

CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

| NÚMERO 319 | VOLUME 54 | OUTUBRO 2014 | R\$ 10,95



NÚMEROS PRIMOS

Físicos pesquisam soluções para antiga questão matemática

VAIAS NO FUTEBOL

O que aprender com os gritos das torcidas

sobre Cultura

O papel da 'cultura' na sociedade contemporânea

TUBERCULOSE

Desafios de uma doença milenar



UM POQUINHO DO QUE
VOCÊ GASTA COM O SEU
BICHINHO DE ESTIMAÇÃO



PODE SALVAR NOSSOS
BICHINHOS DE EXTINÇÃO.

ACESSE
SOSMA.ORG.BR.



A PARTIR
DE R\$50/ANO
VOCÊ JÁ
PODE AJUDAR.

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

DIRETORIA

Diretor Presidente | Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF)
Diretores Adjuntos | Caio Lewenkopf (Instituto de Física/UFRJ) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ)
Superintendente Executiva | Elisabete Pinto Guedes
Superintendente Financeira | Lindalva Gurfield

CIÊNCIA HOJE | SBPC

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

Editor Convitado | Milton Moraes.

REDAÇÃO

Editora Executiva | Alicia Ivanisevich; **Editora Assistente** | Thais Fernandes; **Editor de Forma e Linguagem** | Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** | Ricardo Menandro; **Setor Internacional** | Cássio Leite Vieira; **Repórteres** | Henrique Kugler, Marcelo Garcia e Sofia Mourtinho. **Estagiários** | Gabriel Toscano, Isabelle Carvalho, Isadora Vilardo e Lucas Lucarini; **Colaborou neste número** | Franciele Petry Schramm; **Revisoras** | Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** | Theresa Coelho

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

SUCURSAIS

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

SUL | Curitiba | Correspondente | Roberto Barros de Carvalho (chsul@ufrpr.br). End.: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Comunicação Social, Rua Bom Jesus, 650, Juvevê. CEP 80035-010, Curitiba, PR. Tel.: (41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do Paraná

SÃO PAULO | Correspondente | Vera Rita da Costa (verarita@cienciahoje.org.br). Tel.: (13) 99756-0848 e (13) 3329-4803.

PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL | **Superintendente** | Ricardo Madeira; **Publicidade** | Sandra Soares (gerente); End.: Rua Dr. Fabricio Vampre, 59, Vila Mariana, CEP 04014-020, São Paulo, SP. Telefax: (11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura** | Gerente | Fernanda L. Fabres.

Telefax: (21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br)

REPRESENTANTES COMERCIAIS

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

PRODUÇÃO | Maria Elisa C. Santos; Irani Fuentes de Araújo

RECURSOS HUMANOS | Luiz Tito de Santana

EXPEDIÇÃO | Gerente | Adalgisa Bahri

IMPRESSÃO | EDIGRAFICA

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

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



Esta edição contou com o apoio da Fundação Oswaldo Cruz

APOIO:



NO ENCALÇO DA TUBERCULOSE

Ela atinge mais de 8 milhões de pessoas no mundo e mata em torno de 1 milhão delas a cada ano. É uma velha conhecida da humanidade: foi identificada em fósseis humanos do período Neolítico e em múmias de faraós do antigo Egito, com milhares de anos. Seu nome é familiar e tem sido associada a precárias condições de vida – mais de 95% dos casos ocorrem em países pobres ou em desenvolvimento. Mas aqui vem o dado mais importante: tem tratamento e cura.

Estamos falando da tuberculose, doença infecciosa causada pelo bacilo *Mycobacterium tuberculosis*, identificado pela primeira vez no século 19. Apesar dos modernos antibióticos e de existir uma vacina que protege crianças de forma parcial, a enfermidade ainda é a segunda maior causa de morte decorrente de infecção por um agente, só superada pela Aids.

Avanços importantes têm sido observados no controle da doença nos últimos 15 anos: o Brasil obteve uma redução de 25% no número de novos casos e de 38% no número de mortes. Ainda assim, o país permanece entre os 22 com mais alta carga de tuberculose no mundo: 70 mil casos novos e 4,4 mil mortes em 2012.

Reduzir cada vez mais esses números é a meta principal do esforço brasileiro de controle da tuberculose. O tratamento gratuito oferecido aos doentes, a busca por novos fármacos e a preocupação com o fenômeno da resistência do agente causador da tuberculose aos medicamentos também são aspectos importantes dessa batalha.

A CH e a Fundação Oswaldo Cruz prepararam, nesta edição, uma série de textos abordando diversos aspectos da enfermidade que exige reflexão e atenção de todos.



CAPA: LATINSTOCK/
SCIENCE PHOTO LIBRARY/
SPL DC

A redação

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

CH ON-LINE	3	
O LEITOR PERGUNTA	4	Como conseguimos calcular as enormes distâncias do universo? Já é, ou será algum dia, possível curar o daltonismo? O esperanto pode ser considerado uma língua morta?
ENTREVISTA	6	RODRIGO STABELI CURA PELO SOCIAL Erradicação da tuberculose depende de mudanças socioeconômicas
EXATAMENTE	9	SUSPENSE CÔSMICO Importante resultado sobre o começo do universo ainda levanta dúvidas
MUNDO DE CIÊNCIA	10	
A PROPÓSITO	15	A CINTURA DA AMPULHETA Estudo genético reafirma semelhança entre embriões de todos os animais
LINHA DO TEMPO	41	UM LUGAR DE MEMÓRIA Castelo de Vincennes foi palco de vários episódios da história da França

TUBERCULOSE: DESAFIOS DE UM INIMIGO MILENAR **16**

Pesquisa e ações de saúde pública marcam esforço brasileiro de combate à doença
Por Milton Ozório Moraes

A EVOLUÇÃO NO TRATAMENTO **17**

Novo sistema busca evitar que pacientes deixem de se tratar e prevenir a resistência do bacilo. *Por Margareth Pretti Dalcolmo*

DA INFECÇÃO À DOENÇA **20**

Estudos que visam prever quem terá tuberculose ativa ajudam a aumentar eficácia do tratamento. *Por Solange Cesar Cavalcante e Valéria Cavalcanti Rolla*

ACILO E VÍRUS: ALIANÇA PERIGOSA **23**

Portadores do vírus da Aids são mais suscetíveis à tuberculose e exigem cuidados especiais
Por Maria de Fatima Pessoa Militão de Albuquerque e Magda Maruza Melo de Barros Oliveira

NOEL NUTELS, TUBERCULOSE E POPULAÇÃO INDÍGENA **26**

Sanitarista foi pioneiro no atendimento aos índios e às populações do interior do país
Por Carlos Henrique Assunção Paiva

MENOS POBREZA, MENOS DOENÇA **29**

Controle da tuberculose depende não só da tecnologia, mas também da redução da miséria. *Por Maurício L. Barreto*

A MICROFÍSICA E OS NÚMEROS PRIMOS **32**

Físicos propõem novas formas de abordar antigas questões que intrigam os matemáticos. *Por Nami Fux Svaiter*

VAIAS E XINGAMENTOS NO FUTEBOL **36**

Diferentes significados podem ser associados à linguagem imprópria usada pelos torcedores. *Por Luiz Henrique de Toledo*



EM DIA	42	PANORAMA TB Queda na mortalidade, alta incidência em prisões, nova micobactéria e outros fatos sobre a tuberculose
	44	RÉPTIL VOADOR NO SUL DO BRASIL No noroeste do Paraná, pesquisadores acham nova espécie de pterossauro
	46	'PRAIA' MINEIRA Descoberta de fósseis de origem marinha confirma que Minas Gerais já teve mar
	48	ALTERNATIVA PARA O SERTÃO Membrana de nanofiltração poderá dessalinizar água para o Nordeste
	50	MAPA VIRTUAL DAS ARTÉRIAS Modelo computacional reproduz sistema cardiovascular e facilita diagnósticos e tratamentos
	52	QUEM NÃO TEM COLÍRIO... Criado dispositivo que substitui aplicação em gotas de medicamentos nos olhos

CIDADE INTEIRA	53	GERAÇÃO 21: COMO RESPONDER? Momento sociopolítico favorece mudança do modelo de urbanização
ENSAIO	54	GENOMA DA BACTÉRIA DA TUBERCULOSE Sequenciamento do DNA do bacilo de Koch pode auxiliar no combate à doença
	56	ORACY NOGUEIRA Sociólogo lançou ideias pioneiras sobre o estigma da tuberculose e as relações raciais
MEMÓRIA	58	DOS DELITOS E DAS PENAS Há 250 anos, o italiano Cesare Beccaria publicou livro fundamental sobre o direito
RESENHA	60	CONHECIMENTO ATUALIZADO E ABRANGENTE Resenha do livro <i>Controle da tuberculose: uma proposta de integração ensino-serviço</i> , de Maria José Procópio (org.)
CARTAS	62	
QUAL O PROBLEMA	63	PARA O INFINITO... E ALÉM! Pensadores debatem há milênios as propriedades do infinito
SOBREHUMANOS	64	SEGREGAÇÃO E DECLÍNIO DOS CENTROS URBANOS Degradação de cidades norte-americanas está ligada a questões raciais

NOTÍCIAS

GALERIA

INSTITUTO CH

VIDEO

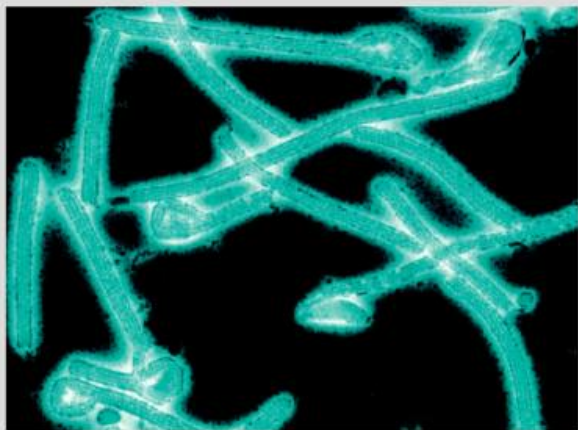


FOTO THOMAS W. CEISBERT - NATURE

MEDICINA > Ebola em xeque?

Pesquisadores do Canadá conseguem eficácia de 100% no tratamento de macacos infectados com o vírus ebola. A droga já foi testada em humanos e, no momento, é o que existe de mais promissor para o controle dessa doença fatal ainda sem cura.

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



FOTO ALEXANDER KELLNER

COLUNAS > <http://cienciahoje.uol.com.br/colunas>**PALEONTOLOGIA > O que aconteceu com os dinossauros?**

Alexander Kellner trata de um tema controverso: a hipótese de que esses répteis poderiam não ter desaparecido se o asteroide ou cometa responsável por sua extinção tivesse caído na Terra antes ou depois da época em que caiu.

NOTÍCIAS > <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias>**EDUCAÇÃO > Brasileiro: 'analfabeto' científico?**

Novo índice mostra que a ciência influencia a forma de ver o mundo e de lidar com situações complexas de apenas 5% dos avaliados, enquanto mais da metade sequer consegue aplicar o que aprendeu na escola em situações cotidianas.



FOTO FLUOR - FORTMAGAS - CC BY-NC-ND 2.0



FOTO ANITA BERGCKE - FREEIMAGES

ALÔ, PROFESSOR > <http://cienciahoje.uol.com.br/alo-professor>**EDUCAÇÃO CIENTÍFICA > Evolução ainda na infância**

Crianças pequenas são capazes de lidar bem com noções de adaptação e de seleção natural, bases para a compreensão adequada da teoria darwiniana sobre a origem das espécies.

NOTÍCIAS > <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias>**TOXICOLOGIA > Plástico engorda**

Pesquisa apresentada em principal encontro de biologia experimental do país aponta que substância presente em materiais plásticos pode causar disfunções hormonais na tireoide e levar ao ganho de peso.



FOTO HUGO CROMAZZA - ILLIC - CC BY-NC-ND 2.0

e muito mais >>>

Acompanhe a CH On-line também no

facebook

twitter

YouTube

tumblr

del.icio.us

VALTÃO VÉI, VIA FACEBOOK

Como conseguimos calcular as enormes distâncias do universo? E como calcular especificamente a distância mínima e máxima (afélio e periélio) do nosso planeta aos outros planetas do sistema solar?

EXISTEM VÁRIOS MÉTODOS para realizar essa tarefa. A paralaxe, por exemplo, usa a trigonometria para determinar a posição de corpos relativamente próximos. Pense no efeito que sentimos quando nos movimentamos: objetos mais próximos parecem se mover mais rápido do que os mais distantes.

A paralaxe usa o mesmo raciocínio: calcula a posição do objeto a partir da comparação de sua posição relativa em duas épocas do ano, em relação a um fundo de estrelas mais distantes (que serve como referencial estático). É como o trabalho realizado pelo nosso cérebro na visão: cada olho observa um objeto em uma posição (nessa comparação, as duas observações feitas da Terra), e o cérebro determina a posição real a partir do cruzamento dessas informações.

Já para lidarmos com objetos a distâncias muito grandes, cujo movimento nos céus é pouco perceptível para nós, avalia-se a luminosidade das estrelas. Sabemos que a intensidade do brilho de uma lâmpada diminui quando nos afastamos dela e aumenta quando nos aproximamos — e isso permite estimar sua distância. O problema é que, no caso das estrelas, temos astros de brilho fraco que estão mais próximos e astros de brilho forte que estão mais longe. Para contornar esse problema, usamos como referência astros próximos que oscilem com uma luminosidade regular e conhecida.



Mas ainda há outra opção, para o caso de existir algum objeto de brilho desconhecido na frente do corpo que pretendemos observar ou de não existirem referências de brilho próximas: o desvio para o vermelho ou efeito Doppler da luz. Quanto mais os corpos se afastam de nós, mais a luminosidade proveniente deles sofre um desvio para uma faixa de mais baixa frequência do espectro eletromagnético (o infravermelho). Como sabemos que o universo está em expansão e as demais estrelas longínquas se afastam de nós, é possível tirar proveito disso para determinar sua posição. Vale lembrar que esse efeito só é percebido quando grandes distâncias estão envolvidas.

É claro que essas distâncias são estimadas — não é possível dizer a distância das estrelas até nós com o mesmo nível de precisão da separação entre Lua e Terra, por exemplo. Para objetos próximos, ainda podemos utilizar o radar como instrumento de medição, com base no intervalo de tempo que a onda eletromagnética (cuja velocidade de propagação nós conhecemos) leva para ir até o planeta e voltar.

As distâncias astronômicas podem ser representadas em unidades como anos-luz (distância que a luz percorre em um ano), parsec (equivalente a 3,26 anos-luz) ou em unidades astronômicas (UA), distância média entre a Terra e o Sol, usada para intervalos menores.

Para calcular especificamente o afélio e o periélio de nosso planeta em relação a nossos vizinhos no sistema solar, em geral usamos as leis de Kepler, que descrevem movimentos planetários, combinadas com a observação das distâncias desses corpos até nós. Dessa forma, podemos determinar uma relação entre elas que nos permita dizer os pontos de máxima aproximação e afastamento.

Alberto Alves de Mesquita

COORDENAÇÃO DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS,
MUSEU DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS AFINS (RJ)



SAMARA FREITAS, POR CORREIO ELETRÔNICO

Já é, ou será algum dia, possível curar o daltonismo?

EM TEORIA, é possível corrigir o problema por meio da modificação genética de estruturas da retina. Mas ainda não foram feitos os testes necessários para que esse procedimento seja considerado seguro e aplicado na correção do daltonismo.

Os cones, células fotorreceptoras da nossa retina, têm três tipos de proteínas, chamadas opsinas, responsáveis pela percepção de cores. Essas proteínas têm picos de absorção para diferentes cores no espectro de luz: mais próximos do comprimento de onda do vermelho, do verde ou do azul. Elas também são responsáveis pela percepção de outras cores em outros comprimentos de onda, mas em intensidades variadas.

O indivíduo daltônico tem uma mutação genética nas opsinas que faz com que ele perceba o vermelho, o verde e o azul, mas apresente baixa discriminação de tons que misturam essas cores. O mais frequente é a dificuldade para a gama das cores terra, que são a mistura do verde e do vermelho.

Existem estudos de terapia gênica em primatas nos quais uma cópia correta do gene da opsina foi inserida nas células da retina. Nessas experiências, a retina passou a expressar a opsina faltante melhorando a percepção visual. Essa técnica tem sido usada para tratar doenças mais graves que causam cegueira, como a amaurose congênita de Leber.

O daltonismo é uma alteração que atrapalha algumas atividades específicas, mas não limita a vida do indivíduo. O conhecimento sobre terapia gênica terá que melhorar para que esse procedimento seja seguro o suficiente para que um dia possa ser aplicado em pessoas daltônicas. Além disso, a modificação do nosso material genético produz discussões éticas sobre as quais a sociedade terá que refletir nos próximos anos.

Juliana Sallum

DEPARTAMENTO DE OFTALMOLOGIA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO (UNIFESP) E INSTITUTO DE GENÉTICA OCULAR

ABRAÃO ANTUNES, POR CORREIO ELETRÔNICO

O esperanto pode ser considerado uma língua morta?

NÃO. Mesmo enfrentando os fortíssimos interesses da indústria do ensino de línguas, do imperialismo cultural e até dos regimes totalitários que, em diversas regiões do planeta, perseguiram e executaram esperantistas, essa língua internacional – ou, como se diz em esperanto, a *internacia lingvo* – tem sobrevivido. E mais: vem construindo, paralelamente, uma literatura, uma música – e até um cinema! – caracterizados pelo respeito à alteridade cultural e pela transnacionalidade.

Não é raro que o esperanto seja visto como projeto fracassado, ou ainda como impossível de se realizar na prática, uma vez que lhe faltaria o substrato cultural coletivo presente nas línguas naturais. Contudo, tais pensamentos não correspondem aos fatos. Desde sua criação, em 1887, o esperanto vem demonstrando a resistência e a solidez dos valores de solidariedade e respeito à alteridade que impulsionaram seu criador – o médico e filólogo polonês de origem judaica Ludwik Zamenhof (1859-1917).

Propondo-se a atuar como a segunda língua de cada povo – e não substituir os idiomas já existentes – o esperanto se vale, nos aspectos fonético e morfossintático, de regularidade e lógica extremas, além de usar um léxico comum às línguas europeias. Portanto, apresenta relativa facilidade no seu aprendizado. E se mostra também como agente facilitador na aprendizagem de outras línguas.

Contudo, justamente por ser a segunda língua, torna-se difícil precisar quantos falantes o esperanto teria hoje: as estimativas mais confiáveis apontam para um número superior a 200 mil, distribuídos pelos cinco continentes. Tal fato é, quando comparado ao espantoso número de idiomas extintos desde sua criação, uma eloquente prova de sua vitalidade. Vitalidade que recebeu novo fôlego com o advento da internet e, sobretudo, das redes sociais, que têm ajudado a divulgar e a congregar os falantes do idioma.

Há também numerosos cursos, congressos e encontros realizados por todo o mundo ao longo do ano – como o Congresso Brasileiro de Esperanto, por exemplo, que acontecerá no Rio de Janeiro (RJ) em janeiro de 2015 (mais informações em www.esperanto.org.br).

Luiz Fernando Dias Pita

INSTITUTO DE LETRAS, UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

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

RODRIGO STABELI

CURA PELO SOCIAL

A tuberculose é um sério problema da saúde pública no Brasil. A cada ano, são notificados aproximadamente 70 mil casos novos e 4,6 mil mortes em decorrência da doença. Embora seja uma enfermidade com tratamento estabelecido há cinco décadas, sua transmissão ainda não está controlada e ocorre sobretudo entre as populações mais desfavorecidas econômica e socialmente.

Sem a atenção de grandes indústrias farmacêuticas e do setor privado de saúde, o combate à tuberculose no país é feito essencialmente por órgãos públicos. Entre eles se destaca a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), que, além de promover a pesquisa na área, fabrica medicamentos e vacinas usados no tratamento e na prevenção da doença e atua no cuidado do enfermo por meio de duas de suas unidades.

Nesta entrevista, o vice-presidente de pesquisa da instituição, Rodrigo Stabeli, fala sobre a atuação da Fiocruz na prevenção e no controle da doença, destaca as medidas que vêm sendo adotadas para melhorar o seu tratamento e sustenta que apenas mudanças sociopolíticas podem erradicar a tuberculose.

SOFIA MOUTINHO | CIÊNCIA HOJE | RJ



FOTÓGRAFO: ADRIANO

A tuberculose é uma doença tratável e, ainda assim, não foi controlada no Brasil. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o Brasil faz parte da lista de 22 países que concentram 80% dos casos mundiais da doença. Quais são as principais dificuldades do combate à tuberculose no país? A tuberculose é uma das doenças mais antigas no mundo e afeta cerca de 85 milhões de pessoas em todo o globo. No Brasil, há cerca de 100 mil infectados, dos quais aproximadamente 70 mil são novos casos a cada ano. Ao contrário do que a OMS divulga, a incidência no país é muito baixa, de 35,4 casos a cada 100 mil habitantes, que pode ser comparada com a dos grandes centros desenvolvidos. A questão é que a OMS não olha para esses números de incidência, eles divulgam apenas os números absolutos de notificações. Como o Brasil é um país continental, a incidência distribuída pela população total é baixa.

Ainda assim, costumamos dizer que a tuberculose é uma doença ligada à pobreza e provocada por um micro-organismo oportunista. Se a pessoa tem uma baixa na resistência imunológica, por condições diversas, a bac-

QUANDO OLHAMOS PARA OS ÍNDICES DE TUBERCULOSE NO BRASIL, VEMOS QUE ELES ESTÃO ASSOCIADOS À POBREZA, PRINCIPALMENTE A CIDADES QUE TÊM MAIS DE 100 MIL HABITANTES E UMA POPULAÇÃO PERIFÉRICA MUITO GRANDE COM NÍVEL INSALUBRE ALTO

téria aproveita essa oportunidade para infectar e manifestar a doença nessa pessoa. Quem é que tem baixa na resistência imunológica? Quem trabalha excessivamente, quem sofre muito estresse no dia a dia e quem tem menos condições de vida, com baixa qualidade de moradia. Então, quando olhamos para os índices de tuberculose no Brasil, vemos que eles estão associados à pobreza, principalmente a cidades que têm mais de 100 mil habitantes e uma população periférica muito grande com nível insalubre alto. Pessoas com baixa imunidade pegam tuberculose com facilidade e, geralmente, essa transmissão ocorre em aglomerados insalubres. Ou seja, o principal desafio no combate à tuberculose no Brasil é o saneamento básico; é dar maior qualidade de vida para essa população. Se as pessoas morarem e comerem bem, vamos controlar a tuberculose. Diminuir a pobreza e as condições insalubres de moradia é o melhor remédio.

Aqui, na Fiocruz, temos isso em mente e mantemos programas sociais como o projeto 'Teia Manguinhos', que é a ação da assistência primária dentro das comunidades do entorno. A Fiocruz trabalha no combate à tuberculose por meio de pesquisas multifatoriais, desde estudos sociais até pesquisas avançadas de medicamentos e vacinas. Além disso, faz a assistência e o cuidado ao paciente com tuberculose por meio de seu Centro de Referência à Tuberculose Professor Hélio Fraga, da Escola Nacional de Saúde Pública, e o Hospital Instituto Nacional de Infectologia.

No Brasil, está disponível para todos, no Sistema Único de Saúde (SUS), o tratamento farmacológico para a tuberculose, feito à base de antibióticos da década de 1970 que exigem um longo tempo de terapia, o que muitas vezes leva o paciente a abandonar o tratamento. Qual a principal barreira para o desenvolvimento de novos fármacos mais eficientes: capital intelectual ou financeiro? Há vários fatores. A tuberculose é negligenciada do ponto de vista do financiamento. Por ser uma doença de pobre, o desenvolvimento de novos fármacos não é atraente para as empresas farmacêuticas, e o estudo de novas drogas fica para as entidades governamentais, na maioria das vezes. Além disso, a bactéria da tuberculose é muito versátil e isso faz com que se demore um tempo para descobrir novas drogas que tenham menores efeitos adversos e maior eficácia. Por causa dessa versatilidade, usamos um coquetel de

medicamentos para controlar a infecção e é necessário um tratamento prolongado. Muitas vezes, relacionamos a tuberculose com a sua forma pulmonar, mas ela pode se instalar em qualquer órgão do corpo humano: rins, meninges, pele. Por ser uma doença de difícil cura, precisamos desses antibióticos. Eles são muito eficientes se o paciente faz o tratamento corretamente.

