais, e finalmente pela equivalência entre massa e energia."

A quarta parte do livro trata da física quântica e, embora guarde interesse por sintetizar a visão de Einstein, é sua parte mais frágil e que já se mostrava desatualizada mesmo em 1938. A idéia revolucionária de Einstein, o conceito de fóton, é destacada e a idéia das ondas de probabilidade, discutida. Conhecimentos importantes na época, como o *spin*, a antimatéria e as novas interações nucleares, simplesmente não são tratados. Talvez a árdua disputa sobre a interpretação da mecânica quântica e as inúmeras tentativas de gerar alternativas a ela, feitas por Einstein, tenha contribuído para que essa parte não tenha o brilho e a clareza que o ca-

racterizavam. No final, reforça-se a interpretação de que a teoria quântica se aplicaria a aglomerados e não a partículas individuais. A despeito desse senão, trata-se de um excelente livro de divulgação científica, que pode ser usado nos cursos de física no ensino médio.

Em várias ocasiões Einstein destacou a importância da divulgação científica e falou da responsabilidade da comunidade científica quanto a ela. Em sua visita ao Brasil, em maio de 1925, ressaltou, em uma alocução radiofônica, a importância do novo meio (o rádio) para a difusão da ciência, mas enfatizou ainda a necessidade de que fosse feita por pessoas qualificadas. Em artigo no *Berliner Tageblatt*, em 1924, afirmou: "A comunidade dos pesquisadores é uma espécie de órgão do corpo da humanidade: alimentado por seu sangue, esse órgão secreta uma substância essencial à vida que deve ser fornecida a todas as partes do corpo, na falta da qual ele perecerá. Isso não quer dizer que cada ser humano deva ser atulhado de saberes eruditos e detalhados, como ocorre frequentemente em nossas escolas nas quais [o ensino das ciências] vai até o desgosto. (...) É necessário que cada homem que pensa tenha a possibilidade de participar com toda lucidez dos grandes problemas científicos de sua época, e isso mesmo se sua posição social não lhe permite consagrar uma parte importante de seu tempo e de sua energia à reflexão científica. É somente quando cumpre essa importante missão que a ciência adquire, do ponto de vista social, o direito de existir."

Ildeu de Castro Moreira

*Instituto de Física,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro*

Nelson Studart

*Departamento de Física,
Universidade Federal de São Carlos*

Buracos negros
George Matsas e Daniel Vanzella

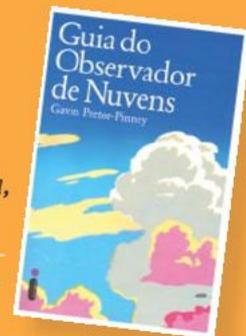
Rio de Janeiro, Vieira & Lent, 128 p., R\$ 22

Coqueluche da astrofísica, fonte de mistérios para físicos teóricos e arquétipo do imaginário popular, os buracos negros surgiram pela primeira vez nos manuscritos de um soldado alemão durante a Primeira Guerra Mundial, demorando mais meio século para serem entendidos e aceitos. Felizmente para o leitor, os autores deste livro se propõem a explicar esse conceito de maneira simples e sem fórmulas matemáticas em 13 pequenos capítulos. Para isso, eles fazem uma retrospectiva histórica dos avanços da física, desde a Grécia antiga até Albert Einstein e a mecânica quântica. Os autores abordam o tema de maneira completa, incluindo os problemas que envolvem os buracos negros, como a violação da lei de conservação da informação, de modo a revelar uma realidade que, segundo eles, supera a própria ficção.

Guia do observador de nuvens

Gavin Pretor-Pinney
Rio de Janeiro, editora Intrínseca, 320 p., R\$ 29,90

Nascido da constatação da inexistência de livros sobre o tema voltados para o público leigo, o guia tem como objetivo principal ajudar o leitor a reconhecer os diversos tipos de nuvens. Com um capítulo para cada um desses tipos, o livro traz ilustrações que facilitam o reconhecimento das características específicas das nuvens, informações sobre sua importância na manutenção do clima do planeta e exercícios para testar o conhecimento adquirido. No entanto, não há nada de professoral na linguagem com que foi escrito, ao contrário, o autor se vale de recursos como o humor para levar as informações até o leitor de forma agradável.



Iluminismo e império no Brasil: O Patriota (1813-1814)

Lorelai Kury (org.)

Rio de Janeiro, editora Fiocruz, 200 p., R\$ 44

Política, ciências, literatura, artes. Esses são alguns dos temas abordados nas páginas dos 18 volumes de *O Patriota*, jornal publicado entre os anos de 1813 e 1814 pela Impressão Régia, instalada no Rio de Janeiro após a chegada da família real portuguesa à cidade. A publicação, em versão fac-símile integral, chega agora ao público em CD-Rom, acompanhada de um livro no qual quatro historiadores e a organizadora, Lorelai Kury, especializada em história das ciências, analisam o conteúdo dos artigos e outros aspectos da obra. O livro traz também recomendações de leitura para aqueles que quiserem se aprofundar no tema.



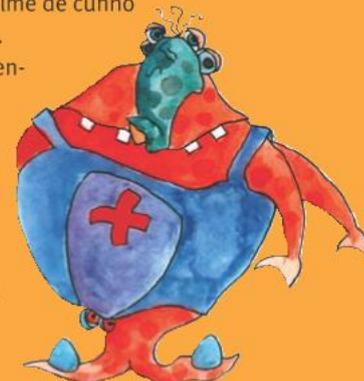
Charme literário para a TV

Depois de conquistarem o mundo da literatura, os charmosos átomos, elétrons e afins invadirão a televisão no filme *O discreto charme das partículas elementares*, produzido pela TV Cultura e baseado no livro homônimo escrito pela física Maria Cristina Abdalla, do Instituto de Física Teórica da Universidade Estadual Paulista (Unesp). Com 52 minutos de duração, a película narra a história de dois jovens que se envolvem com o aprendizado de física. “Pensamos em fazer um documentário, mas quando soubemos em 2007 do plano do governo do estado de São Paulo de reorganizar o currículo de física do ensino secundário, optamos por um filme de cunho educacional voltado para o público infantil”, conta Abdalla.

A iniciativa paulista incluiu o estudo de partículas elementares na grade escolar e direcionou a parceria entre a TV Cultura e a física da Unesp, que já havia começado em

2005 com outro projeto e sido alterado com o lançamento do livro. Com recursos da TV Cultura, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Unesp, o programa deve ser lançado em julho, no mesmo dia em que for inaugurado o Grande Acelerador de Hádrons (HL-LHC, na sigla em inglês) do Centro Europeu de Pesquisas Nucleares (Cern), na Suíça. “Além da exibição na TV, *O discreto charme* estará disponível na sua própria página de internet, que conterá outros materiais, e será distribuído em DVD para as escolas”, revela Abdalla.

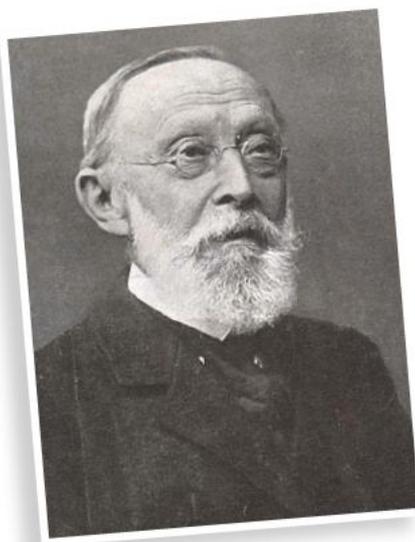
O próton, um dos charmosos personagens do filme



Uma longa seqüência de gerações

Uma célula só pode se originar de outra célula já existente. Tal suposição, que hoje salta à vista, estava longe de ser óbvia um século e meio atrás. Mas o patologista alemão Rudolph Ludwig Karl Virchow (1821-1902), observando o desenvolvimento de células ao microscópio, pôde finalmente confirmar a hipótese. Sua descoberta aproximou a biologia da medicina, mudando para sempre o rumo dessas duas disciplinas. Além disso, veio consolidar a patologia celular, uma área da medicina que auxilia no diagnóstico de um grande número de doenças. Não é, pois, sem fundamento que Virchow é considerado o pai da patologia moderna.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



Rudolph Virchow
(1821-1902)

Em 1858, um jovem médico nascido em Schivelbein – território da antiga Prússia hoje situado na Polônia – ministrou uma série de palestras em Berlim sobre a relação entre as células e as doenças. O jovem médico era Rudolph Virchow, e suas palestras foram publicadas naquele mesmo ano sob o título de *Patologia celular*. Aplicando a teoria celular, ainda em desenvolvimento, à patologia (estudo das doenças), Virchow rompeu com a antiga tradição médica que procurava explicar as enfermidades em termos do equilíbrio de líquidos no corpo.