Mas muitas vezes o paciente abandona o tratamento justamente porque ele é longo. Na Fiocruz, está sendo feita alguma pesquisa no sentido de melhorar esses medicamentos e diminuir o seu tempo de uso? Existem vários grupos estudando novos medicamentos para a tuberculose, dentro e fora da Fiocruz. O abandono do tratamento é um dos grandes problemas atuais no controle da doença. Quando começa a se tratar, o paciente melhora, geralmente, nos dois primeiros dias e, muitas vezes, interrompe os medicamentos. Nas duas primeiras semanas de tratamento intensivo, a bactéria deixa de ser infecciosa, ou seja, a pessoa não transmite mais a doença. Porém, para se curar do bacilo de vez, é preciso continuar tomando os antibióticos todos os dias durante seis meses. Se o paciente para de tomá-los antes de se curar, ele volta a ter a doença e a transmiti-la. Além disso, ele pode desenvolver resistência ao antibiótico usado e dar origem a formas multirresistentes da bactéria, o que torna o combate ainda mais difícil.

Para acelerar o desenvolvimento de novos fármacos, parcerias com a iniciativa privada seriam uma boa opção? O Ministério da Saúde é responsável pelo Programa Nacional de Combate à Tuberculose e é ele que define essas diretrizes. A Fiocruz também faz parte do Ministério e conta com muitos pesquisadores estudando a doença, mas não sei dizer se existe esse movimento com a iniciativa privada. Uma possível forma de parceria com a indústria farmacêutica seria trabalhar por demanda, por exemplo, realizando testes de medicamentos produzidos por eles. Essa estratégia não seria interessante para nós, pois temos duas fábricas que poderiam atuar no desenvolvimento de fármacos. Outro caminho, mais plausível, seria desenvolver o medicamento em caráter experimental e oferecê-lo para a indústria testar. Mas ainda não temos fármacos considerados eficientes, chamados de 'série ouro', que poderiam ser testados.

>>>

Segundo uma estimativa da OMS, um terço dos cerca de 9 milhões de pessoas que contraem alguma forma de tuberculose por ano no mundo não recebem o tratamento necessário por erro de diagnóstico. Hoje, temos no SUS o tradicional diagnóstico por análise de escarro e também o teste genético que detecta a bactéria no sangue em apenas duas horas. Ainda precisamos de métodos de diagnóstico mais precisos?

Os métodos que temos hoje são muito seguros e eficazes. A questão é que não existe tratamento da tuberculose fora do sistema público de saúde e isso nos causa um problema. Por causa disso, a maioria das escolas de medicina tem falhado no ensino sobre a tuberculose, negligenciada nas grades curriculares de doenças infecciosas. Existe essa ideia equivocada de que o tratamento da tuberculose cabe ao sistema público e a medicina particular acaba negligenciando o diagnóstico da doença. Muitos médicos hoje não sabem identificar a tuberculose, que tem um diagnóstico simples com sinais claros: pessoas que estão tossindo há mais de uma semana, com baixa capacidade respiratória, cansaço, escarro e tosse com sangue. Essas pessoas devem ser encaminhadas para o SUS para fazer o diagnóstico diferencial, muito simples, que é a procura da bactéria no escarro.

Nos centros de referência, há todos esses métodos para fazer o diagnóstico. Mas, quando o paciente entra em um hospital com suspeita de tuberculose, se a triagem não for boa, ele acaba negligenciado. O médico sem capacidade de olhar para o paciente vai começar a tratá-lo como se tivesse qualquer outra doença com os mesmos sintomas, como uma possível pneumonia, e não vai fazer a pesquisa por tuberculose.

A Fundação Ataulpho de Paiva (FAP) e a Fiocruz lançaram em 2006 o genoma completo do BCG Moreau RDJ, cepa usada na vacina aplicada no Brasil contra a tuberculose. Como o sequenciamento do bacilo pode ajudar no combate da doença e no melhoramento da vacina BCG, que hoje imuniza apenas contra as formas graves da doença em crianças? Realmente, a vacina BCG atual não previne formas graves da doença em adultos, principalmente a pulmonar, muito relacionada à questão social. Então a Fiocruz atua no melhoramento da BCG. Existem pesquisadores que estão trabalhando nisso a partir desse sequenciamento. Procuramos os melhores pedaços dos genes da bactéria para usar na vacina para que a reação imunológica seja a mais alta possível. A BCG tradicional dá uma resposta imunológica que provê cobertura ampla para as crianças, mas existe a possibilidade de desenvolver a doença na vida adulta. Nós procuramos melhorar essa cobertura vacinal por meio dessa busca de moléculas do bacilo. A melhor vacina é aquela que, quando aplicada apenas uma vez, a pessoa não desenvolve mais a doença. Queremos uma BCG mais potente que proteja também na fase adulta.

Existe perspectiva de quando essa vacina mais potente vai estar disponível? Trabalhar com novas terapêuticas para doenças negligenciadas e com multirresistência é um grande desafio. Nossos estudos mostram que já houve alguma melhoria na vacina BCG, inclusive na que já é oferecida no SUS, mas não existe previsão para lançamento de uma vacina com cobertura total.

Como o senhor falou, a pesquisa da tuberculose é interdisciplinar e envolve áreas muito distintas. Como a Fiocruz faz para articular todos os pesquisadores ligados a esse tema de estudo? Temos um programa integrado de pesquisa da tuberculose chamado FioTB. Esse programa reúne os pesquisadores que trabalham com tuberculose para estudar melhorias no controle da doença, sejam elas farmacológicas ou de controle social. O programa foi criado este ano sob a coordenação do professor Miguel Aiub, da Escola Nacional de Saúde Pública (Ensp) e do Centro de Referência Professor Hélio Fraga, instituto especializado no tratamento, controle e prevenção da tuberculose na Fiocruz. O programa está ainda em estruturação, congregando esses pesquisadores que já trabalham na temática em todas as unidades da Fiocruz.

A nossa ideia com isso é justamente olhar para essa doença de forma interdisciplinar. Assim, vamos promover um congresso bianual, no qual os pesquisadores poderão conversar entre si e com cientistas de todo o mundo. O primeiro encontro deve ocorrer em junho do ano que vem para discutir, por exemplo, as diferenças de incidência da doença nas cidades brasileiras. O comportamento da tuberculose que acontece numa favela é diferente do comportamento da doença num subúrbio, numa fábrica e em outras condições insalubres, ou na associação com outras doenças como Aids e hepatite. O que estamos fazendo é com que essas pessoas trabalhem de forma ordenada e em conjunto para não apenas fomentar publicações científicas, mas estar inseridos completamente no programa nacional de combate à tuberculose do Ministério da Saúde.


Qual deve ser o foco de ação para combater e erradicar de vez a doença no país? O que falta no combate à tuberculose, na verdade, é uma política pública integrada entre os diversos atores governamentais e não só um plano nacional do Ministério da Saúde. A conta não é só do ministério. Precisamos de uma política de sintonia entre estados e municípios. Não é necessária alta tecnologia para cuidar da tuberculose, ao contrário de outras doenças transmitidas por vírus e vetores. A tuberculose não precisa de nada complicado, apenas de uma política pública que leve em consideração as condições de vida e bem-estar, empregada nos focos epidêmicos já conhecidos da doença, como, por exemplo, comunidades pobres, presídios e comunidades indígenas. 



FOTO: OCÉRO RODRIGUES

Só em alguns meses saberemos se entrou areia, ou melhor, poeira, no anúncio do Bicep2

Cerca de 380 mil anos depois do *Big Bang* – o evento associado ao surgimento do tempo e espaço como os conhecemos –, os elétrons e prótons, espalhados pelo cosmo, combinaram-se, dando origem aos primeiros átomos neutros, permitindo, assim, que os fótons (partículas de luz) se deslocassem livremente.

Em 1964, esses fótons primitivos – que banham o universo e formam a chamada radiação cósmica de fundo – foram observados acidentalmente pelo teuto-americano Arno Penzias e o norte-americano Robert Wilson, o que lhes rendeu, 14 anos depois, o prêmio Nobel de Física.

Hoje, 13,8 bilhões de anos depois do *Big Bang*, a radiação cósmica de fundo tem uma temperatura de aproximadamente 270°C negativos e está dotada de flutuações espaciais diminutas. Com base nessas duas propriedades, foi possível gerar uma fotografia bastante nítida de como era o universo em sua infância: uma sopa extremamente quente e homogênea de partículas elementares.

Mas, além da temperatura e das flutuações, há outras informações codificadas na radiação cósmica de fundo. Ela é formada por ondas eletromagnéticas que podem ser decompostas em dois tipos de oscilação (ou polarizações): os modos E e os modos B. O problema é que, até recentemente, ninguém havia conseguido medir estes últimos. Mas, em março deste ano, a colaboração norte-americana Bicep2, com seu telescópio no polo Sul, disse ter conseguido a façanha. E que isso revelava a face do universo imediatamente depois de sua criação.

Como isso é possível?

Acredita-se que, logo depois do *Big Bang*, o tamanho do universo tenha aumentado exponencialmente – esse fenômeno, de curtíssima duração, é chamado

período inflacionário. Um efeito colateral dessa inflação é a produção de perturbações gravitacionais que se propagam como ondas à velocidade da luz. A teoria diz que essas ondas geram padrões especiais na radiação cósmica de fundo. Graças a esses padrões, a radiação cósmica de fundo teria ganhado – ao colidir com os elétrons, imediatamente antes da combinação destes com os prótons – uma polarização do tipo B, que, por sua vez, permaneceu gravada na radiação cósmica de fundo até os dias de hoje.

Assim, o grande *frisson* causado pelo anúncio do Bicep2 veio da inferência de que, ao detectar os modos B, os pesquisadores estariam indiretamente observando as ondas gravitacionais produzidas logo depois do *Big Bang*: um resultado digno de um Nobel.

Era sobre isso que nosso grupo discutia, quando Gabriel Cozzella, o mais jovem dos estudantes, chamou a atenção para uma nota publicada em maio deste ano na prestigiosa revista *Science*. A nota lembrava que havia outras causas (muito menos glamorosas) que poderiam levar à produção de modos B – por exemplo, a emissão de radiação a partir de poeira galáctica – e que não havia ficado claro se a equipe do Bicep2 havia descartado corretamente essas contaminações espúrias de seus resultados. Se esse for o caso – e os modos B anunciados pelo Bicep2 não tiverem a ver com as ondas gravitacionais primordiais –, a imagem da comunidade científica pode sair arranhada.

A questão deve ser resolvida nos próximos meses, quando o telescópio espacial Planck, da Agência Espacial Europeia, divulgar seus resultados, que são bem mais abrangentes. Só então saberemos se entrou areia, ou melhor, poeira, no anúncio do Bicep2. ■

GEORGE MATSAS
Instituto de Física Teórica,
Universidade Estadual Paulista

DESTAQUE > MEDICINA > AVANÇOS RECENTES SOBRE A DOENÇA QUE MATA POR ANO 1,3 MILHÃO DE PESSOAS NO MUNDO

Tuberculose: origens, diagnóstico e diabetes

Neste especial 'Tuberculose', vão aqui três novidades sobre a doença. A primeira revela como ela pode ter chegado ao continente americano. A outra promete levar a um diagnóstico para o quadro em sua forma 'adormecida'. A terceira mostra como o crescimento do diabetes pode inflar os números da epidemia mundial de tuberculose.

A equipe do paleogeneticista Johannes Krause, da Universidade de Tübingen (Alemanha), por meio da análise de restos de DNA de bactérias da tuberculose, mostrou que a doença pode ter chegado ao continente americano por meio de focas ou leões-marinhos. O material genético analisado por Krause e colegas foi extraído de esqueletos humanos com cerca de mil anos de idade achados no Peru.

Sabe-se que as linhagens da *Mycobacterium tuberculosis* (bactéria que causa a doença em humanos) encontradas hoje em habitantes do continente americano são geneticamente muito semelhantes àquelas achadas na Europa — daí se pensar que a introdução do quadro por aqui ocorreu no século 16, com a chegada dos colonizadores espanhóis.

No entanto, Krause e colegas, ao analisarem os genomas de três amostras de DNA da bactéria extraídas dos esqueletos, concluíram que elas são similares à *Mycobacterium pinnipedii*, adaptada a focas e leões-marinhos. Com base nisso, os autores propõem que o contágio tenha ocorrido entre esses mamíferos marinhos e humanos. E só mais tarde é que essa linhagem teria sido substituída pela *M. tuberculosis* europeia, mais agressiva. O artigo está em *Nature* (21/08/14).

Outro desdobramento interessante (e intrigante) do estudo: o ancestral comum mais recente da *M. tuberculosis* teria apenas

6 mil anos de idade. Segundo Krause e colegas, foi nessa época que focas e leões-marinhos teriam sido infectados, nas costas africanas, por algum hospedeiro da bactéria.

No entanto, esse intervalo de tempo contrasta muito com os 70 mil anos que o conhecimento atual atribui à emergência dessa doença (*Nature Genetics on-line*, 01/09/13). Acredita-se também que os humanos tenham adquirido o micro-organismo ainda antes de migrar da África para outros continentes.

Críticos dizem que seria preciso encontrar mais esqueletos antigos com a bactéria — principalmente, em outras localidades do continente americano — para que as conclusões de Krause e colegas sejam corroboradas.

'ADORMECIDA' DIAGNOSTICADA O segundo artigo traz a esperança de que, com base em seus resultados, seja desenvolvido um método para diagnosticar a chamada tuberculose latente — ou seja, a pessoa tem a bactéria, mas não manifesta os sintomas da doença.

Dennis Montoya, da Universidade da Califórnia, em Los Angeles (EUA), e colegas mostraram que a proteína IL-32 (interleucina-32) poderia ser a razão pela qual um paciente portador da *M. tuberculosis* não adocece. Segundo os autores, essa proteína (em níveis mais elevados que o normal) poderia ser a responsável por ativar o sistema de defesa do organismo contra a bactéria. O artigo está em *Science Translational Medicine* (20/08/14).

Montoya e colegas mostraram ainda que o disparo da defesa contra a *M. tuberculosis* não depende só de altos níveis da IL-32, mas também de níveis adequados de vitamina D no organismo. Ou seja, proteína e vitamina devem agir conjuntamente (e em harmonia) para que a doença permaneça assintomática.

Isso explicaria por que populações com pele mais escura — que funciona como um filtro solar natural contra a radiação ultravioleta — seriam mais suscetíveis à tuberculose, como se vê com mais frequência na África e Ásia. A explicação é que a radiação solar é necessária para a fabricação dessa vitamina. Talvez, dizem os autores, níveis menores de vitamina D possam estar relacionados a índices mais elevados da doença. Se essas relações estiverem corretas, elas também poriam, sob risco maior de desenvolver a doença, pessoas com a pele muito branca que evitam tomar sol — no caso, para evitar o câncer de pele.

Os autores acreditam que medir os níveis sanguíneos da IL-32 poderia ser uma forma de diagnóstico para a presença da bactéria ou para fases ainda muito iniciais da doença. E que, talvez, a suplementação da vitamina D se mostre um modo eficaz de elevar as defesas contra o micro-organismo — traba-



FOTO RICARDO SANTISA

lho anterior do mesmo grupo já havia mostrado que a vitamina D ajuda a matar a bactéria.

Para se ter ideia da importância desses resultados, basta lembrar que cerca de um terço do mundo está infectado com a *M. tuberculosis*. Mas só de 5% a 10% desse universo manifestam a doença. No estado latente, não há contágio da doença, que, antes do advento dos antibióticos, era tratada com repouso, alimentação reforçada e, preferencialmente, em lugares de clima seco e frio. No Brasil, a cidade de Campos de Jordão (SP) se tornou famosa por seus sanatórios.

ASSOCIAÇÃO PERIGOSA A edição de setembro do periódico *The Lancet Diabetes & Endocrinology* publicou uma série de três artigos que chamam a atenção para um problema que tem se agravado nos últimos anos: a relação perigosa entre diabetes do tipo 2 e tuberculose. E esse binômio é ainda mais preocupante em países em desenvolvimento.

A relação pode parecer, à primeira vista, estranha. Mas é precedente: i) o diabetes aumenta os riscos de o portador da *M. tuberculosis* passar a manifestar os sintomas – ou seja, a doença se tornar ativa; ii) os resultados do tratamento da tuberculose são, em geral, piores em diabéticos; iii) estes, por sua vez, têm mais dificuldades de controlar as taxas de açúcar no sangue em relação a um diabético sem tuberculose. A chance de um diabético morrer ao longo do tratamento de tuberculose é cerca de duas vezes maior, se comparada com a de um não diabético.

O diabetes do tipo 2 é a forma da doença que leva à resistência do organismo à insulina (hormônio que ajuda a controlar os níveis de açúcar no sangue). A principal causa é a obesidade, e essa forma representa cerca de 90% dos casos da doença. A do tipo 1 é dita autoimune, ou seja, o sistema de defesa, por motivo ainda desconhecido, ataca o pâncreas, órgão onde a insulina é fabricada, e, assim, o hormônio deixa de ser produzido. Ambas têm impacto negativo na tuberculose, mas a principal responsável é a do tipo 2.

Um dos artigos indica que cerca de 15% dos casos de tuberculose em adultos no mundo já são associados ao diabetes, que afeta cerca de 380 milhões de pessoas no planeta atualmente. Surgem cerca de 1 milhão de novos casos dessa associação por ano, mais de 40% deles na Índia e China. A África do Sul tem 70 mil casos do binômio, mas tem as taxas mais altas de tuberculose entre os países: 1 mil casos por 100 mil habitantes, três vezes maiores do que o segundo lugar, Burma (377 casos/100 mil).

Se a tendência atual se mantiver, a redução dos casos de tuberculose sofrerá um declínio entre 3% e 8% por volta de 2035, apontam os autores. A meta (ambiciosa) das autoridades de saúde mundiais é chegar àquele ano com uma redução de 90% na incidência de tuberculose no mundo. A associação com o diabetes compromete esse objetivo.

A Federação Internacional de Diabetes estima que, nos próximos 20 anos, o número de casos de diabetes possa subir 21%, o que corresponderia a uma prevalência (sem dúvida, espantosa) de aproximadamente 10% da população adulta planetária. Em conjunto, tuberculose e diabetes têm tudo para reforçar o qualificativo 'mal do século', como a primeira era conhecida há cerca de 100 anos. Talvez, mais apropriado fosse 'males do século'.

CIÊNCIAS AMBIENTAIS

O OCEANO ENGOLIU O CALOR?

No final do século passado, a temperatura média da Terra cresceu bastante e de forma alarmante. Era o aquecimento global em seu período mais majestoso e crítico. Porém, neste século, esse aumento foi perdendo força. Dezenas de teorias tentaram explicar o fenômeno: vulcões, manchas solares, poluição atmosférica... Agora, surgiu mais uma: os oceanos teriam 'engolido' o excesso de calor. A parte preocupante da pesquisa: as águas prometem regurgitá-lo.

O 'enfraquecimento' do aquecimento global nos últimos anos tem servido de pólvora para os disparos contra as chamadas mudanças climáticas – por trás desse bombardeio, está principalmente o lobby das petroleiras mundiais, que, claro, não têm interesse em que os combustíveis fósseis (os vilões do aquecimento global) percam mercado.

Para os cientistas, a diminuição recente no aumento da temperatura média da superfície terrestre tem sido misteriosa. Afinal, para onde teria ido aquele calor do final do século passado?

Agora, Ka-Kit Tung, da Universidade de Washington, em Seattle (EUA), e Xianyao Chen, da Universidade do Oceano (China), defendem, com base na análise de sensores espalhados pelos mares, que o calor teria sido levado da superfície dos oceanos para partes profundas deles, por conta de águas mais salinas (e, portanto, densas).

Que os oceanos têm a capacidade de armazenar calor, isso não é novidade. Mas a pesquisa de Tung e Chen – cujos resultados estão em *Science* (22/08/14) – mostrou que essa estocagem não está distribuída homogeneamente pelo planeta: só o Atlântico (tanto Norte quanto Sul) e oceanos da região mais ao sul do planeta estariam guardando o excesso de calor.

Com base em eventos semelhantes, os autores dizem que esse calor fica armazenado de 20 a 35 anos. E que, daqui a mais ou menos uma década e meia, ele voltará à superfície, para completar seu ciclo natural de 30 anos de duração, em média. E aí os termômetros vão voltar a mostrar com mais vigor o aumento da temperatura média da Terra. Ou seja, aquele cenário do final do século passado voltará a se repetir.

Em estudo anterior, a dupla de pesquisadores já havia proposto que o aquecimento verificado entre 1975 e 2000 era resultado do somatório do aquecimento global e da liberação de calor pelo oceano Atlântico.

BIOQUÍMICA

CÂNCER: UMA ASPIRINA POR DIA...

A medicina acaba de oferecer uma daquelas receitas – que as pessoas geralmente adoram, por conta da simplicidade – para combater vários tipos de câncer: tomar um comprimido de aspirina por dia.

Esse é o principal resultado do maior estudo feito até agora – que reviu cerca de 200 pesquisas – sobre a relação aspirina (ou ácido acetilsalicílico) e câncer. O levantamento foi liderado por Jack Cuzick, da Universidade Queen Mary de Londres.

Os percentuais da prevenção impressionam: câncer de intestino, 35% de redução na incidência e 40% na mortalidade; câncer de próstata, 10% e 15%; câncer de estômago, 30% e 35%; câncer de esôfago, 30% e 50%; câncer de mama, 10% e 5%.

O estudo concluiu que, com essa iniciativa simples, cerca de 130 mil mortes de pessoas com mais de 50 anos poderiam ser evitadas nas próximas décadas no Reino Unido. Os resultados indicam que seria aconselhável tomar 75 mg de aspirina por dia – dose bem mais baixa

que a dos comprimidos vendidos em farmácias (500 mg) – por no mínimo cinco anos e no máximo 10. Os autores dizem que os efeitos benéficos da medicação permanecem por cerca de uma década mesmo que se pare de tomá-la.

Cuzick disse ao jornal britânico *The Guardian* que tomar aspirina é a terceira prática mais importante para reduzir as chances de ter câncer. A primeira e a segunda, respectivamente: parar de fumar e combater a obesidade.

O pesquisador revelou que tem tomado o comprimido diariamente nos últimos quatro anos. O estudo mostrou que os efeitos para pessoas entre 50 e 65 anos de idade começam a aparecer depois que a prática é realizada por, pelo menos, cinco anos. E que os benefícios surgem até para pessoas que praticam um estilo de vida saudável. O estudo de revisão, publicado em *Annals of Oncology* (08/08/14 *on-line*), não achou benefício em tomar aspirina antes dos 50 anos.

Suspeita-se que o mecanismo pelo qual a aspirina proteja contra o câncer esteja baseado em sua: i) ação anti-inflamatória; ii) de 'afinamento' do sangue. No primeiro caso, ao prevenir a inflamação, evitaria que as células se dividam, processo que aumenta o risco de mutação, ou seja, de surgimento de células cancerosas. No segundo: a aspirina se liga às plaquetas sanguíneas, que, assim, não podem levar células cancerosas para outras regiões do corpo (metástase, na linguagem médica).

Mas, por enquanto, são só hipóteses sobre a ação do medicamento.

Os benefícios do medicamento vão além: a aspirina reduz a incidência de derrames (AVCs) e de ataques cardíacos na população em geral. Mas o estudo mostrou que, enquanto os ataques cardíacos diminuem em 18% e o de mortes por esse quadro em 5%, os derrames são reduzidos em 5%, mas o risco de morte, nesse caso, eleva-se em 21%.