Assim, além de transformar a patologia em uma ciência moderna, Virchow também ajudou a estabelecer a célula como unidade fundamental da biologia. Para tanto, ele defendeu a idéia de continuidade celular, simbolizada pelo lema latino *Omnis cellula e cellula* (Toda célula vem de outra célula). As palestras de Virchow são um exemplo de como a medicina e a biologia interagem entre si para o desenvolvimento de ambas.

Virchow defendeu pontos de vista que iam de encontro a duas grandes teorias da época: a concepção humoral das doenças e a teoria da geração espontânea. O próprio lema de Virchow é uma paráfrase da chamada lei da biogênese, proclamada pelos opositores da teoria da geração espontânea: *Omne vivum ex ovo*, ou seja, todo ser vivo provém de um ovo. Depois de *Patologia celular*, tanto a teoria humoral quanto a hipótese da geração espontânea seriam abandonadas (ver ‘Teoria humoral das doenças’).

A vida não surge do nada

Da Antigüidade até o século 19, diversos estudiosos sustentaram diferentes versões da teoria da geração espontânea. Alguns consideravam que a matéria inorgânica poderia dar origem a seres vivos completos, uma interpretação que ficou conhecida como teoria da abiogênese. Outro grupo acreditava na

HÁ 150 ANOS

TEORIA HUMORAL DAS DOENÇAS

Na Grécia antiga, a teoria médica sobre as doenças e sua cura se baseava nos quatro elementos que os gregos acreditavam ser os componentes básicos da natureza. Os elementos eram fogo, água, terra e ar, cada um deles representado no corpo humano por determinado humor (líquido): bile amarela, bile negra, sangue ou fleuma. De acordo com a teoria humoral, toda doença advinha do desequilíbrio entre esses humores.

A proposta de que as células eram as unidades funcionais elementares dos seres vivos não serviu para derrubar a teoria humoral. Logo depois que Schleiden e Schwann propuseram sua teoria celular, o médico tcheco Karel Rokytansky (1804-1878) ainda tentou adaptá-la à doutrina humoral das doenças.

Virchow, entretanto, não levou em consideração a teoria humoral e estendeu o raciocínio de Schleiden e Schwann para a patologia. Dizia que, se a contração muscular é produto da contração das células musculares, e a secreção glandular é produto da secreção das células glandulares, então a doença só podia resultar de uma alteração na função normal das células.

chamada teoria da heterogênese, segundo a qual formas de vida simples tinham origem na matéria orgânica, ou seja, dentro de seres mais complexos.

Em diferentes momentos da história, a teoria da abiogênese foi usada para explicar desde o surgimento de larvas na carne em decomposição até a presença de animálculos (seres uni- ou pluricelulares microscópicos) em infusões.

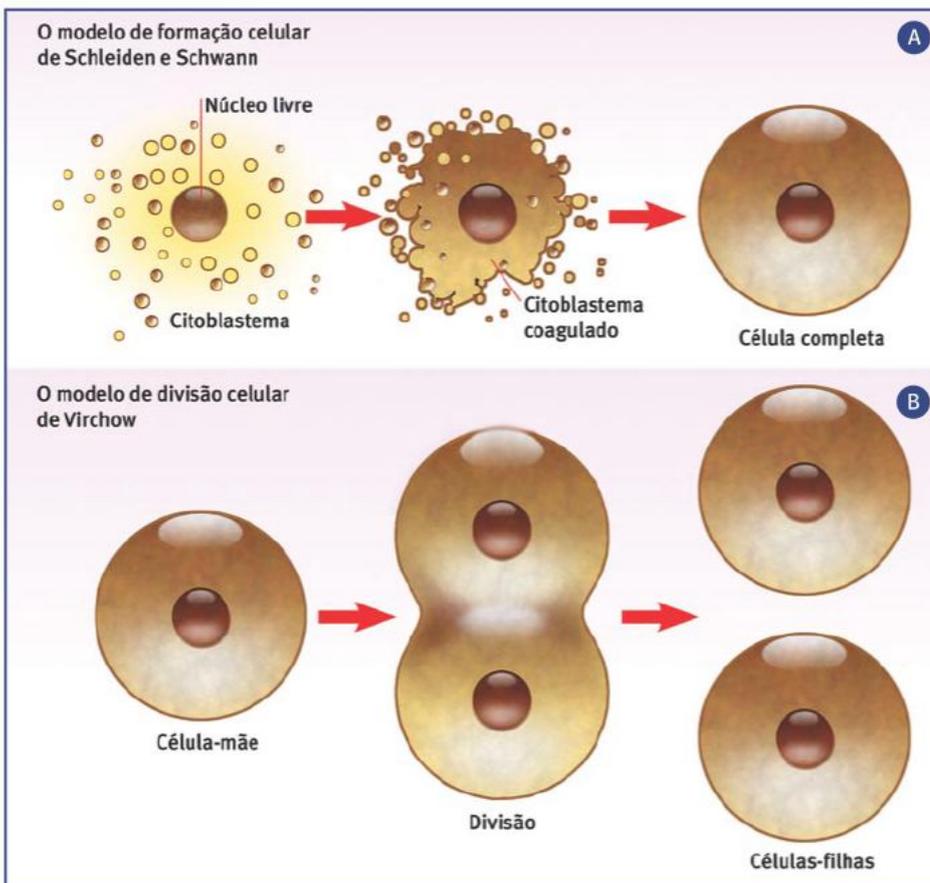
Alguns experimentos contribuíram para o gradual abandono dessa teoria. Em 1668, o italiano Frances-

co Redi (1626-1697) comprovou que larvas não apareciam espontaneamente na carne em decomposição, mas se desenvolviam a partir de ovos de moscas. Em meados do século 18, o também italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799) mostrou que os animálculos encontrados nas infusões provinham do ar e que, na água, podiam ser mortos pela fervura.

As observações de Spallanzani foram cruciais para que o francês Louis Pasteur (1822-1895) pudesse realizar os experimentos que abalaram a teoria da abiogênese. Pasteur mostrou que micróbios não crescem em recipientes esterilizados e selados com filtros que impedem a entrada de esporos ('sementes' de fungos e bactérias) provenientes do ar.

A teoria da heterogênese, por sua vez, sobreviveu por algumas décadas a mais que a da abiogênese. O motivo é que a heterogênese era uma boa explicação para o aparecimento de vermes parasitários, como tênia e lombrigas, em animais superiores. Antes de 1850, ninguém havia conseguido provar, por exemplo, que uma tênia só surgia a partir de um ovo de tênia. Além disso, os parasitas nunca eram encontrados vivos fora de seus hospedeiros, fato que dava sustentação à teoria da heterogênese.

No alto, o modelo de Schleiden e Schwann para a formação celular (A); abaixo, a proposta de Virchow, aceita até hoje (B)



Principais estruturas de uma célula eucariótica, como conhecidas hoje (o núcleo e o nucléolo contêm a informação genética, as mitocôndrias são responsáveis pela produção de energia e os ribossomos sintetizam proteínas). Dessas organelas, apenas o núcleo e o nucléolo eram conhecidos à época de Virchow

A idéia de continuidade celular foi decisiva para a derrubada das duas teorias da geração espontânea. Segundo Virchow, da mesma forma que uma célula só pode surgir de outra, também os animais e plantas só podem surgir de 'pais' da mesma espécie. "A vida", escreveu Virchow, "é uma longa cadeia não interrompida de gerações, na qual a criança se torna mãe e o efeito se torna causa".