GEOLOGIA

'ROLLING STONES': MISTÉRIO SOLUCIONADO

O mistério das pedras deslizantes foi finalmente resolvido

Há sete décadas, um mistério vem assombrando o Vale da Morte (EUA): pedras movem-se sozinhas. Agora, elas foram pegas no ato. E o fenômeno intrigante foi solucionado.

No Parque Nacional do Vale da Morte, que fica entre os estados da Califórnia e de Nevada, um local conhecido como Racetrack Playa – na verdade, um leito seco de um lago – abriga rochas (algumas bem pesadas) que se movimentavam e deixavam um rastro desse deslocamento. O problema é que, até agora, ninguém as havia visto se mexerem. O que se observava era sempre a mesma coisa: a pedra parada, e, atrás dela, uma trajetória – às vezes, longa e em ziguezague.

E, como todo fato intrigante, várias teorias (científicas ou não) surgiram para explicar as tais pedras deslizantes.

Em 2011, dois primos, Richard Norris, do Instituto Scripps de Oceanografia, na Califórnia, e Jim Norris, engenheiro da iniciativa privada, levaram equipamentos para Racetrack Playa. Lá, instalaram câmeras fotográficas especiais e puseram detectores GPS em 15 pedras – a mais pesada delas com cerca de 15 kg. Um colega chegou a dizer que o experimento tinha tudo para ser o “mais chato feito até hoje”.

Mas a monotonia se quebrou em novembro do ano passado. Os sensores mostraram pedras se movendo com velocidades de 3 m/s a 16 m/s. E tudo foi registrado pelas câmeras. Daí, em diante, foi analisar os dados.

A conclusão: o movimento das pedras se deve a uma conjunção de fatores: chuva, vento, gelo e Sol. Já se desconfiava de alguns

FOTO: LOUPELLO/WWW.COMMONS

Além do revés relacionado ao derrame, é preciso lembrar que o ácido acetilsalicílico causa hemorragia estomacal e intestinal – e esse quadro pode levar à morte, por vezes. Segundo o estudo, as hemorragias podem ser agravadas pela presença no estômago da bactéria *Helicobacter pylori*, causadora da úlcera. Além disso, há quem seja alérgico à medicação, apresentando reações como coceira, rinite, olhos vermelhos, lábios inchados etc.

Então, é uma questão de ponderar custos e benefícios. Cuzick recomenda que se consulte um médico antes de tomar aspirina diariamente.

Em tempo: a relação 'ingestão de aspirina/prevenção de ataque cardíaco' será o tema de estudo em larga escala que envolverá dados sobre cerca de 30 milhões de norte-americanos. Um dos objetivos é determinar a dose ideal. Está marcado para começar no início do ano que vem e será coordenado pelo Pcori (sigla, em inglês, para algo como Instituto de Pesquisa para Resultados Centrados no Paciente), em Washington, capital dos EUA.

desses, mas a novidade dos resultados dos Norris é que cada um desses ingredientes tem que entrar na medida certa para fazer de uma pedra uma deslizadora.

Para Carl Engelking, da revista *Discovery*, os primos explicaram o passo a passo do fenômeno, relatado em artigo no periódico *PLoS One* (27/08/14): i) primeiro tem que chover; ii) depois, tem que se formar um pequeno lago raso; iii) a água do laguinho tem que congelar com o frio da noite e derreter com o calor do dia; iv) aí as camadas finíssimas (de milímetros) de gelo começam a se quebrar em pedaços grandes (com dezenas de metros de largura) e passam a flutuar sobre a água do laguinho.

Agora, a parte crucial: tem que entrar em cena um vento com velocidade entre 10 a 15 metros por hora que empurra as placas de gelo em direção às pedras, que, por sua vez, se deslocam com o empurrão, deixando um rastro para trás.

A explicação foi bem recebida pela comunidade de especialistas.

BIOLOGIA

DAS BARBATANAS AOS MEMBROS

Criando peixes fora d'água, cientistas parecem ter demonstrado como a vida, há 400 milhões de anos, passou dos mares para a terra.

Emily Standen, agora na Universidade de Ottawa (Canadá), e colegas criaram espécimes jovens de bichir-do-senegal (*Polypterus senegalus*), peixe da região tropical africana que, além das guelras, tem pulmões funcionais, que lhe permitem se mover em terra firme – o movimento no solo de um dos animais do experimento está registrado no 'cineminha' aí ao lado.

Depois de oito meses, a equipe comparou peixes criados no solo e na água. Segundo os pesquisadores, os primeiros desenvolveram 'andar' mais sofisticado (cabeça mais alta, barbatanas menos escorregadias e mais próximas ao corpo etc.), bem como diferenças significativas nos ossos e na musculatura. Os resultados estão em *Nature* (04/09/14).

Segundo os autores, alterações anatômicas e comportamentais semelhantes em respostas ao ambiente poderiam ter permitido a passagem da água para a terra há cerca de 400 milhões de anos. As espécies que fizeram essa transição podem ter passado a sofrer pressão seletiva do novo ambiente, o que poderia ter acelerado a transformação das barbatanas em membros, dando origem aos ancestrais de quase todos os vertebrados terrestres.

FOTO: ANTOINE MORIN

Bichir-do-senegal 'andando' em terreno firme, onde foi criado por oito meses





“Eu acho que vi um gatinho...”

A frase do título era dita pelo Piu-piu ao ver o gato Frajola, em desenho animado da série Looney Tunes. O passarinho amarelo via o felino desastrado, porque a luz que incidia neste último era refletida e chegava a seus olhos.

Na fotografia, também é assim: a luz do objeto tem que chegar à câmera. Mas técnica desenvolvida pela física brasileira Gabriela Barreto Lemos, do Instituto de Óptica Quântica e Informação Quântica (Áustria), fotografou o gatinho desta página sem que os fótons (partículas de luz) iluminassem o bichano – que, no caso, foi escavado em uma plaquinha de silício e só tinha milímetros de tamanho.

Para isso, Lemos e colegas – que publicaram os resultados em *Nature* (28/08/14) – usaram pares de fótons emaranhados, que, mesmo se separados por longas distâncias, mantêm uma esquisita relação entre eles – como se fossem, digamos, ‘gêmeos telepáticos’. No experimento, um dos fótons passou pelo gatinho esculpido, o iluminou e se perdeu. O outro seguiu caminho diferente e atingiu uma câmera. Mas,

por conta do fenômeno do emaranhamento, cada fóton que chegou à câmera carregou consigo informação sobre o estado de seu ‘irmão gêmeo’. E, assim, formou-se a imagem.

Estranho? Não, não. Estranhíssimo. Mas o mundo quântico é assim.

Por que Lemos escolheu um gatinho? Razão: referência ao experimento mental idealizado, em 1935, pelo físico austríaco Erwin Schrödinger (1887-1961), no qual um felino é trancafiado em uma caixa em que há um martelo que quebrará um frasco de veneno caso um átomo emita radiação. Segundo a física quântica, enquanto a caixa não é aberta, tudo o que podemos dizer sobre o estado do pobre animal é que está vivo e morto... Ao mesmo tempo.

Os resultados obtidos por Lemos e colegas podem ter aplicações tanto na medicina quanto no desenvolvimento dos computadores ditos quânticos, que seriam impensavelmente mais velozes que os equipamentos mais modernos de hoje. Mais detalhes, em *CH on-line* (<http://bit.ly/1qoSpcq>).



FOTO: CECILIO RODRIGUES

Existe um módulo indispensável para o planejamento de um organismo.

Essa é possivelmente uma herança do Luca (de *last universal common ancestor*, ou *último ancestral comum universal*), que viveu há bilhões de anos

A CINTURA DA AMPULHETA

Basta um passeio pela biosfera, com a ajuda de excelentes documentários sobre a natureza, para que constatem – principalmente nós, os urbanos – que a vida animal assume múltiplas formas. Ou, como escreveu mais poeticamente Charles Darwin (1809-1882) no final do livro *A origem das espécies*: “intermináveis formas mais belas e maravilhosas evoluíram e ainda evoluem”.

Essa multiplicidade, no entanto, só vale quando seres vivos são examinados após certo estágio do desenvolvimento embrionário. Isso porque, em dado momento, os embriões de espécies diferentes (e até de gêneros diversos) exibem grande semelhança, a ponto de dificultar sua identificação, mesmo por especialistas.

Interessantemente, sempre que os pesquisadores quantificavam as diferenças e semelhanças anatômicas, durante a embriogênese, entre dois tipos de animais muito distantes evolutivamente (insetos e vertebrados, por exemplo), geravam gráficos que lembravam a forma de uma ampulheta. Nelas, a constrição entre as duas curvas representa o momento em que há menos diferenças – no início e no fim do processo, essas diferenças são mais aparentes. A etapa na qual os embriões mais se assemelham foi chamada de período filotípico.

Mais recentemente, tentando evitar a subjetividade existente nas comparações morfológicas, os cientistas se perguntaram se os padrões observados se repetiriam se fosse quantificado o nível de expressão de genes. Traduzindo, eles queriam saber quais genes são expressos antes, durante e depois do período filotípico.

Análises moleculares feitas há alguns anos (*Nature*, v. 468, p. 768, 2010) e agora (*Nature*, v. 512, p. 445, 2014), com técnicas de sequenciamento de DNA de última geração, confirmaram: lá estava a ampulheta, de novo. Ou seja, os resultados da expressão dos genes (agora denominados ‘genes ampulheta’) repetiram os da abordagem morfológica. Isso significa que, ao longo do

desenvolvimento, o programa de ativação de genes parece ser muito parecido em todos os animais (a análise comparou, entre outros, moscas e humanos). Existe um módulo indispensável para o planejamento de um organismo.

Essa é possivelmente uma herança do Luca (de *last universal common ancestor*, ou último ancestral comum universal), que viveu há bilhões de anos. O módulo forma, no período filotípico, a plataforma fundamental para todas as formas vivas, atestando que todas as espécies do planeta estão relacionadas entre si. Após esse período, a tolerância para variações aumenta e outros programas entram em ação, levando os organismos a trajetórias morfogenéticas divergentes – daí a grande biodiversidade.

O módulo biológico de planejamento pode ser comparado à produção de um automóvel, onde a estrutura essencial inclui motor, transmissão, chassi e rodas. Todos os modelos existentes são variações montadas ao redor dessa estrutura. Aliás, desde sua invenção, o automóvel ‘evoluiu’ em aparência e acessórios, mas não abandonou sua essência, preservada até hoje por falta de algo melhor.

É possível, nos genomas, reconhecer ao menos parte desse módulo essencial: os chamados genes homeóticos (*Hox*). Estes exibem uma sequência comum, quase idêntica em todos os filós estudados. As proteínas sintetizadas por esses genes contêm uma região (ou domínio) conhecida como homeobox (o termo *box* – ou seja, caixa – refere-se a um trecho do DNA cuja sequência existe em outros genes que exercem a mesma função). Tais proteínas atuam como reguladores de genes que, em última análise, determinam o posicionamento e a diferenciação das células. Em outras palavras, como elas se distribuirão e que função cada uma terá no organismo. Essa estratégia, muito antiga e bem-sucedida, foi zelosamente conservada pela seleção natural. É a sabedoria do velho. **CR**

FRANKLIN RUMJANEK

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

A tuberculose já atingia populações humanas há milhares de anos. Ossos de fósseis humanos do período Neolítico (de 12 mil anos até cerca de 6 mil anos atrás) têm lesões similares às geradas pela doença, e estudos encontraram o DNA do agente causador da doença em faraós egípcios mumificados há mais de 4 mil anos. A doença também existia no Novo Mundo — foi identificada em uma múmia natural do período pré-colombiano.

A tuberculose era conhecida por pioneiros da medicina, como o grego Hipócrates (c.460-370 a.C.) e o romano Cláudio Galeno (c.129-c.217). Na Idade Média, segundo registros históricos, multidões de tuberculosos buscavam a bênção dos monarcas cristãos, aos quais eram atribuídos poderes de cura. Com a urbanização crescente, o acúmulo de pes-

de morte decorrente de infecção por um agente (a primeira é a Aids, causada pelo vírus HIV). Em 2012, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), 8,6 milhões de pessoas desenvolveram a doença ativa e 1,3 milhão morreram de tuberculose. É um mal associado a condições precárias de vida: mais de 95% dos casos (estimativa da OMS) ocorrem em países pobres ou em desenvolvimento. No entanto, as ações mundiais e locais contra a doença têm reduzido — de modo ainda lento — o número de casos. Brasil e China estão entre os países com melhores resultados nesse aspecto.

Alguns fatores, porém, preocupam os especialistas e a própria OMS, entre os quais o abandono do tratamento (como este é em geral longo, os pacientes deixam de tomar os remédios assim que voltam a se sentir bem, mas sem estar

TUBERCULOSE

Desafios de um inimigo milenar

soas em habitações precárias e a falta de higiene, a doença espalhou-se pela Europa, tornando-se conhecida, no século 18, como a 'peste branca'. Durante a Revolução Industrial, já no século 19, a mortalidade por tuberculose era muito alta — curiosamente, a doença acometia na época mais mulheres, sujeitas às péssimas condições das moradias, enquanto os homens tinham acesso a melhor alimentação nas fábricas.

Após a identificação do *Mycobacterium tuberculosis* como agente causador da doença, em 1882, pelo bacteriologista alemão Robert Koch (1843-1910), novos estudos levaram, na década de 1920, ao desenvolvimento de uma vacina, obtida a partir de linhagens de *M. bovis* com capacidade de infecção atenuada. Essa vacina, ainda usada, é chamada BCG (bacilo de Calmette-Guérin), em homenagem aos franceses que a criaram: o médico León Albert Calmette (1863-1933) e o veterinário Jean-Marie C. Guérin (1872-1961).

Apesar da existência da vacina (que oferece apenas proteção parcial, para algumas formas da doença que atingem crianças) e dos modernos antibióticos, a tuberculose, presente em todo o mundo, ainda é a segunda maior causa

curados) e o crescimento da resistência do bacilo aos antibióticos atuais (já existem linhagens de *M. tuberculosis* resistentes a todos os medicamentos conhecidos). A descontinuidade no tratamento é uma das causas da resistência, mas a OMS também associa o problema a tratamentos incorretos ou ao uso de medicamentos de baixa qualidade.

Atualmente, a ciência avança rapidamente na busca por novos métodos de diagnóstico, que usam marcadores moleculares para prever como o doente responderá à infecção de modo a poder tratá-lo mais precocemente. Também vêm sendo desenvolvidos melhores tratamentos, que envolvem combinações de variações de remédios convencionais, como os antibióticos, ou novas vacinas ou medicamentos administrados com o auxílio da nanotecnologia.

Nesta edição, preparada em parceria com a Fundação Oswaldo Cruz, a *Ciência Hoje* traz textos de especialistas brasileiros abordando diferentes aspectos dessa doença que é motivo de atenção por parte das autoridades sanitárias.

Milton Ozório Moraes
Fundação Oswaldo Cruz

A evolução no tratamento

Evitar o abandono e prevenir a resistência

Reduzir cada vez mais os números da doença – tanto os novos casos quanto as mortes – é a meta principal do esforço brasileiro de controle da tuberculose. Para isso, o país oferece, aos indivíduos infectados e aos doentes, tratamento gratuito, que segue práticas adotadas em todo o mundo, e vem realizando estudos para manter a qualidade do atendimento e aumentar sua eficácia. A busca por novos fármacos e a preocupação com o fenômeno da resistência do agente causador da tuberculose aos medicamentos também são aspectos importantes da batalha contínua contra essa antiga enfermidade.

Margareth Pretti Dalcolmo

*Centro de Referência Professor Hélio Fraga,
Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz*

“**T**uberculose tem tratamento e tem cura.” Essa consciência, mais que uma simples frase, tem guiado as ações de controle da doença implantadas nos últimos anos pelo governo brasileiro. O Brasil é signatário dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, aprovados em 2000 por 191 países integrantes da Organização das Nações Unidas. Os compromissos listados nesse documento têm como focos a sustentabilidade do planeta e a melhoria da qualidade de vida das populações humanas.

Entre as metas incluídas nos Objetivos estava a de reduzir, até 2015, a propagação de algumas doenças epidêmicas, entre elas a tuberculose, e as mortes provocadas por elas. No caso da tuberculose, essa redução permitiria pensar na erradicação da doença a partir de 2035. E o Brasil obteve, nos últimos 15 anos, uma redução de 25% no número de casos novos e de 38% no número de mortes, de acordo com o Programa Nacional de Controle da Tuberculose. Pode-se acreditar que a inclusão social de camadas mais pobres tenha contribuído de maneira substancial para esse declínio.

Entretanto, apesar dos avanços dos últimos anos, o país permanece entre os 22 com mais alta carga de tuberculose no mundo: 70 mil casos novos e 4,4 mil mortes em 2012. Cerca de 20% dos casos identificados no país ocorrem em São Paulo: em 2013, nesse estado, foram notificados 16,4 mil casos, correspondendo a uma incidência de 38,1 casos por 100 mil habitantes – o que revela um declínio de 22,2% em 11 anos. No Brasil, a taxa de incidência por 100 mil habitantes caiu de mais de 44,4 em 2003 para 35,8 no ano passado, mesmo com a ampliação e melhoria do sistema de diagnóstico.

A tosse de duração prolongada (mais de três semanas) é o sintoma mais importante da tuberculose pulmonar bacilífera, forma que transmite a doença. Portanto, identificar rapidamente os pacientes que apresentam essa forma é o método mais eficiente de diminuir a transmissão. Para isso, sempre que houver suspeita da doença, o indivíduo deve ser submetido ao exame de escarro (baciloscopia) ou ao método rápido molecular, que fornece o diagnóstico em algumas horas, adotado mais recentemente no Brasil.



Nos casos de novo tratamento, seja por nova infecção (recidiva) ou por retorno da doença após abandono do tratamento, e também em todo paciente portador do vírus da Aids (ou de outras doenças que o deixem enfraquecido), a baciloscopia deve ser complementada por cultura de material biológico e teste de sensibilidade aos fármacos comumente usados contra a tuberculose. Outra indicação, como método auxiliar de diagnóstico, é a radiografia do tórax. A tuberculose pulmonar, que representa 80% dos casos da doença, geralmente é acompanhada de febre baixa, emagrecimento, falta de apetite, cansaço fácil e suores noturnos.

Embora a porta de entrada da doença seja o aparelho respiratório, a tuberculose pode se instalar em qualquer parte do corpo. Pode estar disseminada nos pulmões (é a tuberculose miliar ou linfo-hematogênica) ou atingir locais específicos (tuberculose pleural, ganglionar periférica, osteoarticular, geniturinária, meningoencefálica e outras).

Fármacos em teste Medicamentos contra a tuberculose vêm sendo produzidos e disponibilizados há pelo menos seis décadas no mercado internacional. Após a Segunda Guerra Mundial, foi lançada a estreptomina (1944), seguida do ácido paramino-salicílico (PAS, 1946), da isoniazida (INH, 1952), da pirazinamida (PZA, 1952) e da rifampicina (RMP, 1967). Portanto, apesar dos avanços tecnológicos no diagnóstico, há mais de 40 anos (desde a RMP) não são descobertos novos compostos capazes de tratar a doença. A associação de rifampicina e isoniazida permanece sendo o mais potente bactericida contra o *M. tuberculosis* sensível.

Na atualidade, a pesquisa nesse campo vive um momento muito especial, com sete novos fármacos sendo testados para uso clínico, em diferentes fases de estudo. Alguns desses fármacos, como etilenodiamina Q109 e pirrol LL3858, já foram testados em estudos pré-clínicos de fase 1, que avalia (em laboratório) sua segurança e eficácia. Outros compostos, como fluoroquinolonas, nitroimidazólicos, PA-824 e delamanid, estão nas fases 2 e 3, que verificam a eficácia contra a doença-alvo em voluntários, e dois (linezidole e bedaquilina) já foram testados em ensaios clínicos maiores com pacientes.

A bedaquilina, fármaco de classe nova e com novo mecanismo de ação, foi aprovada pela Agência de Drogas e Alimentos dos Estados Unidos no final de 2012 e está disponível para o tratamento de formas multirresistentes da doença. O uso clínico dos demais (exceto os derivados na quinolona) deve demorar no mínimo de dois a três anos.

O princípio do uso de combinações de medicamentos para tratar a tuberculose está estabelecido desde que estudos em laboratório e com pacientes demonstraram que a multiplicação do *M. tuberculosis* apresenta particularidades conforme a maior ou menor disponibilidade de oxigênio. Algumas populações do bacilo, no organismo humano, têm multiplicação geométrica e são mais sen-

síveis aos medicamentos, mas há populações persistentes, de multiplicação lenta ou intermitente, que exigem longo tratamento para sua eliminação. Essas diferenças fundamentam as bases terapêuticas da associação de medicamentos para neutralizar todos os bacilos.

O uso isolado de um fármaco induz o fenômeno das resistências natural, primária e adquirida. A observação da existência de bacilos persistentes e resistentes e de sua proporção na população total de *M. tuberculosis* deu origem ao princípio do tratamento em duas fases: uma inicial (ou de ataque) e outra de manutenção. A primeira visa à rápida redução da quantidade de bactérias, prevenindo a resistência, e a segunda busca impedir a reativação da doença ou futuras recidivas, pela esterilização dos bacilos resistentes.

Esse conhecimento das características do bacilo, aliado às propriedades dos medicamentos e aos experimentos laboratoriais, permitiu definir esquemas de tratamento, que envolvem a associação de diferentes fármacos. Ensaios terapêuticos com pacientes, por sua vez, permitiram selecionar os melhores regimes de uso dos medicamentos (<http://portalsaude.saude.gov.br/>).

Tratamento no Brasil No Brasil, o tratamento da tuberculose é governamental e gratuito, e segue as recomendações estabelecidas pelas normas nacionais, elaboradas pelo Comitê Assessor em Pneumologia Sanitária, do Ministério da Saúde, e aprovadas pela Câmara Técnica de Ciência e Tecnologia, com participação da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. As mudanças principais foram a introdução de um novo fármaco, etambutol (na fase intensiva), a redução do número de comprimidos diários, de nove (com três fármacos em formulações isoladas) para quatro (que combinam os quatro fármacos atuais no mesmo comprimido) e a redução de doses da isoniazida e da pirazinamida, além de alterações nos esquemas e nas diretrizes de tratamento e em seu acompanhamento.

Alguns fatores tornaram necessárias essas mudanças. Um deles é a curva histórica de aumento de resistência à isoniazida, por esta ser usada no país há mais de seis décadas, ininterruptamente. Também foram constatadas falhas nos esquemas antigos, mesmo com doses altas e uso por 12 meses desse fármaco. Outro ponto importante foi o aumento da letalidade da doença na década de 1990. Além disso, apenas cinco países (Andorra, Irlanda, Nova Zelândia, Uruguai e Brasil – sendo este o único com importância epidemiológica) usavam esquema de três fármacos na fase inicial (intensiva). Finalmente, espera-se que a adoção de doses fixas combinadas, com menos comprimidos, favoreça a adesão ao tratamento, reduzindo o abandono e aumentando a taxa de cura.

As diretrizes básicas do tratamento atual são: (1) embora seja doença clinicamente grave, a tuberculose é potencialmente curável, desde que usados esquemas eficazes e regimes adequados; (2) os meios para evitar a

Ripampicina + Isoniazida



Pirazinamida



Etambutol



persistência e a resistência bacteriana, assegurando a cura, são associação medicamentosa adequada, doses corretas, uso por tempo suficiente e de modo regular dos fármacos; (3) a detecção e o tratamento dos pacientes bacilíferos são prioritários no controle da doença, por permitir a rápida anulação das principais fontes de infecção; (4) o tratamento de casos suspeitos de tuberculose, sem comprovação bacteriológica, deve ser iniciado após tentativa de tratamento inespecífico, com antibiótico de largo espectro, sem melhora dos sintomas – o tratamento, após o início, não deve ser interrompido, salvo após rigorosa revisão clínica e laboratorial que implique mudança de diagnóstico; e (5) compete aos Serviços de Saúde fornecer os meios necessários para que todos os indivíduos com diagnóstico de tuberculose possam ser, sem atraso, adequadamente tratados.

O tratamento atual, facilitado pelo uso de comprimidos com doses fixas combinadas, quase sempre pode ser administrado em ambulatório. No Brasil, recomenda-se a máxima supervisão possível, para assegurar regularidade no uso dos medicamentos e prevenir o abandono: são indicadas ao menos cinco observações semanais da tomada dos medicamentos, nos primeiros dois meses, e pelo menos uma observação semanal até o final. Essa supervisão pode ser feita na unidade de saúde, desde que mantida a agilidade na assistência, ou no local de trabalho e no domicílio do paciente, por visitador sanitário ou agente comunitário de saúde. Independentemente da possibilidade de supervisão, devem sempre ser adotadas medidas que estimulem a adesão dos pacientes ao tratamento e verificado o uso correto dos medicamentos.


Estima-se que 10% dos casos de tuberculose necessitam de internação hospitalar. Esta é recomendada de acordo com as seguintes prioridades: meningoencefalite, indicações cirúrgicas decorrentes da doença, intolerância aos medicamentos incontrolável em ambulatório, anomalias clínicas e/ou cirúrgicas graves, estado ge-

Entre as mudanças no tratamento da tuberculose implantadas no Brasil está a redução do número de comprimidos tomados diariamente pelos pacientes; antes, eram nove comprimidos, de fármacos diferentes, e agora são quatro (nos quais os fármacos já estão combinados nas dosagens corretas). Essa e outras medidas ajudam a reduzir o abandono do tratamento, atitude que prejudica o controle da doença

ral crítico e casos sociais (paciente sem residência fixa ou de grupos com maior possibilidade de abandono, em especial se estiver em retratamento ou se apresentar multirresistência).

O período de internação deve ser reduzido ao mínimo possível, independentemente do resultado do exame bacteriológico, evitando-se estendê-lo além da primeira fase do tratamento. Atenção especial deve ser dada ao tratamento dos grupos considerados de alto risco de toxicidade: pessoas com mais de 60 anos, em mau estado geral, alcoolistas, infectadas pelo HIV, que usem drogas anticonvulsivantes e com alterações hepáticas.

A multirresistência O Brasil vem monitorando as taxas de resistência primária e adquirida aos fármacos antituberculose. As últimas pesquisas, na década de 1990 e no final da última década, revelaram taxas de resistência em geral baixas. O índice de resistência primária é de 8,6% para qualquer fármaco, 3,8% para isoniazida (INH), 0,1% para rifampicina (RMP) e 1,1% para a combinação RMP-INH (multirresistência). Para a resistência adquirida, em casos de retratamento, as taxas atingem 22,1% (qualquer fármaco), 6,8% (INH), 1,1% (RMP) e 8,4% (associação das duas). A resistência combinada (primária e adquirida somadas) é de 10,6% para qualquer fármaco e 2,2% para RMP-INH.

Pacientes que não se curam após tratamento com os esquemas padronizados são suspeitos de multirresistência. Após a realização de cultura do bacilo, identificação do *M. tuberculosis* e teste de sensibilidade aos medicamentos, essas pessoas devem ser encaminhadas para centros de referência, onde receberão tratamento especial. 

Sugestões para leitura

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Global tuberculosis control: epidemiology, strategy, financing*. Genebra, WHO, 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA. '111 diretrizes em tuberculose da SBPT', em *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 35, n. 10, p. 1.018, 2009.

NA INTERNET

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE Global tuberculosis Report 2013 (http://www.who.int/tb/publications/global_report/en/)

Da infecção à doença

Doença prevenível e curável, a tuberculose persiste através dos séculos, no Brasil e no mundo, como um problema de saúde pública. Apenas uma pequena parte das pessoas expostas ao bacilo causador da tuberculose desenvolverá a doença. Um dos grandes desafios para o controle da doença é identificar e tratar as pessoas com maior risco de adoecer após a exposição. As vantagens e limitações dos testes hoje disponíveis para identificar quem irá adoecer são apresentadas neste artigo.

Solange Cesar Cavalcante

Valeria Cavalcanti Rolla

*Laboratório de Pesquisa em Micobacterioses,
Instituto Nacional de Infectologia Evandro Chagas,
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)*



Figura 1. Ao tossir, um indivíduo com tuberculose ativa lança no ar gotículas que podem conter o bacilo causador da doença, e as pessoas que respirarem essas gotículas podem ser infectadas

Saber quem vai adoecer tornará mais eficaz tratamento preventivo

A tuberculose é transmitida basicamente por via aérea. Isso quer dizer que, quando uma pessoa com essa doença tosse, ela espalha no ambiente partículas de secreção respiratória que contêm micobactérias (*Mycobacterium tuberculosis*) capazes de infectar outras pessoas. Nesse caso, infecção não é o mesmo que doença: uma pessoa infectada pode permanecer assim a vida toda, sem desenvolver tuberculose. O processo de adoecimento, quando ocorre, pode começar logo após a infecção (é a chamada tuberculose primária) ou mais tarde, após longo período de infecção latente (tuberculose pós-primária ou de reativação).

A pessoa que não adoce no período de maior risco (nos primeiros dois anos após a infecção) passa a conviver em harmonia com a micobactéria, até que algum fator altere esse equilíbrio e estimule a multiplicação do *M. tuberculosis*. Esses fatores podem ser uma queda da imunidade (como nas pessoas infectadas pelo HIV), o uso de algum medicamento para tratamento de câncer ou de doenças reumáticas, o uso de cortisona em doses altas ou mesmo um adoecimento sem razão aparente.

Certas pessoas são mais suscetíveis a adoecimento, como portadores do HIV e crianças (ver 'Bacilo e vírus: aliança perigosa', nesta edição). Por isso, devem receber tratamento preventivo se tiverem contato com pessoas com tuberculose pulmonar que apresentem bacilos no exame do escarro. As outras formas de tuberculose (pleural, ganglionar, meníngea, renal etc.) não são transmissíveis e, portanto, as pessoas que convivem com o doente não se infectam.

Pessoas infectadas, mas sem a doença ativa, não transmitem tuberculose para outras. A transmissão decorre da presença de bacilos no escarro e isso só acontece com pessoas doentes. A transmissão pode ser reduzida se o local de convívio ficar arejado (com portas e janelas abertas, para fazer corrente de ar) e se houver luz solar (varandas, terraços e outros locais expostos). Além disso, o doente pode levar a mão ou um lenço à boca, ao tossir, para evitar lançar partículas no ar (figura 1).

Identificar a infecção Para saber se uma pessoa está infectada pelo *M. tuberculosis*, os profissionais de saúde usam o teste tuberculínico ou teste de derivado proteico purificado (PPD, na sigla em inglês). Nesse teste, uma proteína do bacilo é aplicada no antebraço e, se a pessoa tem ou já teve o *M. tuberculosis* no organismo,

seu sistema de defesa reage à proteína, o que leva ao rubor e ao endurecimento da pele no local de aplicação (figura 2). O PPD, no entanto, é um teste antigo e tem limitações. A reação de pessoas que receberam a vacina BCG, por exemplo, pode ser confundida com a de pessoas infectadas com o *M. tuberculosis*, gerando dúvidas. Também ocorre reação em caso de infecção por outras micobactérias ambientais. Além disso, alguns – mesmo expostos por longo tempo a pessoas com o bacilo no escarro – não reagem ao PPD, e ainda não se sabe por que isso ocorre.

Outros testes foram desenvolvidos para contornar esse problema. Os ensaios baseados na secreção de interferon-gama (chamados de IGRAs) foram as vedetes dos últimos anos. Parecia ser uma solução, mas para decepção geral o teste também não obteve o sucesso esperado, em especial em crianças. Esse teste ainda é bastante caro, mas tem como vantagem a facilidade para o paciente, que faz o exame de sangue e o IGRA juntos, enquanto no PPD a pessoa precisa voltar, 72 horas após a aplicação da proteína, para a leitura do resultado.

É muito difícil separar uma pessoa vacinada de uma infectada e uma infectada de uma doente. Às vezes, a doença está ainda no início e pode passar despercebida como infecção. Por isso, o médico sempre deve pedir uma radiografia de tórax antes de aplicar o tratamento preventivo. A infecção latente é tratada com um medicamento, enquanto para a doença são usados quatro. Assim, todos os esforços devem ser feitos para excluir a tuberculose ativa antes de iniciar o tratamento preventivo.

Prever quem vai adoecer É importante saber que o risco de adoecimento é maior nos dois primeiros anos após a infecção, mas só adoecem aproximadamente cinco em cada 100 pessoas infectadas (risco de 5%). Após dois anos, o risco cai muito. Em crianças, esse risco é maior, assim como em algumas situações, como a infecção pelo vírus da Aids (HIV), o uso de certos medicamentos, a presença de diabetes etc.

Os testes de detecção do bacilo, tanto o PPD quanto os IGRAs, são bons para identificar quem está infectado. Entretanto, é muito baixa a capacidade desses testes de prever quem, entre os indivíduos infectados, desenvolverá a doença.

Recentemente, estudos com fragmentos de RNA cha-

>>>



Figura 2. O teste tuberculínico, feito na pele com uma proteína do bacilo da tuberculose, causa vermelhidão e endurecimento do local se a pessoa testada teve contato com esse bacilo, mas esse diagnóstico pode ser falho e deve ser confirmado por outros exames

mados de microRNAs (que atuam como reguladores das respostas de defesa do organismo) têm mostrado que cada indivíduo apresenta um padrão diferente de resposta imunológica a doenças, como se cada um fosse programado para adoecer após uma infecção, ou para responder ou não a um tratamento. Esses estudos, porém, são muito recentes, e ainda não permitem tirar conclusões sobre a capacidade de prever adoecimento com base na análise dos microRNAs.

Prever quem é mais suscetível ao adoecimento permitiria determinar tratamentos mais adequados, levando a uma redução dos casos de tuberculose ativa e, portanto, da transmissão da doença. Por isso, é importante desenvolver testes que avaliem de modo mais eficaz o risco de um indivíduo infectado por *M. tuberculosis* desenvolver a doença ativa.


Nossa equipe – do Laboratório de Pesquisa Clínica em Tuberculose, do Instituto Nacional de Infectologia Evandro Chagas, da Fundação Oswaldo Cruz – está organizando um estudo, em diferentes áreas do Brasil, para acompanhar pacientes com tuberculose e seus contatos, obtendo amostras e registrando eventuais transmissões. O objetivo é formar um banco de amostras que possa ser útil para futuros estudos que busquem identificar de modo mais preciso o risco de progressão da infecção para doença ativa – sem um banco de amostras associado a dados desse tipo, os estudos seriam bem mais demorados.

Prevenir o adoecimento Para evitar o aparecimento da tuberculose ativa, pessoas que tiveram contato íntimo com doentes (ou seja, quem mora com um doente ou compartilha o espaço de trabalho, em ambiente fechado) devem procurar um médico para realizar os

testes e saber se precisa fazer o tratamento preventivo. Independentemente do método usado para diagnosticar a infecção, a intenção é identificar aqueles que tenham a infecção latente, com risco de desenvolver a doença.

O medicamento usado no tratamento preventivo ajuda a matar a bactéria que está adormecida, prevenindo a doença ativa. Nesse caso, o medicamento padronizado hoje pelo Programa Nacional de Tuberculose é a isoniazida, que deve ser tomada diariamente por no mínimo seis meses (ou 180 doses em no máximo nove meses). O mesmo medicamento integra o tratamento da doença ativa – nesse caso conjugado com outros três fármacos. A eficácia do tratamento preventivo, porém, é limitada pela baixa adesão: muitos interrompem a medicação antes do final do período prescrito – com isso, muitas bactérias podem não ser mortas e vir a causar a doença no futuro.

Estudos recentes de nosso grupo e de outros grupos de pesquisa no mundo têm avaliado novos regimes de tratamento preventivo, de duração mais curta, que vêm se mostrando tão eficazes quanto o uso isolado da isoniazida. A adesão é facilitada não apenas pela menor duração, mas também pela menor toxicidade e até maior eficácia contra bacilos resistentes à isoniazida. Um exemplo está em um novo tratamento, com dose semanal e não diária, que associa isoniazida com outro fármaco, a rifapentina – essa associação revelou-se tão efetiva quanto a isoniazida isolada e um percentual maior de pessoas conseguiu manter o tratamento até o final do prazo correto.

Novas pesquisas são necessárias para obter um meio de identificar as pessoas que de fato irão adoecer, para reduzir o tempo de tratamento da infecção latente e melhorar a tolerância ao tratamento. Também é preciso estudar para conhecer plenamente o mecanismo de adoecimento e prevenir a tuberculose ativa em pessoas infectadas. Mas os pesquisadores têm progredido muito nos últimos anos e avanços importantes são aguardados para breve. 

Sugestões para leitura

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Manual de Recomendações para o controle da tuberculose no Brasil* (Secretaria de Vigilância Epidemiológica). Brasília, Ministério da Saúde, 2011.

LOBUE, P. e MENZIES, D. 'Treatment of latent tuberculosis infection: an update', em *Respirology*, v. 15(4), p. 603, 2010.

NA INTERNET

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA. Tuberculose. SBPT, 2011 (<http://sbpt.org.br/c/tuberculose/>)

Bacilo e vírus: aliança perigosa

Infecção conjunta de tuberculose e HIV exige cuidados especiais

Doenças que afetam grande número de brasileiros e causam muitas mortes, a tuberculose e a síndrome da imunodeficiência adquirida (Aids) recebem uma atenção diferenciada do sistema público de saúde. Quando as duas doenças estão associadas, porém, a situação é ainda mais preocupante, já que essa coinfeção aumenta o risco de morte. Este artigo revela por que essa aliança do bacilo com o vírus é tão danosa e o que é necessário para identificá-la e para tratar as pessoas atingidas.

Maria de Fatima Pessoa Militão de Albuquerque

Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz – Pernambuco

Magda Maruza Melo de Barros Oliveira

Hospital Correia Picanço, Secretaria Estadual de Saúde de Pernambuco

A associação da tuberculose e da infecção pelo HIV, o vírus da imunodeficiência humana, é um sério problema de saúde pública em todo o mundo. A interação que se estabelece entre o *Mycobacterium tuberculosis*, bacilo causador da tuberculose, e o vírus da Aids resulta em progressão mais rápida tanto da doença bacteriana quanto da infecção viral. No mundo, 13% dos novos casos de tuberculose ocorreram em portadores do HIV (dados de 2011). No Brasil, esse percentual foi de 9,7% em 2012. Hoje, a tuberculose causa 25% das mortes de pessoas com Aids.

Enquanto o HIV aumenta a frequência e acelera o desenvolvimento de formas graves de tuberculose, em decorrência da imunodeficiência que resulta do ataque do vírus às células de defesa do organismo, o *M. tuberculosis* intensifica essa perda imunológica, devido ao aumento da replicação do vírus. A presença do HIV pode favorecer a reativação de infecção latente por tuberculose (quando o bacilo está no organismo, mas sem causar a doença) ou facilitar novas infecções por esse micro-organismo.

A probabilidade de uma pessoa portadora do vírus da Aids adoecer por tuberculose é mais de 20 vezes maior que a de pessoas não infectadas por esse vírus. Assim, podemos dizer que pessoas com o HIV são mais suscetíveis à infecção, doença e morte por tuberculose.

Alguns fatores estão associados ao risco de pessoas com HIV/Aids contraírem tuberculose. Acompanhamos (por 2,5 anos, em média) 2.069 pessoas infectadas com o HIV e sem tuberculose ativa (sem a doença instalada) e verificamos que a ativação da doença foi maior entre aquelas que tinham o *M. tuberculosis* latente no organismo e não fizeram tratamento preventivo contra o bacilo. A incidência de tuberculose também foi maior entre os que relatavam ter sofrido dessa doença no passado, os que tinham maior queda das defesas orgânicas (imunodepressão), os que não tomavam antirretrovirais (medicamentos que combatem retrovírus, como o HIV) e aqueles com estado geral de saúde mais comprometido (emagrecidos e com anemia).

No Brasil, o Ministério da Saúde recomenda que todo paciente com tuberculose realize o teste rápido para

>>>

HIV, mas o alcance da testagem é limitado: só é feita por cerca de 60% dos portadores da doença bacteriana. No caso das pessoas com o HIV, são importantes para o controle da coinfeção a realização do teste tuberculínico (no qual uma reação na pele a uma proteína do bacilo revela infecção latente e indica a necessidade de tratamento) e o início oportuno da terapia antirretroviral.

A aplicação do teste tuberculínico ainda não alcançou a cobertura desejada e a implantação do tratamento para prevenir o adoecimento por tuberculose tem sido lenta em todo o mundo. No Brasil, isso talvez aconteça pela falta de uma prática de busca ativa de casos de tuberculose, de forma sistemática e rotineira, nos Serviços de Atendimento Especializado (SAE) para HIV/Aids do Sistema Único de Saúde (SUS). O tratamento preventivo contra o *M. tuberculosis* deve ser incluído entre os cuidados básicos dirigidos aos portadores do HIV.

Detecção mais cedo Uma das principais ações para o controle da tuberculose é a detecção precoce e o tratamento dos casos, principalmente os da doença do tipo pulmonar. Em pessoas com HIV/Aids, a apresentação clínica da tuberculose pode ser atípica, porque varia segundo o estado imunológico do paciente. Na fase inicial de imunodeficiência, quando o portador do HIV tem mais de 200 linfócitos CD4 por mm³ de sangue, ocorre a forma clássica da doença bacteriana, mas a imunodeficiência avançada (menos de 200 linfócitos CD4 por mm³ de sangue) pode levar a manifestações atípicas da forma pulmonar da tuberculose e a maior disseminação da doença fora dos pulmões. O linfócito CD4 é uma célula de defesa do organismo atacada pelo HIV.

Em consequência, o diagnóstico da tuberculose é em geral mais difícil em pessoas com o HIV, o que pode levar à demora na detecção e ao tratamento tardio, com

maior risco de morte. Verificamos que em portadores do HIV atendidos nos SAEs, o tempo médio desde o início da tosse até o início do tratamento para tuberculose pulmonar foi de 41 dias.

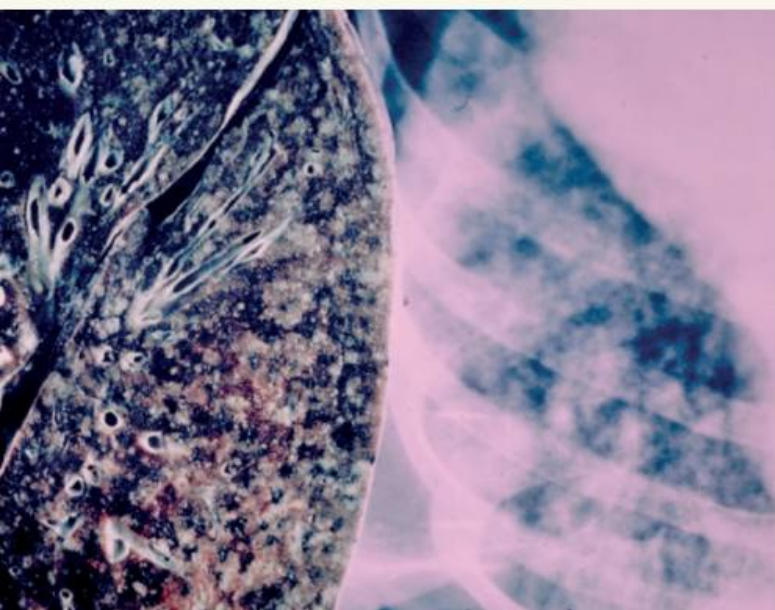
Com vistas à detecção precoce da tuberculose, a Organização Mundial da Saúde recomenda que, em todas as consultas aos serviços de saúde, as pessoas com HIV sejam questionadas sobre a presença de tosse, febre, suores noturnos e perda de peso. Além de identificar mais cedo a doença, essa triagem pode encontrar indivíduos sem tuberculose ativa que poderão se beneficiar do tratamento preventivo (que dura seis meses) para infecção latente pela doença.

Métodos de diagnóstico O diagnóstico de tuberculose em pessoas com HIV/Aids é feito com os mesmos exames usados para a população geral. A confirmação da doença ativa pode ser obtida pela identificação do bacilo em microscópio (com o uso de corante específico) ou por cultura em amostra de escarro ou de outro material biológico. No entanto, em portadores de HIV/Aids, a baixa sensibilidade do exame direto do escarro (baciloscopia) e a demora no resultado da cultura vêm tornando os testes baseados na amplificação de ácidos nucleicos (DNA) uma alternativa promissora de diagnóstico.

Um novo teste de diagnóstico molecular, denominado Xpert MTB/RIF, permite detectar a presença de *M. tuberculosis* em duas horas, além de identificar se o bacilo apresenta resistência à rifampicina (um dos antibióticos usados no tratamento). Além disso, estudos com portadores do HIV mostraram que a sensibilidade desse teste é 30% maior, em média, que a da baciloscopia. Seu uso possibilitará maior precisão do diagnóstico de tuberculose em pessoas com HIV/Aids, reduzindo a proporção de casos que iniciam o tratamento para tuberculose sem confirmação microbiológica.

A radiografia do tórax é útil para encontrar imagens sugestivas de tuberculose pulmonar, mas é preciso lembrar que a apresentação radiológica da doença varia segundo o grau de imunodeficiência. Nos portadores do HIV que têm mais de 200 linfócitos CD4 por mm³ de sangue, as imagens radiológicas tendem a ser semelhantes às de doentes de tuberculose sem esse vírus. No entanto, em fases mais avançadas da imunodeficiência, com baixa contagem de células CD4 (menos de 200/mm³), as imagens tendem a ser atípicas, dificultando o diagnóstico.

Nos pacientes com início recente de terapia antirretroviral, o diagnóstico de tuberculose pode ser evidenciado pela síndrome inflamatória de recuperação imune. Essa síndrome pode ocorrer quando a tuberculose ativa é detectada após o início da terapia anti-HIV (tuberculose desmascarada) ou quando o uso de antirretrovirais é iniciado precocemente durante tratamento da tuberculose ativa (reação paradoxal).



Como tratar a coinfeção O tratamento da tuberculose em pessoas com HIV/Aids segue as mesmas recomendações do tratamento para pacientes sem esse vírus, como consta no manual do Ministério da Saúde para o controle da doença no Brasil. No entanto, a interação entre as duas infecções e entre os medicamentos usados contra elas torna mais complexo o tratamento e exige maior atenção.

Os antirretrovirais estão disponíveis no Sistema Único de Saúde desde 1996, mas, embora diminuam a incidência e a mortalidade da Aids, essas drogas têm reconhecida toxicidade. Pessoas com HIV/Aids são mais vulneráveis às falhas do tratamento da tuberculose, à recorrência da doença e ao abandono do tratamento – que podem levar a maior risco de morte. Soma-se a isso maior frequência de reações adversas graves e necessidade de interrupção do tratamento para a tuberculose.

Para contornar essas dificuldades, é preciso considerar: (1) a alta carga de comprimidos para tratar as duas doenças, (2) as interações entre as drogas usadas em ambas, (3) o momento ideal para iniciar a terapia com antirretrovirais em pacientes com tuberculose ativa e (4) a síndrome inflamatória de reconstituição imune. Mesmo assim, todas as pessoas com HIV/Aids e com tuberculose ativa devem tomar os antirretrovirais, seja qual for o grau de imunodeficiência. Essa estratégia aumenta a qualidade de vida e reduz a mortalidade.

A rifampicina é um componente essencial do tratamento da tuberculose. No entanto, esse medicamento tem interações importantes com os antirretrovirais. Estudos recentes, que tiveram como objetivo avaliar o melhor momento para início da terapia contra o HIV em pacientes com tuberculose ativa, mostraram uma redução de mortes e eventos relacionados à Aids quando essa terapia era iniciada em combinação com o tratamento da outra doença. Evidências indicam que, para reduzir a mortalidade, os antirretrovirais devem ser iniciados, em pacientes com imunodeficiência mais grave (menos de 200 células CD4 por mm³ de sangue), na segunda semana após o início do tratamento da tuberculose. Nos pacientes com imunidade menos afetada, isso deve ocorrer na oitava semana, após o final da fase intensiva do tratamento da tuberculose.