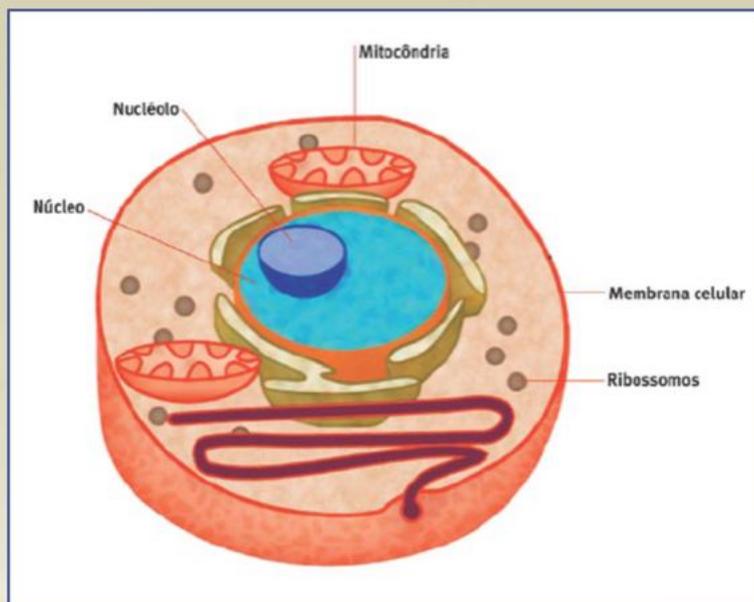
Os passos até a teoria celular

A idéia de que os seres vivos são compostos por unidades fundamentais acompanhou, desde o início, o uso do microscópio na investigação dos seres vivos. Ainda em 1665, o cientista inglês Robert Hooke (1635-1703), com o auxílio do microscópio, observou pequenas cavidades em pedaços de cortiça e chamou-as de células (pequenas celas). No entanto, ele e seus contemporâneos não concebiam as células como unidades que compunham os tecidos de todos os seres vivos. Até o início do século 19, a célula permaneceu apenas como uma estrutura anatômica, geralmente relacionada com o sistema vascular dos vegetais.

Somente em 1839 o botânico Matthias Schleiden (1804-1881) e o fisiologista Theodor Schwann (1810-1882) estabeleceram, a partir de novas observações ao microscópio, que todos os seres vivos são compostos de células e consideraram essas estruturas como as unidades funcionais mais importantes dos seres vivos. Segundo esses pesquisadores alemães, é nelas que se manifestam as funções básicas da vida: respiração, nutrição, crescimento, reprodução etc.

Para que a teoria fosse completa, Schleiden e Schwann precisavam propor um mecanismo para a formação celular. A hipótese que apresentaram indicava que os nucléolos, quando livres em um meio chamado citoblastema, eram capazes de coagular matéria mucosa em torno de si, formando uma nova célula. Embora Schwann houvesse realizado experimentos que negavam o princípio da geração espontânea, esse modelo de formação celular sugeria que as células eram geradas espontaneamente, em um processo similar ao da cristalização.

Em *Patologia celular*, Virchow adotou a teoria celular, mas se opôs ao modelo de Schleiden e Schwann sobre a formação espontânea de células. Em favor da teoria celular, Virchow argumentou que células vegetais e animais, apesar de algumas diferenças, tinham o mesmo tipo de estrutura. Da mesma maneira,



ra, defendeu que, embora diferentes, estruturas como neurônios, hemácias e células ósseas eram todas células. Contrariando Schleiden e Schwann, Virchow afirmou que as células se originam exclusivamente por meio da divisão de outras células.

O legado

A afirmação da continuidade celular por Virchow está intimamente ligada à rejeição da idéia de que parasitas intestinais se originam espontaneamente dentro de seus hospedeiros. Com base em observações mais precisas da anatomia e dos complexos ciclos de vida dos parasitas, Virchow pôs fim à teoria da heterogênese e a qualquer teoria da geração espontânea.

O estabelecimento da teoria celular, juntamente com a teoria da evolução, de Charles Darwin (1809-1882), assentou os pilares para a biologia do século 20. O reconhecimento de que as células se originam apenas de outras células levou à investigação da estrutura intracelular, especialmente do núcleo. Permite também que a embriologia investigasse como as células, ao se dividir, se diferenciam e dão origem a diversos tecidos.

As descobertas de Virchow tiveram também grande impacto na medicina. A busca da causa das doenças em nível celular levou ao desenvolvimento dos métodos de biópsia. A técnica é amplamente empregada hoje para diagnosticar várias enfermidades.

Jerzy A. Brzozowski

João Francisco Botelho

*Centro de Filosofia e Ciências Humanas,
Universidade Federal de Santa Catarina*

LCH e LNLS

Parabéns pelas reportagens, na CH 247, sobre o atual desenvolvimento na área de física de aceleradores. Em um momento de grande expectativa, com desligamento do PEP-II (dos Estados Unidos), a CH publica essa bela reportagem sobre a entrada em operação do LHC (da Comunidade Européia), mostrando o potencial para a física de altas energias. Sabiamente, a revista inclui muito bem outro assunto tão importante quanto o primeiro na reportagem seguinte, 'Um gigante na América Latina', que reporta os avanços na área da ciência de fótons. Por sinal, uma das áreas de maior crescimento dentro da física. O crescimento do LNLS é notável e mostra a competência da equipe e da administração, solidificando o Brasil como um centro regional em ciência e mantendo respeito na comunidade científica mundial. Infelizmente, a reportagem sobre o LNLS deixa de citar nomes importantes como os dos professores Cylon Gonçalves da Silva, Antonio Ricardo Rodrigues e Aldo Craievich e suas equipes, responsáveis pela construção desse laboratório.