A primeira opção de terapia antirretroviral para pacientes em uso de rifampicina e que ainda não foram tratados contra o HIV deve incluir dois inibidores da enzima transcriptase reversa (do tipo nucleosídeo) e o efavirenz. Se houver contraindicação para o efavirenz (em casos, por exemplo, de gravidez ou em pacientes com reações adversas à droga), este pode ser substituído pela nevirapina ou pela associação de três inibidores daquela enzima (nucleosídeos). Se a pessoa com HIV/Aids precisar usar inibidores de proteases (antirretrovirais que atuam sobre outras enzimas), a rifampicina deve

CUIDADO ESPECIAL

Os Serviços de Atendimento Especializado (SAE) são os locais preferenciais para o cuidado das pessoas que apresentam a coinfeção tuberculose-HIV. Em casos de resistência do bacilo aos medicamentos básicos para tuberculose e/ou efeitos colaterais graves, o paciente deve ser encaminhado a um centro de referência para tratamento dessa doença. O manual de recomendações para a infecção conjunta está disponível na página do Ministério da Saúde na internet (http://bvsm.s.saude.gov.br/bvsm/publicacoes/recomendacoes_manejo_coinfeccao_tb_hiv.pdf).

ser substituída por rifabutina, para evitar interações prejudiciais entre os medicamentos.

O tratamento inicial da tuberculose deve incluir comprimidos de isoniazida, rifampicina, pirazinamida e etambutol, por dois meses, seguidos de isoniazida e rifampicina por mais quatro meses, e a dosagem depende do peso do paciente. Já os antirretrovirais devem ser iniciados tão cedo quanto possível, independentemente da contagem de linfócitos CD4. Deve haver vigilância rigorosa quanto (1) à adesão ao tratamento, (2) à resposta aos medicamentos e (3) à síndrome inflamatória de reconstituição imune.

A coinfeção por *M. tuberculosis* e por HIV é uma condição grave, que aumenta o risco de morte dos pacientes e exige cuidados específicos. A adoção do tratamento combinado, conforme as recomendações definidas pelo conhecimento acumulado por médicos e pesquisadores, é importante para reduzir a mortalidade associada a essa condição e aumentar a qualidade de vida dos pacientes. 

Sugestões para leitura

MARUZA, M.; ALBUQUERQUE, M. F. P. M.; BRAGA, M. C.; BARBOSA, M. T. S.; BYINGTON, R.; COIMBRA, I.; MOURA, L. V.; BATISTA, J. D. L.; DINIZ, G. T. N.; MIRANDA-FILHO, D. B.; LACERDA, H. R.; RODRIGUES, L. C. e XIMENES, R. A. A. 'Survival of HIV-infected patients after starting tuberculosis treatment: a prospective cohort study'. *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, v. 16(5), p. 618, 2012.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Protocolo clínico e diretrizes terapêuticas para manejo da infecção pelo HIV em adultos*. Brasília, 2013.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Guidelines for intensified tuberculosis case-finding and isoniazid preventive therapy for people living with HIV in resource-constrained settings*. Genebra, 2011.

NA INTERNET

Recomendações para o manejo da coinfeção TB-HIV em serviços de atenção especializada a pessoas vivendo com HIV/Aids. Brasília, DF, 2013: http://bvsm.s.saude.gov.br/bvsm/publicacoes/recomendacoes_manejo_coinfeccao_tb_hiv.pdf



Noel Nutels, tuberculose e população indígena

Por séculos, as populações do interior do Brasil foram esquecidas pelos serviços públicos de saúde. Essa situação de abandono só começaria a mudar de maneira mais sistemática na década de 1950, e um nome se destaca entre os que mais se empenharam para isso: Noel Nutels. Além da atuação direta em áreas remotas do país, o médico foi responsável pela criação do Serviço de Unidades Sanitárias Aéreas, primeira iniciativa institucional de levar vacinas, cuidados e medicamentos a comunidades interioranas e indígenas longe dos grandes centros urbanos do litoral.

Carlos Henrique Assunção Paiva

Observatório História e Saúde,

Casa de Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz

Noel Nutels nasceu na distante e fria Ucrânia, em 1913. Ainda muito jovem, imigrou com a família para o Brasil, onde viveu, se nacionalizou e se enraizou. Seu vínculo com essa terra tropical e sua gente é conformador de sua existência e experiência de vida, em especial no terreno profissional da saúde pública.

Formado médico em 1936, pela Faculdade de Medicina de Recife, ele deixaria reconhecidas contribuições para a saúde pública brasileira. Até 1973, quando faleceu no Rio de Janeiro, Nutels foi protagonista em diversas frentes de combate às doenças que assolavam a po-

pulação brasileira mais pobre, historicamente abandonada pelo poder público. Uma de suas iniciativas pode ser vista como uma espécie de matriz de suas realizações: o Serviço de Unidades Sanitárias Aéreas (Susa). Essa experiência de interiorização da assistência à saúde foi responsável pela recuperação das condições de saúde e de vida de inúmeras populações indígenas e sertanejas, acometidas com frequência pela tuberculose nas décadas de 1950 e 1960.

Em regiões sem infraestrutura, longe dos grandes centros do país, Nutels comandou, a partir do início daquele período, ações de cadastro, vacinação, educação

Graças aos esforços de Noel Nutels, pela primeira vez populações indígenas de áreas distantes das grandes cidades realizaram exames para detectar tuberculose

de saúde e assistência aos acometidos pela tuberculose e por outras doenças, inclusive dentárias, típicas do abandono a que estavam submetidas aquelas pessoas. Este texto relata, de modo sumário, as bases dessa iniciativa, sua construção e alguns dos seus resultados.

Otimismo sanitário Todo homem é filho de seu tempo, dizem os historiadores. Noel Nutels é figura exemplar dessa máxima. Sua formação em medicina ocorre em um contexto em que a saúde pública brasileira passava por grandes mudanças. Estas começaram na década de 1920, com o debate sobre o papel da saúde na construção da nacionalidade e da nação brasileira e com iniciativas como a reforma que o médico Carlos Chagas (1878-1934) iniciou, em 1923, no Departamento Nacional de Saúde Pública. E continuaram no processo de reorganização de todo o sistema de saúde durante o longo governo de Getúlio Vargas, de 1930 a 1945. Essas transformações colocavam a medicina em um papel-chave na agenda da construção de um país moderno e próspero.

Cuidar do país, na perspectiva daquela época, era o mesmo que erradicar as doenças que assolavam a gente do interior, retirando-lhe a força que deveria usar no trabalho e na formação da nova nação. Essa forma de pensar gerava, entre muitos médicos, uma predisposição missionária que teria longa vida no imaginário e nas práticas do campo médico. Nutels foi a expressão viva daquela perspectiva.

As condições das décadas de 1950 e 1960 adicionaram novos ingredientes à formação do médico. O pós-guerra é considerado, no campo da saúde pública, um período de 'otimismo sanitário'. Acreditava-se que os avanços tecnológicos que produziram morte e sofrimento durante a Segunda Guerra se converteriam à causa do bem e levariam à erradicação e ao controle das doenças. A redenção humana, nesse sentido, resultaria do investimento maciço em ciência e tecnologia. Tudo indicava que, mais uma vez, caberia à ciência a possibilidade de construção de vidas prósperas e livres dos males que haviam causado tantas epidemias e mortes. Na terminologia típica daquela época, teríamos encontrado o caminho do 'desenvolvimento'.

Na medicina, essa perspectiva se expressou na percepção de que antibióticos (curando as infecções bacterianas) e inseticidas (evitando a transmissão de doenças) anunciariam a instituição da vida e da saúde e, em consequência, da produtividade e do desenvolvimento econômico e social. Anos mais tarde, perceberíamos que a realidade era muito mais complexa do que os enunciados daquele período – em seu 'otimismo sanitário' – previam.

Interiorizar a saúde Ao migrar de Recife para o Rio de Janeiro, no ano seguinte à formatura como médico, Nutels se aproximou de pessoas com ideologia política de esquerda, grupo do qual faziam parte, entre outros, os jornalistas Samuel Wainer (1910-1980) e Astrojildo Pereira (1890-1965), o pintor Di Cavalcanti (1897-1976), os escritores Jorge Amado (1912-2001), Graciliano Ramos (1892-1953), Rachel de Queiroz (1910-2003) e Aníbal Machado (1894-1964), e o sociólogo Gilberto Freyre (1900-1987). A partir dos laços com esse grupo, Nutels iniciaria sua saga rumo ao interior do país.

Após atuar no combate à malária na Baixada Fluminense, o médico foi recrutado para a Fundação Brasil Central (FBC), criada em 1943 para promover a Marcha para o Oeste, projeto de reconhecimento do interior do país idealizado por Getúlio Vargas. Foi nesse trabalho que Nutels teve o primeiro contato com o que chamaria depois de "problema do índio". Na FBC, em particular nas atividades da Expedição Roncador-Xingu, ele realizou, em 1947, a primeira aplicação em massa – em todo o mundo – da vacina contra a tuberculose (vacina BCG) em área distante das grandes cidades. Dois anos depois, Nutels, até então contratado como sertanista, foi nomeado formalmente como médico da expedição.

Em 1951, retornou ao Rio de Janeiro para fazer um curso de especialização no então Serviço Nacional de Tuberculose (SNT). A partir daí, Nutels se tornaria um dos maiores especialistas em tuberculose entre indígenas de seu tempo. Foi durante o curso no SNT que nasceu, de forma mais clara, a ideia de usar aviões para levar atendimento médico a regiões inóspitas do país, um projeto de interiorização da assistência à saúde inspirado nas experiências sanitárias de três décadas antes.

Ao final do segundo governo Vargas, com o país ainda sob os efeitos da grave crise institucional que culminaria com o suicídio do político gaúcho, Nutels e outros, como Orlando Villas-Bôas (1914-2002), Darcy Ribeiro (1922-1997), Heloisa Alberto Torres (1895-1977), José da Gama Malcher (1872-1956) e Cândido Rondon (1865-1958), tentaram, sem sucesso, obter apoio para esse projeto. Mesmo sem o suporte político oficial, a ideia – que se converteria, mais adiante, no Serviço de Unidades Sanitárias Aéreas (Susa) – sairia do papel graças aos contatos que Nutels tinha estabelecido no Ministério da Aeronáutica. De modo limitado, algo como um pré-Susa funcionou até 1956, com uma rotina de viagens bastante esporádica, centrada em iniciativas de vacinação (BCG) e registros pulmonares (abreugrafias).

Nasce o Susa A proposta de levar 'desenvolvimento' para o interior era uma questão central nos planos do governo, iniciado em 1956, de Juscelino Kubitschek (1902-1976), como comprova a construção de Brasília. Assim, logo no início desse governo, sob a gestão de Maurício de Medeiros (1885-1966) no Ministério da Saúde, foi criado o Susa. Administrativamente, o novo órgão li-

>>>

Fera invisível

A literatura de cordel também foi utilizada por Noel Nutels em suas campanhas de prevenção e controle da tuberculose, em especial no Nordeste. Um exemplo dessa iniciativa é o livro *Fera invisível ou o triste fim de uma trapezista que sofria de pulmão*, de João José da Silva, que contou com a ajuda de Nutels para abordar a doença de modo correto. Os versos típicos do gênero dão conta das ações e cuidados que envolvem a tuberculose, como mostram os trechos a seguir:

“O que foi tuberculoso
Ainda tendo bom trato
Ninguém use o que ele usa
Não coma nada em seu prato
Nem beba na sua xícara
E nem queira o seu contato
Também é bem perigoso
Sentir a respiração
Deve evitar sua fala
Com certa aproximação
Porque o bafo da boca
Traz os germes do pulmão
(...)
Quem quiser a sua chapa
Procure o serviço do Susa
Seja radiografado
Porque sua chapa acusa
Se está bom ou doente
E lá ninguém se recusa”



gava-se ao Serviço Nacional de Tuberculose, marcando sua indiscutível vocação para a prevenção e o tratamento dessa doença.

Até 1964, quando um golpe de Estado mudou radicalmente o cenário político-institucional, o Susa contou com o apoio da Força Aérea Brasileira e do Correio Aéreo Nacional. De início, as equipes de saúde eram compostas por clínico-geral, dentista, oftalmologista, operador de raios X, laboratorista e auxiliares. Ao longo do tempo, passaria por uma série de alterações na composição das equipes e em sua vinculação institucional.

Para dar uma ideia da escala e do alcance do Susa, nos primeiros seis meses de trabalho esse órgão realizou mais de 33 mil atendimentos, em 17 localidades do Norte e Nordeste do país. Suas atividades envolveram cadastros torácicos, vacinação por BCG e antivariólica, exames de assistência dentária e tratamento oftalmológico. Além disso, o Susa se notabilizou pelas campanhas de educação sanitária. De modo inovador, Nutels organizou concertos de música popular, com forró e maracatus, como estratégia para atrair as pessoas que desconfiavam daqueles senhores vestidos de branco. Até literatura de cordel serviu como material educativo (ver 'Fera invisível').

No regime militar, o Susa, rebatizado como Unidade de Atendimento Especial (UAE), passou a dar atenção exclusiva ao problema da tuberculose. No entanto, enfrentou nesse período sua fase mais difícil. A partir de 1968, já como órgão ligado diretamente ao Ministério da Saúde, passou a conviver com uma série de problemas para a contratação e manutenção de suas equipes.

A época é marcada, como mostrou a médica Dina C. Costa em artigo de 1987, por um retrocesso na abordagem oficial da saúde pública, com menor interesse na dimensão coletiva e no trabalho com as comunidades e maior foco na assistência médica individual. Na década de 1970, segundo essa autora, a falta de apoio político e institucional selaria o início do processo de extinção do Susa.

Cai um guerreiro Acometido por um câncer de bexiga, Noel Nutels faleceu no Rio de Janeiro em fevereiro de 1973, às vésperas de completar 60 anos. Deixou como legado mais que uma vida de combate à tuberculose e outros males: centrou suas energias em ações que repercutiam na afirmação e valorização da saúde e da vida. Em nossos dias, muitos chamariam suas práticas de integrais.

A maneira criativa como Nutels enfrentou as amarras da burocracia pública e os limites impostos pelas barreiras políticas também merece comentário. Muito hábil na arte de fazer amigos e construir as 'redes sociais' da época, Nutels soube produzir articulações informais sem perder de vista a institucionalização de suas iniciativas. A criação do Susa é, nesse sentido, exemplar.

Em suas ações sanitárias, ele combinou de modo criativo diferentes aportes tecnológicos. Mobilizou o que havia de mais sofisticado e acessível na época, como tecnologias de diagnóstico e vacinas, mas também fez uso, em seus esforços de educação sanitária, da música, da dança e da literatura. Tudo com somente uma finalidade: prevenir a doença e estabelecer a saúde. Ou seja, o médico foi mestre em experiências em que as dobradinhas prevenção/reabilitação e saber científico/saber popular foram habilmente usadas. Sempre para o bem da saúde dos brasileiros. **GH**

Sugestões para leitura

COSTA, D. C. 'Política indigenista e assistência à saúde – Noel Nutels e o serviço de unidades sanitárias aéreas', em *Cadernos de Saúde Pública*, v. 3, nº 4, p. 388, 1987.

HOUAISS, A. (org.). *Noel Nutels: memórias e depoimentos*. Rio de Janeiro, José Olympio, 1974.

LESSA, O. *Índio cor de rosa: evocação de Noel Nutels* (coleção Edições do Pasquim, v. 22). Rio de Janeiro, Codreci, 1978.

PAIVA, C. H. A. 'A saúde pública em tempos de burocratização: o caso do médico Noel Nutels', em *História, Ciência, Saúde Manguinhos*, v. 10(3), p. 827, 2003.

Menos pobreza, menos doença

Além das tecnologias médicas, redução da miséria é fundamental para o controle da tuberculose

Por que um mal milenar, cujo agente causador foi identificado há longo tempo, continua a ser um problema de saúde global, desafiando tecnologias de diagnóstico, vacinas e tratamentos desenvolvidos para seu controle? Esse é o tema das reflexões deste texto, que discute a responsabilidade dos determinantes sociais na manutenção dos altos níveis atuais de ocorrência de tuberculose e os vínculos entre estes e as tecnologias biomédicas surgidas nos últimos 130 anos para combater o bacilo. Essa vinculação pode apontar alternativas concretas de controle da doença.

Maurício L. Barreto

*Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva,
Universidade Federal da Bahia*

A tuberculose, doença conhecida desde épocas remotas, persiste como um dos mais relevantes problemas de saúde humana do mundo atual (figura 1), em especial nos países em desenvolvimento ou pobres – e, nesses, entre os mais pobres. Na década de 1980, o surgimento da pandemia de HIV/Aids (a infecção pelo HIV aumenta a predisposição para a tuberculose) e as sucessivas crises econômicas, que pioraram as condições de vida da população, mesmo em países desenvolvidos, ampliaram a incidência dessa antiga enfermidade e dificultaram seu controle. Em muitos países, a tuberculose ressurgiu.

A história do conhecimento sobre as causas da doença é importante para que se entenda como foram concebidas as ideias a as formas de controlá-la. Essa história é marcada por um evento de grande importância nas ciências biomédicas: em 1882, o grande bacteriologista alemão Robert Koch (1843-1910) anuncia ter identificado e cultivado o agente causador da tuberculose humana: o *Mycobacterium tuberculosis*.

Não há dúvida de que a descoberta de Koch é de extrema importância para o conhecimento científico em geral e para o estudo da tuberculose em particular. Mais de 130 anos depois, no entanto, apesar de todos os avanços científicos e tecnológicos que ela possibilitou (méto-

dos de diagnóstico, vacinas e tratamentos), a tuberculose ainda aflige a humanidade, desafiando todos os que acreditaram em seu controle e até em sua erradicação. Esse fato nos obriga a uma reflexão profunda. Muitos acreditam que o esforço de controle da tuberculose só poderá ser reorganizado, adotando-se novas estratégias, se encontrarmos explicações convincentes sobre sua persistência, ou ressurgência.

Antes da descoberta de Koch existiam outras explicações sobre as causas da tuberculose, e uma delas já a considerava uma doença dos pobres e dos trabalhadores, submetidos a condições de vida precárias. Em apoio a essa ideia, a literatura científica registra, desde aquela época, grande quantidade de evidências que ligam a ocorrência da doença a fatores sociais e ambientais, como pobreza, desigualdade social, baixa escolaridade, desnutrição e vida em habitações precárias ou com alta aglomeração. A incidência da tuberculose é consistentemente mais alta entre os mais pobres.

Na história dessa linhagem de estudos, merece registro especial outro momento, ocorrido quase 100 anos após a descoberta de Koch. Esse momento foi a publicação, em 1979, por Thomas McKeown (1912-1988), conceituado epidemiologista inglês, do livro *O papel da medicina – sonhos, miragem e nêmeses*, cujo conteúdo

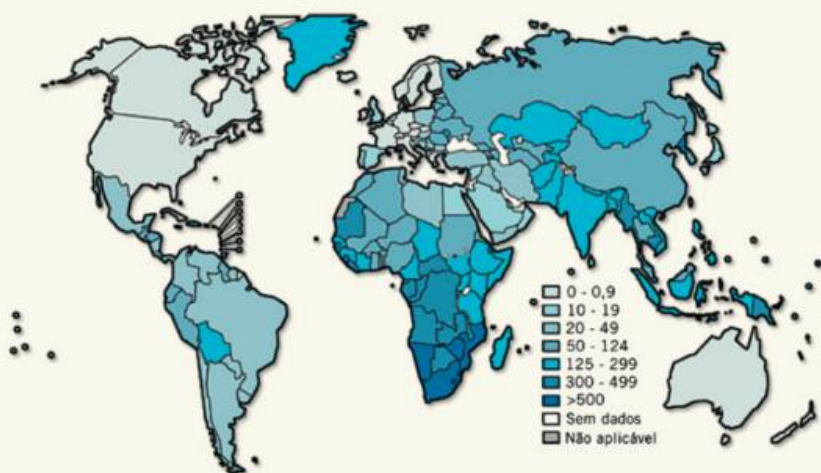


Figura 1. Índice de novos casos de tuberculose (por 100 mil habitantes) no mundo em 2012

Fatos inesperados Apesar do alerta de McKeown, esperava-se que, com a adoção dessas tecnologias em programas de controle em países com alta incidência, a doença seria controlada, tornando-se em pouco tempo 'página virada' entre os problemas de saúde humanos.

Porém, a partir da década de 1980, algo inesperado aconteceu. Nos países pobres e em desenvolvimento, além de não ser confirmada a tendência esperada de redução, a tuberculose ressurgiu – o que aconteceu também em alguns países desenvolvidos. Outros fenômenos imprevistos também ocorreram, destacando-se o surgimento de linhagens de *M. tuberculosis* resistentes aos vários quimioterápicos existentes – hoje, essas cepas resistentes são responsáveis por uma crescente proporção dos casos da doença em todo o mundo.

A princípio, o comportamento inesperado da tuberculose foi atribuído à epidemia de Aids, mas aos poucos estudos evidenciaram que fatores econômicos (em especial as políticas neoliberais) e sociais (como o aumento do desemprego e da pobreza), observados no mesmo período em muitas partes do mundo, estariam contribuindo para o problema. Tudo isso trouxe, ao final do século 20, certo grau de desânimo e perplexidade em relação ao controle dessa antiga e bem conhecida enfermidade.

É nesse contexto que muitos retomam as teses de McKeown e o estudo dos fatores sociais determinantes da tuberculose, até então com relevância secundária nas políticas de controle da doença. As análises de determinação social envolvem, em sua maioria, estudos populacionais e observacionais, subestimados por muitos adeptos da investigação biomédica. Esta acumula êxitos em muitas áreas, mas também exhibe insucessos totais ou parciais, como no caso da tuberculose.

É nesse contexto que muitos retomam as teses de McKeown e o estudo dos fatores sociais determinantes da tuberculose, até então com relevância secundária nas políticas de controle da doença. As análises de determinação social envolvem, em sua maioria, estudos populacionais e observacionais, subestimados por muitos adeptos da investigação biomédica. Esta acumula êxitos em muitas áreas, mas também exhibe insucessos totais ou parciais, como no caso da tuberculose.

Foco na pobreza No século 21, porém, fenômeno político-social de grande importância tem início em muitos países pobres ou em desenvolvimento. Muitos países têm adotado políticas voltadas para a redução da pobreza e da miséria absoluta, em tendência contrária ao 'mantra' neoliberal de que, no curso do desenvolvimento, todos se beneficiariam, sendo desnecessário adotar políticas específicas focadas nos grupos marginalizados. As novas políticas, iniciadas no México, no Brasil e em Bangladesh, são hoje implantadas em dezenas de países, incluindo muitos latino-americanos.

Entre essas políticas podem ser destacados os chamados programas de transferência de renda (condicionais ou não condicionais). Como esperado, os efeitos mais imediatos desses programas se dão na redução da pobreza. Na América Latina, por exemplo, o percentual de

gera polêmica até os dias atuais. Entre outros problemas de saúde, McKeown analisou o histórico das taxas de mortalidade por tuberculose na Inglaterra, de meados do século 19 até o início da década de 1970 (portanto, antes da ressurgência da doença), observando que a tendência de redução dessas taxas, na população inglesa, já era marcante na primeira metade do século 19 e se manteve em queda por todo o período analisado. No gráfico (figura 2) estão ainda indicados eventos relevantes do combate à doença, como a identificação do bacilo por Koch (1882) e o uso de quimioterápicos e da vacina BCG – o primeiro fármaco desenvolvido para tratamento da tuberculose foi a estreptomina, na década de 1940, e a aplicação em massa da vacina, na Inglaterra, só começou em 1953, embora esta existisse há cerca de 30 anos.

Quando esses dois recursos provenientes da pesquisa biomédica gerada pela descoberta de Koch passaram a ser amplamente usados na Inglaterra (e também em outros países), a taxa de mortalidade já era bastante inferior à observada no início da série. Seu uso tornou essa queda mais rápida. Como grande parte da queda ocorreu antes da década de 1950, quando as modernas tecnologias biomédicas para prevenção e tratamento da tuberculose não existiam, McKeown minimizou o papel dessas tecnologias e responsabilizou outros fatores por grande parte do declínio observado na mortalidade. Esses fatores seriam uma série de transformações ocorridas na sociedade inglesa, em especial a melhoria do estado nutricional da população, além de outras mudanças positivas nas condições de vida.

As 'teses de McKeown' tiveram imenso impacto no debate científico da época, com repercussões internacionais. Embora alguns elementos tenham sido contestados, essas ideias, em sua essência, ainda têm importância. Devemos ressaltar que, nos países hoje desenvolvidos, a ocorrência da tuberculose já era bastante reduzida quando a vacina BCG e os novos tratamentos começaram a ser usados, mas o mesmo não acontecia em grande parte do mundo, onde os recursos de saúde eram escassos.

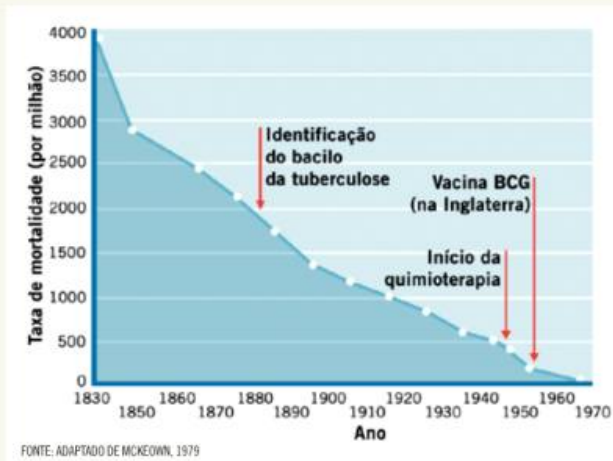


Figura 2. Histórico da taxa de mortalidade por tuberculose na Inglaterra entre 1830 e 1970, com destaque para momentos importantes na história do combate à doença

indivíduos abaixo da linha de extrema pobreza (quando os ganhos são insuficientes para obter o mínimo de recursos necessário à sobrevivência) diminuiu mais de um terço em poucos anos – no Brasil, cerca de dois terços. Porém, além de reduzir a pobreza, esses programas têm mostrado outros efeitos positivos em uma série de indicadores sociais, em especial das áreas de educação e de saúde. Na saúde, são observados impactos positivos nas áreas de alimentação, nutrição e desenvolvimento infantil, além de efeitos no uso dos serviços de saúde, na redução da morbidade e mortalidade infantil e na incidência de tuberculose, hanseníase, Aids e malária.

Nos programas condicionais de transferência de renda (os mais frequentes), essa característica pode ampliar tais efeitos. As condicionalidades incluem obrigações da família com a saúde de gestantes (acompanhamento pré-natal, aleitamento materno, alimentação saudável) e de crianças (obediência ao calendário de vacinação, acompanhamento nutricional e outros), e com a educação infantil (frequência obrigatória na escola).

No Brasil, em áreas em que o programa de transferência (Bolsa Família) está consolidado e com alta cobertura, a mortalidade de menores de cinco anos caiu até 17% (no caso das mortes relacionadas à desnutrição, a queda chega a 65%). Estudos em curso começam a revelar efeitos significativos também na redução da tuberculose, da hanseníase e de outras doenças de difícil controle.


Um aspecto importante é que, do ponto de vista científico, a existência dessas intervenções contra a pobreza (como os programas condicionais de transferência de renda) abriu novas possibilidades para estudos epidemiológicos e avaliativos sobre as relações de causa e efeito entre as condições sociais e a saúde da população.

O acúmulo de evidências de que políticas públicas focadas em reduzir a pobreza podem ter efeitos relevantes sobre a incidência de doenças com forte componente social, inclusive a tuberculose, trouxe novo ânimo aos esforços de controle da doença. O mais importante, porém, é que a combinação de políticas específicas de saúde e programas de combate à pobreza tornou-se uma possibilidade real. Com as ações na área da saúde (vacinas e tra-

tamento), busca-se maximizar os efeitos das tecnologias disponíveis para prevenção e cura da tuberculose. Com a redução da pobreza, atua-se nos fatores sociais que induzem sua maior frequência entre os menos favorecidos.

Além disso, as condicionalidades dos programas de transferência de renda aumentam a busca por serviços de saúde, reduzindo a desigualdade de acesso aos mesmos, em consequência, ampliando o alcance de seus benefícios. Estudo recente, no Brasil, comprova esse fato: as atuações do Programa de Saúde da Família e do Bolsa Família, embora independentes, são complementares, acelerando a redução da mortalidade infantil em áreas em que apresentam ampla cobertura.

Existem evidências de que mesmo pequenas reduções nos níveis de pobreza de uma população geram grandes benefícios nos níveis de sua saúde. Observa-se ainda que, para algumas doenças, entre elas a tuberculose, os novos conhecimentos e tecnologias obtidos pela pesquisa biomédica, embora de grande importância, não têm sido suficientes para o seu efetivo controle. Nesse contexto, ganha força a ideia de que o enfrentamento desses problemas globais de saúde exige mudanças de estratégia: de um lado, é preciso ampliar o acesso às inovações geradas pela ciência, para atender a todas as parcelas da população que delas necessitam; de outro, é essencial associar essas ações a medidas que diminuam a pobreza e melhorem as condições gerais de vida.

No caso específico da tuberculose, essa associação, nos países pobres e em desenvolvimento, cria novas esperanças de que essa enfermidade, que ainda faz grande número de vítimas, possa vir a ser efetivamente controlada em um futuro próximo. 

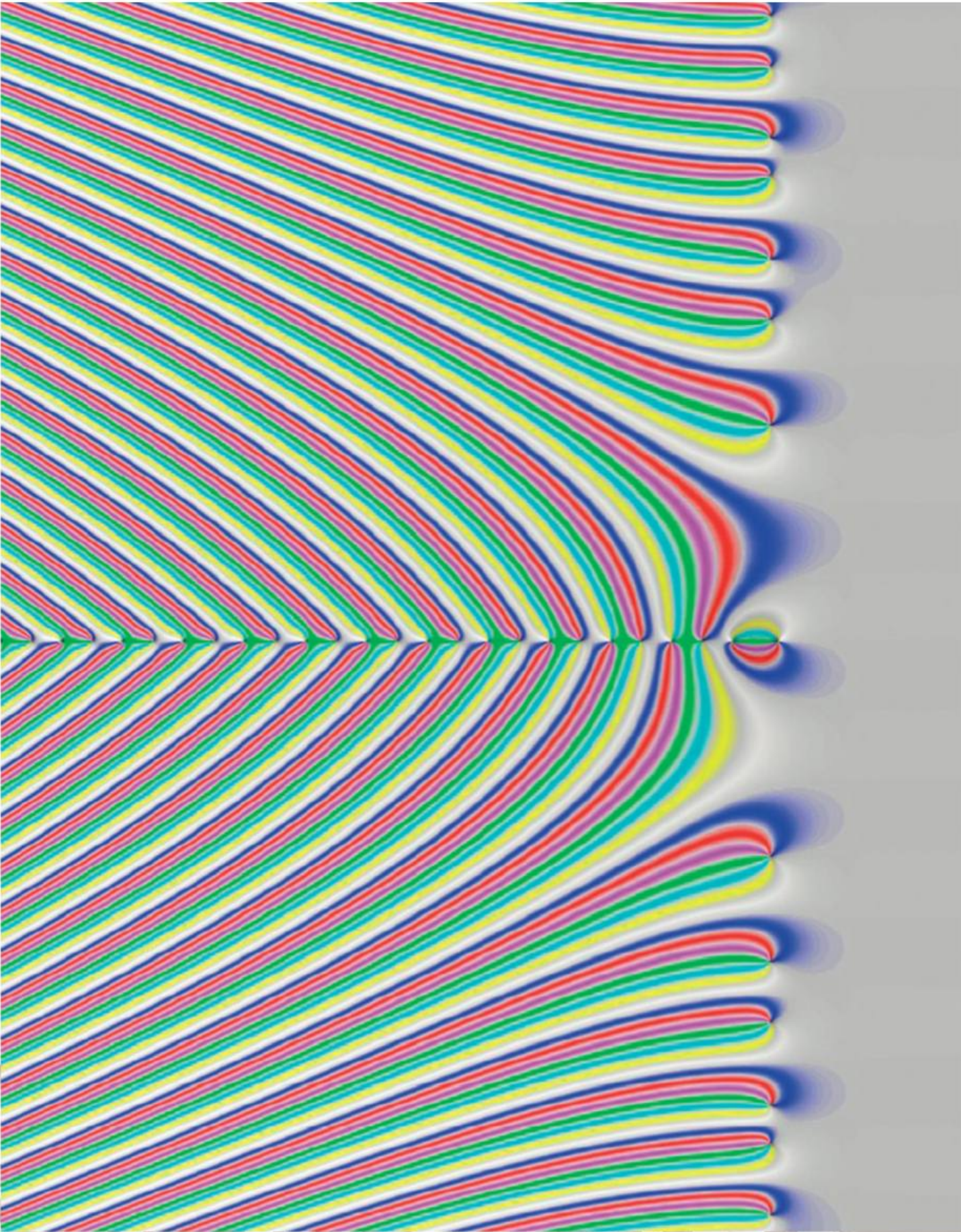
Sugestões para leitura

BOCCIA, D.; HARGREAVES, J.; LÖNNROTH, K. e outros. 'Cash transfer and microfinance interventions for tuberculosis control: review of the impact evidence and policy implications', em *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, v. 15, sup. 2, p. S37, 2011.

RASANATHAN, K.; SIVASANKARA KURUP, A.; JARAMILLO, E. e LÖNNROTH, K. 'The social determinants of health: key to global tuberculosis control', em *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, v. 15, sup. 2, p. S30, junho de 2011.

RASELLA, D.; AQUINO, R.; SANTOS, C. A. T.; PAES-SOUSA, R. e BARRETO, M. L. 'Effect of a conditional cash transfer programme on childhood mortality: a nationwide analysis of Brazilian municipalities', em *Lancet*, v. 382(9.886), p. 57, 2013.

TORRENS, A. W.; RASELLA, D.; NERY, J. S. e PEREIRA, S. M. 'Tuberculose e Programa Bolsa Família no Brasil', em *Saúde Brasil 2013 (MS-SVS)*. Brasília, 2014 (em publicação).



JEAN FRANÇOIS COLONNAZ/ICOLE POLYTECHNIQUE

A microfísica e os números primos

A relação da matemática com a natureza sempre impressionou cientistas e pensadores ao longo da história – entre eles, Galileu Galilei (1564-1642) e Albert Einstein (1879-1955). Que a natureza tem uma predileção pelos números naturais, isso se sabe de longa data.

Mas e pelos primos? Aparentemente simples – porém, profunda do ponto de vista da física e mesmo da filosofia –, essa pergunta, que tem sido estudada por diversos grupos de pesquisadores no mundo, começou a ser abordada de uma forma inovadora no Brasil. Como veremos, a física pode revelar um modo inédito de abordar perguntas feitas pela matemática.

Nami Fux Svaiter

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (RJ)

Em 1900, no Congresso Internacional de Matemáticos, em Paris, o alemão David Hilbert (1862-1943), um dos maiores matemáticos de todos os tempos, apresentou 23 problemas que deveriam dar a direção dessa disciplina ao longo do século que estava para se iniciar.

O esforço de uma legião de matemáticos no século passado foi capaz de resolver vários desses problemas. Alguns, no entanto, ainda estão em aberto. Um deles, o oitavo, diz respeito a como os números primos se distribuem à medida que vamos caminhando em direção ao infinito. Vale lembrar aqui que um número primo é aquele que obedece a dois critérios: i) é maior do que 1; ii) é divisível apenas por 1 e por ele mesmo. Por exemplo, 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17...

A origem dos estudos sistemáticos dos primos remonta a Euclides (c. 325 a.C.) e Eratóstenes (276-194 a.C.). O primei-

>>>

ro provou que o número de primos é infinito – portanto, não existe o maior de todos os primos (ver ‘Diálogos euclidianos’, em CH 303). O segundo nos mostrou como criar a lista de todos os números primos menores do que x , criando um método hoje conhecido como ‘crivo de Eratóstenes’.

Hoje, o problema da distribuição dos primos é tão importante que existe um prêmio de US\$ 1 milhão (cerca de R\$ 2,5 milhões), dado pelo Instituto de Matemática Clay (EUA), para quem conseguir resolvê-lo.

Por que é importante? A razão teórica é que vários resultados matemáticos relevantes seriam demonstrados com a prova da chamada hipótese (ou conjectura) de Riemann, que trata indiretamente do comportamento e da distribuição dos primos. A prova dessa hipótese teria consequências fundamentais para a elaboração e modificação de procedimentos (algoritmos) que possibilitariam, por exemplo, a transmissão de informação codificada (criptografada), dando mais segurança a mensagens e transações bancárias e comerciais.

Primos e zeros Por séculos, várias questões fundamentais foram associadas aos números primos. Uma que nos interessa aqui é se existe uma fórmula geral para encontrar o número primo qualquer. Há um consenso entre os matemáticos de que não deve existir tal fórmula, dado o fato de a distribuição dos números primos não ser ordenada – eles vão rareando à medida que percorremos a reta dos inteiros positivos rumo ao infinito.

Outra questão: quantos primos existem menores do que certo número dado x ? Para um x suficientemente grande, podemos responder a essa pergunta de forma aproximada. A resposta a essa questão é o chamado teorema dos números primos, provado, em 1896, independentemente, pelos franceses Jacques Hadamard (1865-1963) e Charles Jean de La Vallé Poussin (1866-1962).

Mas, para nossos propósitos aqui, vale destacar o resultado obtido pelo matemático alemão Bernhard Riemann (1826-1866). Ele encontrou uma fórmula que faz uma conexão entre a distribuição dos números primos e os zeros de uma função conhecida hoje como zeta de Riemann. Explicando: o zero (ou raiz) de uma função é o número que anula essa função, ou seja, a faz igual a zero – daí o nome. Por exemplo, $f(x) = x - 5$ tem um úni-

co zero (ou raiz), que é $x = 5$, pois, para esse valor de x , a função se anula – vale ressaltar que a função zeta de Riemann é bem mais complexa que nosso exemplo, mas, para os propósitos deste artigo, basta conhecer a noção de zero de uma função.

Hilbert foi além das fronteiras da matemática. Conjeturou que um sistema físico poderia nos fornecer informações sobre a distribuição dos primos. E isso poderia ocorrer desse modo: tal sistema, ao ser observado – podemos imaginar que por meio de um detector sofisticado –, forneceria os zeros da função zeta. Sejam mais específicos: esse sistema, por exemplo, poderia emitir informação (digamos, energia) não de forma ‘contínua’, seguindo os números naturais (1, 2, 3, 4...), mas, sim, na forma de ‘saltos’ que obedeceriam a sequência dos primos (2, 3, 5, 7, 11, 13...).

Teoria poderosa No começo do século passado, surge uma teoria radicalmente diferente daquela que chamamos de mecânica clássica: é a mecânica quântica, desenvolvida principalmente na década de 1920 e que trata dos fenômenos que ocorrem no universo das moléculas, dos átomos e suas subpartículas.

Um pouco mais cedo, em 1905, foi idealizada a chamada relatividade especial, que remodelou nossas noções de espaço e tempo, mostrando que essas grandezas não são absolutas, mas dependem de cada observador.

Até o presente momento, não existe nenhum experimento que viole nem a relatividade especial, nem a mecânica quântica.

A mecânica quântica pode descrever um número bastante grande de fenômenos, mas esse formalismo não é mais adequado em duas situações: i) quando o número de partículas envolvidas é muito grande; ii) quando há a ‘transformação’ (ou decaimento) de uma partícula em outra (ou outras). Nesses casos, temos que empregar a chamada teoria quântica de campos, que é a fusão da mecânica quântica com a teoria da relatividade especial.

A teoria quântica de campos é um formalismo poderoso para descrevermos os fenômenos que envolvem um número muito grande de partículas, com exceção daqueles que envolvem a gravidade – para isso, a teoria adequada é a relatividade geral, também de Einstein, publicada em 1916.

Energia infinita!? Como dissemos, Hilbert, no começo do século passado, sugeriu que um sistema físico poderia fornecer informações sobre a distribuição dos números primos por intermédio dos zeros da função zeta de Riemann – essa sugestão também foi feita por outro matemático, o húngaro George Pólya (1887-1985).

Como a distribuição dos números primos e os zeros da zeta de Riemann estão conectados, não é difícil entender que vários físicos começaram a se interessar por essas ideias de Hilbert e Pólya e passaram a buscar sistemas físicos que, como dissemos, fornecessem informação para um observador na forma de primos.

Infelizmente, isso não é possível, pois não há um sistema assim na natureza.

Mas como podemos ter certeza disso? Porque a teoria quântica de campos – que é um ferramental teórico poderoso e repetidamente comprovado por experimentos muito precisos – nos indica que a energia de um sistema assim seria infinita. E, claro, não é razoável pensar que haja na natureza um sistema descrito pela teoria de campos com essa característica.

Essa impossibilidade foi demonstrada pelo autor deste artigo em conjunto com mais dois colegas, Benar Fux Svaiter, do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), no Rio de Janeiro (RJ), e Gabriel Menezes, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica (RJ).

Avenida de perguntas No entanto, esse mesmo grupo de pesquisadores brasileiros mostrou que não há impossibilidade matemática alguma de existir um sistema físico, descrito pela teoria de campos, que forneça informação para um observador na forma dos zeros da função zeta de Riemann – e, com essa informação, como vimos, seria possível chegar à distribuição dos primos.


Parece que essa oportunidade a natureza não perdeu.

Mas a questão que se coloca é a seguinte: que sistema é esse? Podemos ir mais longe e nos perguntar: se esse sistema existe, qual seria a energia de seu estado fundamental (ou seja, seu nível mais baixo de energia)?

A possibilidade de termos um sistema descrito pela teoria quântica de campos que nos forneça os zeros da função zeta de Riemann abre uma avenida de perguntas

e possibilidades. É claro que, a partir daí, só podemos especular. Mas fica tentador procurar na microfísica um sistema que emita informação na forma dos zeros da função zeta de Riemann.

Segundo o matemático alemão Leonhard Euler (1707-1783), “os números são o começo e o fim: além dos números, o pensamento não alcança”. Ele também disse que os matemáticos tentaram em vão descobrir alguma ordem na distribuição dos números primos. Porém, ele tinha razões para acreditar que os primos escondem mistérios que a mente humana não tem capacidade de desvendar.

No entanto, a história da ciência tem nos mostrado que sempre resta algo a ser conquistado. Talvez, um maior diálogo entre a teoria dos números e a física-matemática que descreve o microcosmo e as partículas elementares mostre que Euler, desta vez, estava equivocado. 

Sugestões para leitura

- BOYER, C. B. *História da matemática*. São Paulo: Editora da USP (1974).
- KARLSON, P. *A magia dos números*. Rio de Janeiro: Editora Globo (1961).
- HILBERT, D. 'Mathematical problems'. *Bulletin of the American Mathematical Society*, v. 37, p. 407-436 (2000).
- SVAITER, N. F.; MENEZES, G.; ALCALDE, M. A. *Tópicos em teoria quântica dos campos*. São Paulo: Livraria da Física (2009).
- MENEZES, G.; SVAITER, B. F.; SVAITER, N. F. 'Riemann zeta zeros and prime number spectra in quantum field theory'. *International Journal of Modern Physics*, v. 28, 1350128 (2013).
- DUEÑAS, J. G.; SVAITER, N. F. 'Riemann zeta zeros and zero-point energy'. Disponível em hep-th/1311.6681 (2013). *International Journal of Modern Physics A*, v. 29, p. 1450051 (2014).

NA INTERNET

Crivo de Eratóstenes: <http://bit.ly/1n24Cif>



VAIAS E XINGAMENTOS NO FUTEBOL

Em todo o mundo, os torcedores de futebol mostram seu descontentamento – com o próprio time ou com os adversários – por meio de vaias e palavrões. O uso dessa linguagem, no entanto, pode representar mais que uma atitude mal-educada ou uma violência. Na recente Copa do Mundo do Brasil, por exemplo, algumas atitudes da torcida permitem levantar questões interessantes sobre diferentes significados, inclusive políticos, associados aos insultos e apupos.

Luiz Henrique de Toledo

*Laboratório de Práticas Lúdicas e Sociabilidade,
Universidade Federal de São Carlos*



O QUE APRENDER COM A 'FALA TORCEDORA'

As vaias e os xingamentos, universalmente associados a descontentamentos e intimidações, mas também a ironias e jocosidades, são poderosos instrumentos de vocalização de vontades e juízos esportivos. O futebol, como se sabe, é o momento ritualizado do fruir individual ou coletivo desse linguajar peculiar, amplificando aspectos da natureza competitiva própria dos esportes – aspectos também presentes em quase todas as formas da vida em sociedade.

Não é à toa que se fala em jogo político, disputa econômica, guerra dos sexos, luta de classes e tantos termos analíticos ou metafóricos que colocam em evidência os estereótipos de classe, as oposições entre papéis sociais, as fissuras entre o público e o privado e as relações de poder, étnicas, raciais e de gênero. Se as transformações históricas renovam continuamente a sensibilidade no trato das diferenças, sejam elas étnicas, culturais ou de outra origem, a universalização e constância da linguagem dos palavrões e impropérios mantêm-se notavelmente, no correr dos tempos, como mecanismo comunicativo de grande eficácia.

Sob certa perspectiva, o uso dessa linguagem áspera, que denota quase sempre algum enfrentamento diante do outro, consistiria em um exercício figurado do embate físico, uma transformação decorrente do fenômeno que autores como o sociólogo alemão Norbert Elias (1897-1990) denominaram “processo civilizador”. Embora o uso indiscriminado desse tipo de linguagem seja hoje condenável, pode ter servido, em várias situações da vida, como um índice de civilidade entre adversários, que, de certo modo, abriram mão do enfrentamento físico na resolução de suas diferenças.

FOTO © JORGE SILVA / REUTERS

>>>

Já no futebol, sem a possibilidade de disputar a posse da bola, condição restrita aos jogadores em campo, restaria aos torcedores lançar mão dos insultos para tentar subjugar e humilhar os adversários. Tais disputas verbais, certamente mais toleráveis que os confrontos físicos ainda tão presentes no futebol, não são isentas de ambiguidades, carregando forte dose de violência simbólica. Foi o que se viu nessa última Copa do Mundo, realizada no Brasil, na qual a Federação Internacional de Futebol (Fifa) revelou suas preocupações com a questão em tentativas de disciplinar os excessos verbais dos torcedores nas arquibancadas – os quais geraram alguns desconfortos, confirmando sua natureza de confrontação.

Usos e abusos Durante a Copa, a Fifa ameaçou coibir o comportamento daquelas torcidas que mostrassem, física ou verbalmente, qualquer inclinação à intolerância racial ou de gênero. O primeiro forte indício da validade dessas preocupações foram os gritos de “puuuuuto” (vindos, sobretudo, de torcedores mexicanos e entoados quando os goleiros contrários repunham a bola em campo, no tiro de meta), para atribuir ao adversário uma condição supostamente fragilizada e condenável de homossexual, *maricón* ou, para usar um termo comum entre torcedores brasileiros, ‘bicha’. A torcida brasileira também esteve na mira da Fifa quando incorporou a ‘contribuição’ mexicana a seu minguado repertório de cantos – como o nacionalista “sou brasileiro, com muito orgulho, com muito amor” – e xingamentos.

Essa escassez de ‘palavras de ordem’, para alguns analistas, viria do perfil predominante de ‘torcedores de Copa’, estereotipados como “torcedores coxinhas”, por sua maior identificação com a elite branca, de pouca tradição e assiduidade em estádios. Essa condição explicaria a falta de maior repertório e a escolha inadequada do momento para usar xingamentos, cantos e gritos de guerra durante uma partida.