Fernando Rafael
Stanford Synchrotron Radiation
Laboratory-SSRL – Menlo Park,
Califórnia (Estados Unidos)

Dúvidas sobre o LHC

Ao ler sobre a reportagem sobre o acelerador de partículas LHC, fiquei com dúvi-

das sobre os riscos que ele pode causar. Procurei em livros, revistas e na internet, mas ainda não confio nos dados obtidos. Portanto, peço alguma informação – e acho que muitos leitores também têm essa curiosidade – sobre o assunto.

Igor Marcellus Rezende Teodoro
Belo Horizonte, MG

✉ O autor do artigo, Ignacio Bediaga, responde: "Muito tem se falado sobre a questão da produção de um buraco negro no LHC. De fato, é uma perspectiva sombria, mas é preciso refletir sobre o assunto. Em primeiro lugar, a eventual produção de um buraco negro no LHC é uma possibilidade teórica, sem qualquer fundamentação experimental. É uma entre tantas possibilidades que serão testadas. O segundo aspecto é: um buraco negro, como entendemos hoje, tem capacidade de absorção de massa proporcional ao seu volume e capacidade de radiação (ou seja, perda de energia) proporcional à sua superfície. Sabe-se que, ao atingir uma massa crítica, um buraco negro absorve mais que irradia, mas esse limite ainda não foi determinado com precisão. Sabemos, porém, que essa massa crítica é muito maior que a do buraco negro que possivelmente seria produzido no LHC. Mesmo se houver desconfiância quanto à capacidade de determinar a dimensão crítica do buraco

negro, há um argumento experimental que, acredito, é definitivo: a Terra e outros bilhões de astros do universo são bombardeados constantemente por raios cósmicos, centenas a milhares de vezes mais energéticos que os prótons que colidirão no LHC. Assim, de um ponto de vista estatístico, ocorrem muito mais colisões por segundo no universo (devido a esses raios) que aquelas previstas para o LHC, mas não foi observado nenhum colapso de alguma estrela ou planeta por conta dessas interações. Portanto, se essas colisões não produziram, até agora, o colapso de um buraco negro no universo, provavelmente é porque essa possibilidade não existe, ou porque os buracos negros irradiam energia muito mais rápido do que a absorvem."

Mais archaeas

Sou biólogo e leitor da CH. Adoro a revista. Parabéns pelo trabalho. Gostaria de comentar o artigo 'Uma segunda chance' (CH 245). Ali é dito que as archaeas seriam os seres mais antigos do planeta e eu aprendi que as bactérias, e não as archaeas, são as mais antigas. As referências são *Biologia celular e molecular*, de Luiz Carlos U. Junqueira e José Carneiro, e *Microbiologia*, de Gerard J. Tortora. Queria tirar essa dúvida.

Eber Eustáquio Cassimiro
Belo Horizonte, MG

✉ O leitor está correto. Veja resposta do autor do texto citado a outra carta, na CH 248.

Papel fundamental

A CH tem desenvolvido um papel fundamental na educação científica. Quero parabenizá-los pelo excelente trabalho de toda a equipe.

Juraci Costa
Rio de Janeiro, RJ

Av. Venceslau Brás, 71
fundos • casa 27
CEP 22290-140
Rio de Janeiro • RJ

CORREIO ELETRÔNICO:
cienciahoje@cienciahoje.org.br

Correção

• No artigo 'Minúsculos, mas zelosos' (CH 248), observamos que as figuras superiores da página 61 estão com as legendas trocadas. Abaixo, as fotos publicadas, agora com as legendas corretas.

Mauro de Melo Júnior e Rubens Mendes Lopes
Departamento de Oceanografia Biológica, Universidade de São Paulo



Juvenil de
Macrosetella
gracilis sobre
uma colônia de
Trichodesmium
da região
do Caribe



Náuplio de
Macrosetella
gracilis
sobre uma colônia de
Trichodesmium
da região do Caribe

Chocolate, café, bolinhos...