É improvável que, ao copiar os mexicanos, os torcedores brasileiros tenham usado a palavra com os mesmos significados pejorativos que atribuídos a ela pelos demais torcedores latinos, embora em nossas arquibancadas sejam com frequência ouvidos xingamentos que explicitam preconceitos. Nesse caso, pode ter havido algo como uma reação estetizada e contrastiva, já que o substantivo ‘puto’, na fala comum do brasileiro, sofreu deslocamentos sintáticos e ganhou outros significados, como, por exemplo, intensidade ou qualidade: estar ‘puto da vida’ ou presenciar um ‘puta jogo’ de futebol. Em outros jogos do Brasil, ‘puto’ foi transformado em ‘burro’, com o tom usado pelo coro torcedor surtindo os mesmos efeitos.

As agressões verbais e corporais presentes na sociedade brasileira trazem evidentes sinais e conotações de gênero muito pouco coibidos até recentemente. Hoje, a visibilidade das experiências afetivas homoeróticas pelas ruas das capitais (como o cotidiano desfilarem de casais do mesmo sexo de mãos dadas), as mobilizações políticas de

grande repercussão (como as paradas LGBT) ou a maior presença desse comportamento nos meios de comunicação (em filmes, em novelas e no noticiário), preenchem a paisagem com uma diversidade até há pouco tempo ausente nos espaços públicos, trazendo outros sinais e uma nítida mudança na sensibilidade urbana – à revelia dos intolerantes. Os estádios não estão imunes aos tempos, mas é notório como ainda mantêm as barricadas dos preconceitos, destacando-se o quase silêncio da crônica esportiva a esse respeito, salvo quando o alvo da atitude racista é algum jogador.

Sendo assim, a Fifa, com suas determinações civilizatórias, acredita poder fazer com que os torcedores deixem de usar a linguagem agressiva tão presente na esfera esportiva, acionando com isso processos psíquicos e sociais que tragam alguma consciência à sociabilidade futebolística. É de espantar que esse movimento, já presente nas ruas, permaneça praticamente ausente no comportamento das arquibancadas.

Ofensa e jociedade “Cada nome feio que a vida extrai de nós é um estímulo vital irresistível”, escreveu – na crônica *Bocage no Futebol* – Nelson Rodrigues (1912-1980), cronista esportivo que, no Brasil, elevou os palavrões à condição sublime da prática do torcer. Palavrões libertam a alma das amarras das normas, xingar é terapêutico, diriam alguns. O caráter criativo presente no uso de palavrões estiliza e enriquece qualquer língua.

Essa ludicidade com o idioma, ao invadir o campo político, é recheada de termos referentes a certas partes corporais, a estereótipos morais e à aparência pessoal, com o objetivo de denunciar abusos, evidenciar poderes corruptos, embaralhar hierarquias, fortalecer a subalternidade diante dos desmandos dos poderosos. Enfim, a vida e a literatura (acadêmica, inclusive) são fartas em exemplos desses *insights*.

O que se coloca, no campo do esporte, é: quais seriam os limites e a eficácia semântica de alguns palavrões? Até onde se pode xingar a pessoa que ocupa a Presidência da República, como ocorreu na abertura da Copa do Mundo, quando uma plateia mais abastada, socialmente mais distante da caracterização de ‘torcedores comuns’, insistiu em usar uma expressão chula (“vai tomar no...”) para apurar a presidente Dilma Rousseff no estádio do Itaquerao, em São Paulo? É claro que, nesse caso, a intenção do xingamento não era somente a pilhéria, o riso ou a ironia, mas a explicitação de uma controvérsia ideológica difusa em relação à conjuntura política e administrativa. Sequer a classe política, a despeito das instabilidades econômicas do país, recebeu bem esse coro popular – o jogo dinâmico da parlamentarização tende a minimizar o uso dos palavrões na arena pública, em nome de decoros e protocolos. O temor quanto aos palavrões até afugentaram dos estádios outros políticos.

Cabem, nesse aspecto, outras perguntas. Quando os palavrões deixam de exibir ou nomear (com ou sem gra-



FOTO: G. MACHADO / ARQUIVUS

cejo) grupos, passando a embaralhar ou obstaculizar o fluxo de novos significados? Quando, enfim, perdem a graça, mesmo entre aqueles que usam e gerenciam esses significados diante de suas vítimas historicamente preferenciais?

Parece mesmo que a Fifa, tão criticada, trouxe à luz uma questão que a transcende. Não se trata apenas de defender o politicamente correto ou uma profilaxia verbal e estética nos estádios. Afinal, xingar faz parte da pessoa torcedora. Mas quando atitudes e experiências de outras partes do mundo se aproximam, quando temos que conviver com a diferença dentro de casa, e não mais jogamos com ela ou contra ela a partir de um exterior distante, podemos renovar nossas experiências.

Os palavrões não estão imunes a esse movimento. Assim, podemos inventar e inventariar outros risos – e até outros preconceitos. Os termos ‘puto’ ou ‘bicha’ parecem ‘pegar’ menos hoje, ou ao menos perdem, ainda que pouco a pouco, a força que costumeiramente produzia o riso indiscriminado. Os limites no uso de palavrões têm a ver com os limites da tolerância e sensibilidade no jogo entre grupos sociais distintos e a linha tênue que separa a jocosidade da ofensa muda constantemente de lugar.

Política das vaias Saltando dos palavrões às vaias, podemos focar a análise naquelas impostas sistematicamente pela torcida brasileira ao jogador da seleção espanhola Diego Costa, nascido no Brasil. Essas vaias repuseram na Copa um certo sentimento nacionalista, até então opaco se pensarmos na motivação dos torcedores para o torneio.

Todo o movimento – organizado ou difuso – de críticas à Fifa e aos governantes do país durante o processo de organização da Copa, mais intenso entre junho de 2013 e meados de 2014, foi interpretado pela mídia como poderosa negação das noções ingênuas de que no Brasil futebol e política estão desarticulados, ou seja, que haveria uma separação entre noções que conferem alguma ideia de nação, de um lado, e a autoestima futebolística brasileira, de outro. Supôs-se que a nação, finalmente, havia despertado para o problema atávico da alienação em torno do futebol e agora poderia se manter mais crítica, mesmo diante de um evento que há muito tempo se ansiava: outra Copa do Mundo no país. Prestar contas com a história e refazer os caminhos que levaram ao malogro esportivo em 1950 pareciam não justificar os investimentos a qualquer preço.

Essa situação pode parecer quase inimaginável se olharmos para o período anterior aos grandes movimentos políticos de rua inaugurados em 2013, que escancararam as mazelas administrativas país a fora, fazendo da Copa do Mundo uma vilã por conta da espetacularização dos gastos. Com o evento arranhado pela corrupção, pelos desmandos dos políticos e investimentos condenáveis, em estádios e não em hospitais, o ‘nacionalismo esportivo’ se viu acuado em sua própria casa. Em vez de festa

>>>



e alegria, traços essenciais do estereótipo que em geral se faz dos brasileiros, o que se notou foi tensão e quietude, além de certo desprezo e crítica generalizada ao torneio.

As ruidosas passeatas e manifestações de meados de 2013 nos grandes centros urbanos do país receberam expressiva participação popular e destaque na mídia, gerando um anticlímax de Copa, presente nas experiências mais singelas. Ouviu-se, de donos de bares, que não enfeitariam seus estabelecimentos temendo represálias daqueles que, quase em estado de vigília permanente, tomariam conta das ruas, intimidando quem aderisse ao evento futebolístico. Somaram-se a isso a hesitação comunitária quanto a pintar os espaços públicos com as cores nacionais, atividade de sociabilidade muito comum, que unia gerações nas grandes cidades, e outras ocorrências, compondo um mosaico de indícios e medos – exagerados, diga-se – de que a Copa ‘dentro de casa’ estaria fadada ao fracasso.

‘Não vai ter Copa’ foi um movimento mantido até em dias de jogos, a despeito de certo esvaziamento popular – possivelmente devido à instrumentalização de partidos de esquerda e à radicalização dos *black blocs*, ativistas que logo se colocaram à margem da representação política, privilegiando a ação direta física e não a linguagem das palavras de ordem e xingamentos que em geral marcam tais protestos.

A seleção brasileira começou a Copa titubeando, com um futebol pouco vistoso, favorecida no primeiro jogo por um erro de arbitragem, e o sentimento de distanciament-

to e desconfiança da torcida se confirmou na derrota para a Alemanha. A princípio, esse sentimento revelava de certo modo a maturidade e a pluralidade em um país que, em meio à Copa, seguiu tentando ainda digerir os movimentos recentes de autorreflexão política, nas ruas, mas bastou que o técnico espanhol escalasse Diego Costa, aquele que ‘renegara’ a convocação de Felipe Scolari (retórica ou não, pouco importa), para que a reação verde-amarela surgisse com intensidade e fizesse aflorar o nacionalismo esportivo. A lógica tirânica do ‘todos contra um’ pintou de cores sombrias a nostalgia nacionalista. Vaiado e xingado compulsivamente em nome da pátria que traíra, o jogador pouco fez em campo pelo selecionado que escolheu.

Claro que falamos apenas de apupos e manifestações dentro do estádio. Houve vozes em defesa da opção de Diego Costa em vários lugares, mas o simbolismo das vaias não deve ser subestimado. Vaiado impiedosamente nos dois primeiros jogos da Espanha, o jogador seguiu com firmeza em sua escolha e, sereno, ainda afirmou que mesmo com essa recepção torceria pelo Brasil no transcorrer do torneio.

Vaias e xingamentos, portanto, apontam para o protagonismo dos torcedores diante dos poderes conservadores instalados no futebol. Essas manifestações, ainda, revelam muito do que nós conservamos como ideia de sociedade, que nem sempre está sintonizada com as transformações em curso no mundo. A popularização de certas expressões e a densidade das mensagens que os xingamentos veiculam dependerão sempre da sensibilidade pública e dos jogos estabelecidos entre variados atores sociais, cujas demandas políticas são continuamente colocadas na arena pública. Os xingamentos e as vaias ultrapassam em muito seus propósitos aparentemente esportivos, mesmo quando proferidos dentro dos estádios. Por isso, ficar atento aos significados neles contidos é reposicionar o futebol e seu linguajar em uma sociedade em permanente mudança. **CR**

Sugestões para leitura

BUARQUE DE HOLANDA, B.; MALAIA, J.; MELO, V. e TOLEDO, L. H. (orgs.). *A torcida brasileira*. Rio de Janeiro, Sete Letras, 2012.

DA MATTA, R.; BAETA NEVES, L. F.; GUEDES, S. L. e VOGEL, A. *Universo do futebol*. Rio de Janeiro, Pinakotheke, 1982.

MARQUES, J. C.. ‘A crônica de esportes no Brasil’, em CAMPOS, F. e ALFONSI, D. (orgs.), *Futebol objeto das ciências humanas*. São Paulo, Leya, 2014.

RODRIGUES, N. *À sombra das chuteiras imortais*. Crônicas de futebol. São Paulo, Cia. das Letras, 1993.

TOLEDO, L. H. *No país do futebol*. Rio de Janeiro, Zahar, 2000.



Lugares de memória têm a ver com as imagens que as nações constroem sobre si próprias

UM LUGAR DE MEMÓRIA

Monumentos são, frequentemente, lugares de memória, e neles podem se superpor várias camadas de significados, bem como temporalidades distintas. Em termos estritos, ao historiador e ao arqueólogo talvez incomode constatar que dificilmente os monumentos se apresentam hoje tais como foram um dia: sofreram mudanças, reconstruções baseadas em pistas que chegaram até nós, mas que podem ser discutíveis. Em uma perspectiva mais alargada, essas interferências são, elas mesmas, significativas da construção de uma certa memória: aquela que se deseja ter, ou passar como a legítima. Lugares de memória têm a ver com as imagens que as nações constroem sobre si próprias, e o tema foi muito discutido nos anos 1970 e 1980, sob o impacto dos escritos do historiador francês Pierre Nora.

Situado a sudeste de Paris, o castelo de Vincennes é um formidável lugar de memória. Após ficar fechado por quase duas décadas, figura, desde 2007, como um dos mais importantes monumentos nacionais aberto ao público na França. Em que pese o fato de ser um dos principais castelos da Europa, com sua portentosa torre que ultrapassa 50 m, convém aqui examinar algumas das camadas que compõem sua preeminência como lugar de memória.

A construção do núcleo central foi iniciada por João II, o Bom, pouco após o início da Guerra dos 100 Anos (1337-1453), mas quem a terminou foi seu filho, Carlos V, o Sábio, rei apaixonado pelas letras e por música, e cuja sala de estudos está aberta à visitação – hoje desprovida dos lambris que lhes cobriam as paredes e sobre os quais se enfileiravam os livros manuscritos tão caros ao soberano. Ao longo dos séculos, mais de um monarca se abrigou no castelo, que foi crescendo e alargando o perímetro de suas muralhas. Antes de subir ao trono como Henrique IV – um dos maiores reis franceses –, o jovem rei de Navarra ali esteve aprisionado, quando das guerras religiosas, e seu neto Luís XIV dedicou ao local grande cuidado, até cair definitivamente, em 1682, sob a sedução do palácio de Versalhes.

Sendo residência real e um dos emblemas do poder monárquico, nunca deixou de servir

de prisão: além de Henrique de Navarra, ali estiveram presos os grandes líderes da Fronda dos Príncipes, revolta que convulsionou o período de menoridade de Luís XIV, e no meado do século 18 tornou-se, junto com a Bastilha, um dos símbolos odiados do poder absoluto dos reis franceses. Entre outros presos ilustres, Vincennes encerrou, por escritos sediciosos, dois dos expoentes da Ilustração francesa, ambos filósofos, Denis Diderot (1713-1784) e Victor Riqueti, marquês de Mirabeau (1715-1789).

Vincennes também tem sua Sainte Chapelle, inspirada na que Luís IX (canonizado como São Luís) mandou construir na ilha da Cité, no centro de Paris, unindo a realeza com os óleos da religião cristã e ajudando a tecer a simbologia do poder divino dos reis. Em um dos oratórios da capela, em Vincennes, há um monumento ao duque de Enghien, Louis Antoine de Bourbon-Condé, neto de um dos principais opositores da Revolução Francesa, oitavo Príncipe de Condé e comandante do Exército dos Príncipes. Acusado de traição, Enghien foi executado em Vincennes em 1804 por ordem de Napoleão Bonaparte.

Na inscrição que ali se fez a mando de Luís XVIII, irmão de Luís XVI e sucessor de Napoleão no trono da monarquia restaurada da França, consta que Enghien, “quando recebia a hospitalidade dos países de além Reno”, tombara “nas emboscadas do tirano” e fora “feito prisioneiro ao arrepio do direito das gentes”, terminando “criminosamente condenado à morte e fuzilado”. Luís XVIII, ferrenho defensor da legitimidade dos monarcas franceses descendentes de São Luís, inscrevia no monumento e na memória do país o direito divino de uma dinastia milenar – a dos Capetos –, momentaneamente usurpado por um aventureiro corso. Em 1830, o trono francês seria ocupado por um parente próximo de Enghien, Luís Filipe de Orléans.

No monumento que é o castelo de Vincennes, superpõem-se assim níveis distintos da memória – ou das memórias – da monarquia francesa, tecida ao longo de quase 10 séculos e, mesmo se tão multifacetada, passível de ser apreendida pelo visitante. ■

LAURA DE MELLO E SOUZA

Departamento de História,
Universidade de São Paulo
Membro da Academia
Brasileira de Ciências

PANORAMA TB

Relatório global “O número atual de mortes por tuberculose [1,3 milhão] é inaceitável, considerando que a maioria dos casos pode ser prevenida.” Essa é uma das ponderações do Relatório Global da Tuberculose 2013, publicado pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Porém, as taxas de mortalidade estão decaindo: desde 1990, a redução média global foi de 45%. Um dos objetivos da OMS é que essa diminuição chegue a 50% até 2015 – tendo como parâmetro o ano

de 1990. Boa notícia: tal meta já foi atingida pelo Brasil. “As razões para essa conquista incluem a priorização dada ao Programa Nacional de Controle da Tuberculose a partir de 2003, além do crescimento econômico e as políticas de redução da pobreza”, contextualiza Jarbas Barbosa, da Secretaria de Vigilância em Saúde, do Ministério da Saúde. Segundo ele, o país é um dos poucos no mundo a oferecer acesso universal e gratuito ao diagnóstico e tratamento da doença.

Nas prisões Nossa população carcerária apresenta alto índice de tuberculose. “Esse índice é quase 30 vezes maior que o observado na média da população”, constatou a enfermeira Luísa Oliveira, em seu doutorado defendido na Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), em fevereiro último. No Brasil, estima-se uma taxa de 36,1 casos a cada 100 mil habitantes. Na população carcerária, esse número salta para 921 a cada 100 mil. Oliveira estudou cinco unidades prisionais brasileiras. “Trata-se de um dos grupos populacionais mais vulneráveis à tuberculose”, comenta. “As taxas de incidência da doença no país têm decaindo nos últimos anos; mas isso não ocorreu no sistema penitenciário, onde os números permanecem elevados.” Ela diz que, entre os presidiários, é frequente o uso de álcool, tabaco e outras drogas. Essas condições, somadas à precariedade do ambiente – superlotação e falta de ventilação – reforçam a manutenção desses quadros. “Na população carcerária do Brasil, também é mais elevada a infecção pelo vírus HIV.”

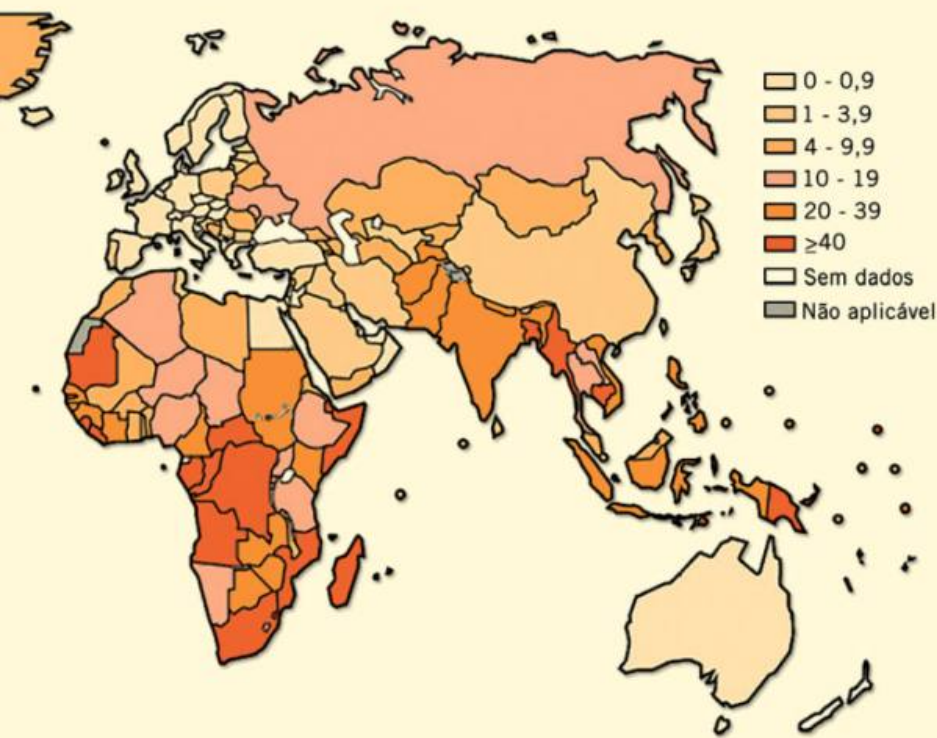
Entre índios “O perfil epidemiológico dos povos indígenas é marcado por elevadas taxas de incidência e mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias, com destaque para infecções respiratórias, diarreia, malária e tuberculose”, escreve a bióloga Tatiana E. Magalhães, em artigo publicado em 2012 nos *Cadernos de Saúde Pública*, da Fundação Oswaldo Cruz. Em média, a incidência de tuberculose entre índios é 4 a 5 vezes maior que a da população brasileira – em muitos casos, as taxas são 40 vezes superior

res às médias nacionais. “Estudos da década de 1950 já apontavam altas prevalências da doença nas populações indígenas”, lembra o médico Paulo Basta, da Fiocruz. “Historicamente, os indicadores de saúde indígena estão melhorando, ainda que aos trancos e barrancos; o acesso ao sistema de saúde ainda é muito precário”, diz ele. Em muitas aldeias, o saneamento básico não existe. “Por isso, não só a tuberculose chama a atenção; também são maiores, entre os índios, casos de pneumonia, diarreia, parasitose intestinal e malária.”



‘Sósia’ da *M. tuberculosis*

Severa doença pulmonar acomete um paciente no Ceará. Tudo indicava que era tuberculose. Pesquisadores se surpreenderam, porém, ao descobrir que o mal estava sendo causado por uma bactéria ainda desconhecida: a *Mycobacterium fragae*, que foi então descrita pelo geneticista Jesus Ramos, da Fiocruz. O micro-organismo provoca uma doença pulmonar similar à tuberculose – e por isso o diagnóstico pode confundir os médicos e resultar em tratamentos não apropriados ao quadro. O trabalho foi apresentado à comunidade científica no fim do ano passado, no 44ª Conferência Mundial sobre Saúde Pulmonar da Union, em Paris. Segundo Ramos, nenhuma micobactéria havia sido descoberta no Brasil desde os idos de 1938, quando o imunologista José da Costa Cruz descreveu a *Mycobacterium fortuitum*, responsável, entre outras coisas, por doenças respiratórias, endocardite e meningite.



Taxa de mortalidade estimada de tuberculose em 2012, excluindo-se mortes de pacientes infectados também com o HIV

Vacina brasileira É por conta da Fundação Ataulpho de Paiva (FAP) que fica a fabricação da BCG Moreau Rio de Janeiro – uma vacina contra a tuberculose que atende a 100% da demanda nacional. Cerca de 15 milhões de doses são produzidas anualmente. Mas a FAP está prestes a ampliar sua capacidade: até o final de 2015, uma nova unidade de produção deve começar a operar em Duque de Caxias (RJ), e a vacina será exportada para países pobres onde a doença ainda é endêmica. A ideia é produzir 60 milhões de doses por ano. Quando o assunto é tuberculose, a vacina brasileira é a mais indicada pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Afinal, ela oferece proteção elevada e menos efeitos adversos em relação às demais. A primeira versão da BCG brasileira foi desenvolvida na década de 1920.

GLOBAL TUBERCULOSIS REPORT 2013

Observatório “No Brasil, o Rio de Janeiro é o estado que apresenta pior situação epidemiológica em relação à incidência de casos e à mortalidade por tuberculose”, afirma a médica Valdiléa Veloso, da Fiocruz. Diante desse cenário, a Fiocruz tem dedicado esforços sistemáticos ao estudo da enfermidade – com a criação, por exemplo, do Observatório Tuberculose Brasil, uma das mais importantes frentes de atuação contra a doença no campo

da pesquisa científica. A sociedade civil também tem se mobilizado. Em 2004, foi criada a Parceria Brasileira contra a Tuberculose (*Stop TB Partnership in Brazil*, na sigla em inglês). O movimento articula diálogos entre diversos setores sociais em diferentes países – governos, empresas, organizações sem fins lucrativos. A ideia é conscientizar a sociedade e cobrar políticas públicas referentes ao controle da tuberculose.