Marco Moriconi

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

Imagine você revendo seus amigos em uma grande reunião. Que tal algumas 'miniaturas' para poder começar uma conversa animada? Aqui vão minhas sugestões.

Barra de chocolate – Aparece alguém com uma daquelas barras de chocolate enormes, divididas em quadradinhos (digamos, uma barra de seis por quatro, formada por 24 pequenos porções). É natural (e também educado) compartilhar a guloseima com os amigos (por acaso, 24 deles!). Quantos cortes você terá que fazer para dar um pedacinho para cada um? E, se for para dar pedacinhos, não necessariamente iguais, para quatro pessoas, quantos cortes serão?

Tirinhas de papel – Você tem que cortar 10 folhas de papel até que o número de pedaços atinja 30. Quantos cortes devem ser feitos?

Café com bolinho – Pense rapidamente: um café com um bolinho custa R\$ 1,50 (barato!), sendo que o café custa R\$ 1 a mais que o bolinho. Quanto custa o café? Agora, o café com bolinho custa R\$ 1,50, mas o preço do café é o dobro do preço do bolinho. Quanto custa o café?

Triângulo com ponto – Pegue um triângulo equilátero de lado L . Considere um ponto no seu interior e baixe as três perpendiculares aos lados do triângulo. Digamos que os comprimentos delas são x , y e z . Quanto vale $x + y + z$?

No problema da barra de chocolate, a observação crucial é notar que, cada vez que você quebra um pedaço, o número total de pedaços aumenta em uma unidade, não importando como você o quebrou. Assim, se você começou com um pedaço – que é a barra inteira – e terminou com 24, o número de cortes que você teve que fazer foi 23. Para dividir em quatro pedaços, a idéia é a mesma. Portanto, temos que fazer três cortes.

O argumento da barra é bom e funciona para o problema do papel. Cada corte de folha aumenta o número total em uma unidade. Nesse caso, já começamos com 10 'pedaços' (ou seja, 10 folhas). No primeiro corte, teremos 11 pedaços (10 folhas + novo pedaço); no segundo, 12 pedaços; no terceiro,

13 pedaços. E assim por diante. Portanto, quando fizermos o 20º corte, atingiremos o 30º pedaço.

O café (C) custa R\$ 1,25. Se o preço do bolinho é B, o do café, então, será $1 + B$. Portanto, $C + B = 1,50$, que pode ser escrito na forma $(1 + B) + B = 1,50$. Assim, o café custa R\$ 1,25, e o bolinho, R\$ 0,25. Quando o café custa o dobro, temos $(2B) + B = 1,5$. Portanto, o bolinho custará R\$ 0,50, e o café, R\$1,00.

O problema do triângulo é surpreendente: além das três perpendiculares (x , y e z), tracemos mais três segmentos de reta que unem o ponto aos vértices. Note que temos agora três triângulos de base L e alturas x , y e z (lembrete: para calcularmos a área de um triângulo, temos que multiplicar base pela altura e dividir por dois). Assim, a soma das áreas dos três triângulos é $Lx/2 + Ly/2 + Lz/2$, que é a área do triângulo inicial. No caso do triângulo equilátero, a base é L , e a altura é $L\sqrt{3}/2$ (tente chegar a esta última expressão. Dica: use o teorema de Pitágoras). Portanto, a área será $L^2\sqrt{3}/4$. Igualando as duas expressões, concluímos que $x + y + z = L\sqrt{3}/2$, que é a própria altura e, portanto, constante. O curioso é que não depende da posição do ponto. Ou seja, não importa onde se coloque o ponto dentro do triângulo equilátero, a soma de x , y e z será sempre igual à altura! (para provocar os amigos: e se o ponto estiver fora do triângulo? Veja a solução na próxima edição). ■

DESAFIO

Você saberia resolver o problema da barra de chocolate usando o princípio da indução? (Dica: indução sobre qual número? Sobre o número total de quadradinhos!).

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

Supondo que o macaco tenha certa ordem de preferências (A, B, C e D, sendo A a preferida e D a menos preferida), temos que encontrar as situações possíveis de oferta de jujuba e analisar uma a uma. Ao todo são 12 possibilidades para o primeiro par que será apresentado ao nosso macaco (AB, AC, AD, BA, BC, BD, CA, CB, CD, DA, DB, DC). Dessa uma dúzia de possíveis inícios, o macaco acabará ficando com a última jujuba em nove deles, ou seja, em $\frac{3}{4}$ dos casos.



Renato Lessa

Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro
e Universidade Federal Fluminense
rlessa@iuperj.br



Sobre a tortura

Nas últimas décadas do século 20 um conjunto expressivo de países, entre eles o Brasil, passou a viver sob formas democráticas de governo. A onda democratizante foi iniciada em 1974, com a Revolução dos Cravos portuguesa, e completou-se com as transições políticas do Leste Europeu, após a desmontagem do legado soviético. Em muitos desses países, o quadro parece estar distante daquele que os politólogos conservadores consideram como de “consolidação democrática”. Incertezas e limites à parte, em todos esses experimentos de democratização esteve presente um impulso de superação de um passado autocrático composto por regimes políticos ditatoriais, nos quais a tortura operava como mecanismo usual de controle político e social.

Ao pensar no modo concreto e material de operação de um regime autocrático é necessário ultrapassar uma percepção difusa que diz que nele as liberdades públicas são suprimidas. É certo que isso ocorre: esta é uma condição necessária para sua afirmação como forma política. No entanto, para que as liberdades sejam suprimidas há uma exigência material precisa: o regime autocrático deve ter a capacidade efetiva de causar sofrimento físico aos que a ele se opõem.

Refiro-me, mais que ao uso da violência contra oponentes – algo que, sob certas condições, ocorre também nas democracias –, ao uso disseminado da tortura como forma regular do exercício do poder. O fundamento do experimento autocrático situa-se na relação entre o torturado

e o torturador: lugar de uma crueldade e um sofrimento que ultrapassam propósitos pragmáticos de extração de informações. Ali, no espaço secreto da tortura, em uma relação direta entre dois seres humanos, ocorre a condensação máxima do liberticídio que caracteriza as autocracias.

Se, em termos pragmáticos, a tortura pode ser pensada como forma de extração de informações, manifestadas pela

voz do torturado, em termos reais ela é exercida sobre corpos físicos e visa à produção cuidadosa e brutal da dor. Antes de qualquer conseqüência no plano da linguagem, a dor aparece como realidade incontornável para aquele que sofre. Creio esse ser o sentido da afirmação – do filósofo francês Michel de Montaigne (1533-1592) – de que a crueldade não tem qualquer propósito: é gratuita, injustificável e o “pior de todos os vícios”. Mesmo quando a serviço de algum fim pragmático, o efeito imediato da crueldade é a própria crueldade, sob forma de dor e sofrimento. O efeito imediato é o que humanamente importa.

O barão de Montesquieu (1689-1755), em passagem inspirada do livro *O espírito das leis*, definiu o despotismo como um comportamento excessivo, que incide de forma absoluta e sem regras sobre seus alvos. A imagem que fornece – hoje reprovável graças à cultura do politicamente correto – é a de “selvagens da Louisiana”, que, para comer uma fruta, deitam a árvore inteira ao chão. Trata-se menos de uma acusação aos ‘selvagens’ e mais de uma definição lógica, que percebe o despotismo como algo desprovido de limites externos e de fatores de autocontenção. Eis porque o despotismo em política, mais que confiscar as liberdades públicas, precipita-se sobre o corpo dos oponentes. Ao fazê-lo, obtém uma aquiescência pelo medo, para a qual a possibilidade de imposição da morte violenta e da tortura são essenciais.

Um marcador fundamental de consistência da democracia é o modo como são tratados os direitos humanos, em sua dimensão mais imediata: a do corpo. Esse juízo contém múltiplas implicações. Entre elas, duas podem ser ressaltadas. A prática usual da tortura na cultura policial brasileira não indica apenas truculência atávica, mas um obstáculo nítido à democratização do país. No que diz respeito ao passado autocrático, importa distinguir o campo legítimo de aplicação da anistia política (que incide sobre os que combateram o regime autoritário e sobre os que o implantaram) daquilo que, em qualquer tempo, deve ser matéria de repúdio: a prática sistemática da crueldade como forma de dominação política.

A perspectiva de erradicação da tortura no país será ínfima se os torturadores – em qualquer tempo – forem pensados e tratados como sujeitos anistiáveis. ■

No espaço secreto da tortura ocorre a condensação máxima do liberticídio que caracteriza as autocracias