Versão para peixes Peixes também são acometidos por um tipo de tuberculose. Mas como isso é possível, se eles não têm pulmões? “Na verdade, a tuberculose pode afetar também outros órgãos, como os rins e o baço; é o que acontece com os peixes infectados pelo *Mycobacterium marinum*, um micro-organismo do mesmo gênero do bacilo de Koch”, explica o epidemiologista Carlos Ishikawa, do

Instituto de Pesca da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. A doença também ataca a musculatura do peixe. Aos poucos, ele se debilita e acaba morrendo. “É um problema muito documentado em peixes ornamentais”, diz Ishikawa. Trata-se de uma zoonose: ela pode ser transmitida do animal para o ser humano. Isso pode acontecer com quem trabalha na manuten-

ção e limpeza de aquários; ou mesmo com quem os mantém para apreciação e lazer. Se algum peixe estiver infectado, nada impede que o *Mycobacterium marinum* seja transmitido à pessoa por meio da água. No homem, provoca lesões cutâneas. “Como é um bacilo que não se adapta bem ao calor, ele prefere ficar na parte externa de nossa pele.” Pode ser curado, no entanto, com o uso de antibióticos.

RÉPTIL VOADOR NO SUL DO BRASIL

NOVA ESPÉCIE DE PTEROSSAURO É ENCONTRADA NO NOROESTE DO PARANÁ

Os pterossauros – que habitavam a Terra há milhões de anos, na mesma época dos dinossauros – ainda não são bem compreendidos pela ciência. Mas a descoberta de uma nova espécie no Sul do Brasil deve contribuir para um maior entendimento desse grupo de animais extintos.

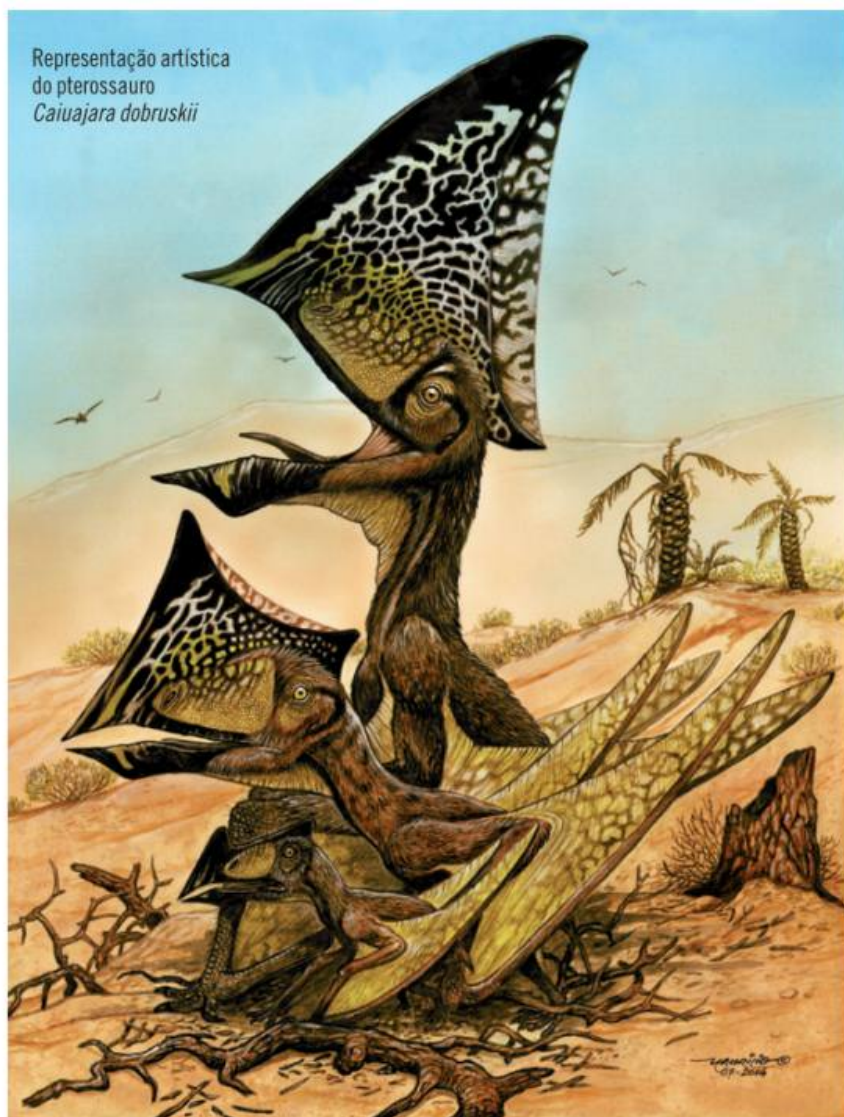
Encontrado em Cruzeiro do Oeste (PR), o *Caiuajara dobruskii* é o primeiro pterossauro registrado no país fora da região Nordeste. O que mais impressionou os pesquisadores, porém, foi o grande número de exemplares da espécie achado em uma área relativamente pequena.

Um primeiro estudo do material, publicado na revista *PLoS One*, aponta fósseis de 47 indivíduos. Daí a descoberta ser considerada surpreendente não só para a paleontologia brasileira, mas também internacional.

Das cerca de 150 espécies de pterossauros já descritas, só em dois casos – na China e na Argentina – foi encontrado um aglomerado tão grande desses répteis voadores como o de agora. Dos 400 m² do sítio, só 20 m² foram explorados até o momento. “Com o avanço dos estudos, esperamos achar mais fósseis”, diz o geólogo Luiz Carlos Weinschütz, do Centro Paleontológico da Universidade do Contestado (Cenpáleo-UnC), em Mafra (SC). Weinschütz é um dos autores do artigo.

Segundo o paleontólogo Alexander Kellner, que também assinou o artigo, a concentração de grande quantidade de fósseis de uma mesma espécie em uma mesma área é rara e importante. “Isso permite observar alterações morfológicas entre indivíduos jovens e adultos, sem que se acredite, erroneamente, tratar-se de duas espécies diferentes”, explica Kellner, do Museu Nacional do Rio de Janeiro.

O ANIMAL *C. dobruskii* habitava a região que corresponde hoje ao noroeste paranaense no período Cretáceo, há cerca de 90 milhões de anos. A espécie é o registro mais jovem da família Tapejaridae já encontrado. Na época em que viveu, o continente africano estava se afastando da América do Sul, e a região era um imen-



Representação artística do pterossauro *Caiuajara dobruskii*



Vista de parte do sítio fossilífero onde *C. dobruskii* foi encontrado, no município paranaense de Cruzeiro do Oeste

so deserto. O fato torna a descoberta ainda mais curiosa, já que grande parte das espécies de pterossauros conhecidas foi encontrada em áreas litorâneas. Weinschütz acredita que esses animais sobreviveram graças à existência de ambientes com lagos de água doce circundados por vegetação (oásis).

A análise dos fósseis de indivíduos de várias idades mostrou que a espécie tinha mais de 2 m de envergadura alar (distância de uma ponta à outra das asas). Verificou-se também que o animal apresentava um traço típico da família: cristas nas arcadas superiores e inferiores.

A ausência de dentes e o padrão da arcada dentária (voltada para baixo, como uma espécie de bico) são indícios de que o animal era frugívoro. Outras características da espécie, bem como a possibilidade de ela apresentar endotermia (sangue quente), serão confirmadas após novos estudos.

SÍTIO DE GRANDE POTENCIAL Os fósseis de *Caiuajara dobruskii* foram encontrados em 1971, quando os agricultores Alexandre Dobruski e seu filho João Gustavo Dobruski escavavam uma valeta para escoamento de água em uma estrada rural de Cruzeiro do Oeste. Imaginando que aquela ossada tinha importância, doaram o material para a Universidade Estadual de Ponta Grossa (PR).

Bloco de arenito com fósseis de pelo menos 14 indivíduos de *C. dobruskii*



Sem recursos à época para fazer maiores avaliações, a universidade manteve as peças em sua reserva técnica. Em 2011, o geólogo Paulo César Manzig, do Cenpáleo-UnC, encontrou-as quando buscava material para a produção do livro *Museu e fósseis da região Sul do Brasil*.

Sabendo tratar-se de fósseis de pterossauro, Manzig investigou a história mais a fundo, juntamente com a equipe do Cenpáleo, e chegou ao local que hoje abriga o sítio fossilífero. Ali, além dos fósseis, foram encontrados também vestígios de pegadas de dinossauros.

A equipe responsável pela descrição da nova espécie denominou-a *Caiuajara dobruskii* em homenagem a Alexandre e João Gustavo Dobruski. O gênero (*Caiuajara*) é uma referência ao nome do deserto (Caiuá) onde o animal vivia.

NOVAS ESCAVAÇÕES A disposição dos fósseis em diferentes camadas de arenito sugere que tenham sido soterrados em momentos distintos. Os geólogos acreditam que os diversos indivíduos encontrados tenham morri-

do e ficado expostos durante algum tempo. Nas raras e fortes enxurradas que ocorrem no deserto, seus restos teriam sido carreados para dentro do lago, onde teriam ficado acumulados e depois foram soterrados.

Por essa razão, Luiz Weinschütz acredita ser possível que restos mortais de outros animais também tenham sido carreados para o lago. Novas escavações poderão revelar mais detalhes da espécie e possivelmente fósseis de outras.

Para Paulo Manzig, a descoberta deve projetar a região Sul no cenário paleontológico nacional. "Esperamos que o achado ajude a criar uma cultura de interesse por esse tipo de material." É importante que mais pessoas se interessem pela área, o que possibilitaria novas descobertas.

Os restos de *C. dobruskii* pertencem à União, mas ficarão sob a guarda do Cenpáleo-UnC. Os fósseis estão expostos à visitação pública no Museu da Terra e da Vida, em Mafra.

FRANCIELE PETRY SCHRAMM | ESPECIAL PARA CIÊNCIA HOJE | PR

'PRAIA' MINEIRA

DESCOBERTA DE FÓSSEIS MARINHOS EM MINAS GERAIS COMPROVA QUE A REGIÃO JÁ TEVE MAR

O segundo estado mais populoso do Brasil esbanja atrações turísticas que variam das belezas naturais à culinária. Entretanto, para aqueles que cisamam em desmerecer Minas Gerais, um dos conteúdos garantidos da crítica é a região não ter mar. Mas nem sempre foi assim. Pelo menos é o que estão dizendo geólogos e paleontólogos das universidades de São Paulo (USP) e Estadual Paulista (Unesp), em Rio Claro (SP). No município de Januária (MG), a pouco mais de 600 km ao norte de Belo Horizonte, pesquisadores encontraram fósseis de animais marinhos do gênero *Cloudina* – os achados comprovam que já houve mar por ali.

A hipótese de existirem tais fósseis na região foi proposta pelo geólogo Lucas Warren, da Unesp. Em 2012, ele encontrou os mesmos tipos de remanescentes no Paraguai, em

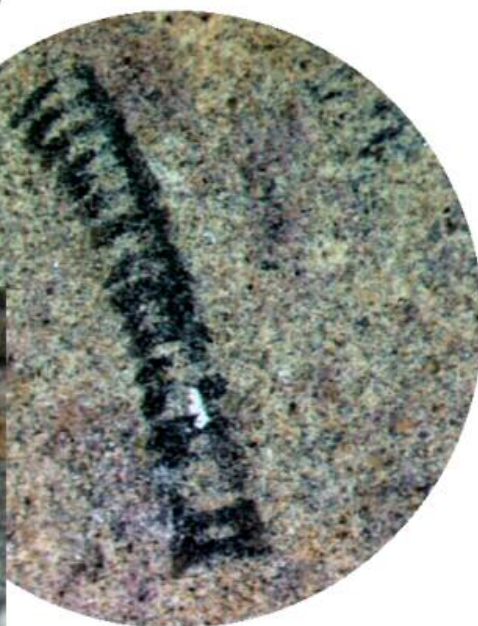
um local que tinha algumas características geológicas semelhantes ao norte de Minas Gerais. Imaginou então que os fósseis do gênero *Cloudina* também poderiam ser encontrados no estado, em uma unidade geológica conhecida como Grupo Bambuí. São 300 mil km² entre Minas Gerais, Bahia, Tocantins e Distrito Federal. Seus colegas, que pesquisavam cavernas calcárias na Formação Sete Lagoas – parte do grupo Bambuí – compraram a ideia e não demoraram a planejar uma expedição em busca desses registros.

Após 10 dias de pesquisa, veio a confirmação. “Além do *Cloudina*, encontramos fósseis do gênero *Corumbella*, de centenas de milhões de anos, que eram também animais marinhos”, conta Warren. Ambos são impor-

tantes do ponto de vista evolutivo. Afinal, foram eles os primeiros organismos a apresentar exoesqueleto – indício de que evoluíram em um ambiente que pedia mecanismos de proteção contra prováveis predadores.

FÓSSIL-GUIA Além da descoberta do mar mineiro, um longo mistério chegou ao fim. Existiam muitas dúvidas e controvérsias sobre o período de formação do Grupo Bambuí. Mas as *Cloudinas* são fósseis muito úteis para estudos de datação de rochas sedimentares – não à toa, esse gênero

FOTOS LUCAS WARREN



Acima, fóssil do gênero *Corumbella* encontrado no Paraguai, semelhante aos espécimes descritos em Minas Gerais

Ao lado, registro fóssil do gênero *Cloudina*, encontrado em Minas Gerais



Caverna formada em rochas calcárias edicaranas em Januária, município onde foram encontrados fósseis que comprovam que um oceano já banhou o território mineiro

é chamado de fóssil-guia. Esse organismo existiu entre 550 milhões e 542 milhões de anos atrás, no fim da era pré-cambriana em um período geológico chamado Ediacarano. Portanto, sua presença indica que foi nessa época que o Grupo Bambuí começou a se formar.

É com base em registros de *Clouddina* ao redor do mundo que os cientistas conseguem fazer reconstruções paleogeográficas – técnica que permite saber como os continentes estavam distribuídos no passado dis-

tante. Os pesquisadores também utilizam outros métodos para isso, como datações radiométricas por decaimento de elementos radioativos, estratigrafia e geologia estrutural. Dados indicam que o oceano pretérito denominado Clymene, na verdade, banhava o território mineiro quando ele ainda era parte de Gondwana, o supercontinente formado pelas terras que, após separadas, originaram a maioria dos territórios que atualmente compõem o hemisfério Sul.



Afloramento de trombólitos: prova de que o mar que existiu em Minas Gerais não era profundo

BRAÇO DE MAR À época, a configuração dos continentes era bem diferente da atual. E as formações oceânicas também eram distintas. Mares ocupavam espaços terra adentro e formavam o que os geólogos chamam de braço de mar. Eles recobriam grande parte do continente. “Hoje, esse tipo de conformação oceânica, com mares recobrendo continentes, é muito rara; para se ter uma ideia, esse mesmo braço de mar que cobria as regiões que hoje formam Minas Gerais banhava também Uruguai, Argentina, Antártida e Namíbia”, explica Warren.

O mar mineiro não era fundo. “Algumas das rochas que ocorrem na região são trombólitos: formam-se a partir da precipitação de carbonato na água, resultante da ação de cianobactérias”, diz o professor da Unesp. Segundo ele, essas cianobactérias precisavam fazer fotossíntese e, portanto, dependiam da luz – o que indica que o mar era bem raso e com águas bastante límpidas. O artigo que explica em detalhes a nova descoberta, assinado por Warren e colaboradores, foi publicado em maio na revista científica *Geology* (2014, v. 42, n° 5).

GABRIEL TOSCANO | CIÊNCIA HOJE | RJ

ALTERNATIVA PARA O SERTÃO

NANOFILTRO DESENVOLVIDO NO BRASIL PODE SER OPÇÃO MAIS BARATA PARA DESSALINIZAR ÁGUAS DO SUBSOLO DO NORDESTE, MAS O CAMINHO AINDA É LONGO

A predominância de rochas cristalinas no subsolo em grande parte do semiárido brasileiro impõe características salobras a muitas das reservas de água subterrânea na região, dificultando ou impedindo seu aproveitamento para consumo humano. Diversas iniciativas buscam alternativas para dessalinizar essas águas, usando variados tipos de filtros. Uma nova membrana semipermeável criada no país pode ajudar e baratear esse processo – além de apresentar potenciais aplicações em outras áreas, como a medicina e a preservação ambiental.

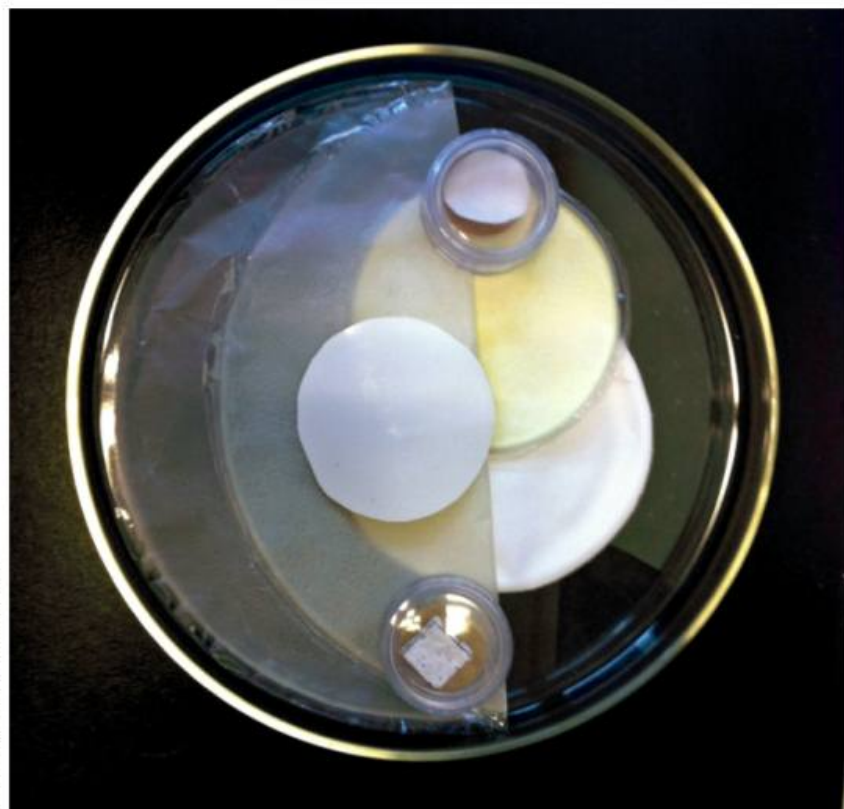
As membranas de nanofiltração, desenvolvidas na Universidade de São Paulo (USP), apresentam uma

mistura de polímeros comerciais comuns, como o poliuretano (PU), o policloreto de vinila (PVC) ou o fluoreto de polivinilídeo (PVDF), e moléculas chamadas de cavitandos – cuja estrutura vazada permite o fluxo de outras moléculas menores por seu interior. “O tamanho desses canais pode variar entre 7 e 10 angstroms (10^{-10} m)”, conta o químico Grégoire Jean-François Demets, responsável pelo projeto. A solução é projetada com aerossol sobre discos giratórios de alta velocidade para formar finas membranas. “Criamos camadas muito finas, que podem chegar a apenas 10 microns, como se fosse um filme de PVC muito, muito fino.”

A principal aplicação do nanofiltro é a dessalinização da água. “Os cavitandos possuem o tamanho ideal para deixar passar as pequenas moléculas de água e alguns eletrólitos [sais minerais], o que é interessante, pois consumir água destilada, sem minerais, causa diarreia”, explica Demets. “Ao mesmo tempo, não deixam passar vírus, bactérias, fungos ou qualquer outra molécula maior, o que torna a água ótima para o consumo.”

Para ilustrar a capacidade do filtro, o químico destaca um teste em que foi empregado com sucesso para separar água e tinta de caneta (a experiência pode ser vista no YouTube: <http://bit.ly/1u9unCs>). “Em teoria, acredito que seria possível filtrar até a urina e obter água potável, apesar de nunca termos testado na prática essa hipótese”, avalia. “O filtro promove uma separação em nível molecular; se usássemos esse material para coar café, por exemplo, só obteríamos água no fim do processo.”

PROCESSO DIFERENCIADO Membranas para dessalinização não são novidade. Produzidas há décadas, a maioria dos filtros usados hoje utiliza diferenças de solubilidade para criar microfuros. “Existem muitas técnicas, mas o processo mais comum cria uma película com um composto de polímero com algum material em que ele é solúvel, como a acetona, e depois mergulha esse composto num meio que solubiliza a acetona, mas não o polí-



FOTOS: GRÉGOIRE JEAN-FRANÇOIS DEMETS/USP

Conjunto com diversas membranas e esponjas criadas pela equipe, contendo diferentes canais moleculares e polímeros

mero, que coagula e forma a membrana com microfuros”, conta Demets. “Esse procedimento precisa de dois solventes e de muita precisão para controlar o tamanho dos furos.”

No novo processo, os cavitandos são simplesmente adicionados de modo aleatório à matriz polimérica. “Para passar pelo nanofiltro, as pequenas moléculas precisam passar por dentro dessas estruturas, de ‘tubinho’ em ‘tubinho’, mas existe uma quantidade tão grande delas que o líquido encontra seu caminho”, explica o químico. “É uma técnica mais simples e potencialmente mais econômica, pois não precisa de dois solventes, não envolve duas fases, nem é difícil controlar os furos.”

Até agora, no entanto, o novo processo foi aprovado apenas em testes laboratoriais. “Mostramos que eles funcionam, agora precisamos desenvolver toda a parte de engenharia para que isso efetivamente dê origem a produtos comerciais”, comenta Demets. “Nos testes, o equipamento apresentou ótimos graus de filtração, semelhante aos dos filtros utilizados atualmente, e acredito que possa ser produzido de forma mais econômica porque estamos iniciando testes com polímeros reciclados, mas ainda é impossível fazer uma estimativa de valor.” O pedido de patente do novo processo já foi depositado pela USP.

Um próximo passo do projeto deve ser a produção de ‘cartuchos’, feixes com centenas de pequenos canudos feitos com o composto, forma como deverá ser utilizado na prática. O procedimento aumenta a superfície de contato com o líquido e, com isso, a eficiência da filtração. “Mas é um procedimento complicado, não temos o equipamento necessário e, por isso, é fundamental a parceria com outros grupos e com o setor privado”, reclama Demets. “Além disso, precisamos realizar diversos testes complementares: de produção em escala, de durabilidade, de resistência, entre outros.”

OUTRAS APLICAÇÕES Não é apenas na dessalinização que o nanofiltro poderá ser útil: uma das possíveis aplicações, segundo Demets, seria na medicina, no tratamento de queimaduras. “Ferimentos expostos podem sofrer desidratação e são portas de entrada para micro-organismos, mas a aplicação de um fino filme do polímero sobre a queimadura poderia impedir a passagem de invasores e diminuir a perda de água, sem prejudicar trocas gasosas”, avalia. “Como o material é biocompatível e atóxico, tem tudo para funcionar, mas precisamos de parceiros na área médica para fazer os testes necessários.”

O material também poderia ser aplicado na atividade de extração de gás natural, na qual o metano e o butano estão comumente associados a impurezas, como gás carbônico e vapor d’água. “O filtro poderia separar apenas a fração que interessa comercialmente, em uma técnica de purificação simples”, explica. “Nos testes laboratoriais, já conseguimos separar o propano, que fica retido, do gás carbônico e do hélio, mais permeáveis.”

Outra opção em potencial é a produção de esponjas para conter derramamentos de petróleo. Demets diz que, nesse caso, seria explorada outra característica dos cavitandos: “Nossa esponja acumularia moléculas hidrofóbicas, ou seja, que não são solúveis em água, como óleos e alcanos de cadeia longa, que formam a maior parte do petróleo”, conta. “A forma de esponja visa oferecer uma enorme superfície de contato com o líquido, para aumentar a absorção, e o petróleo, que poderia até ser reutilizado posteriormente.” A esponja também já foi testada em laboratório e teve seu pedido de patente depositado pela USP.

MARCELO GARCIA | CIÊNCIA HOJE | RJ



EXPOSIÇÕES A UM CLIQUE

Visitar o Museu Histórico Nacional, no Rio de Janeiro, ficou mais fácil, mesmo para quem não está na cidade. A instituição agora faz parte do Google Open Gallery, projeto que disponibiliza um passeio virtual pelos principais museus do mundo por meio do computador ou de um aplicativo de celular. O Museu Histórico Nacional tem duas exposições disponíveis para os internautas. Em uma delas é possível conferir o acervo permanente da instituição, que conta com uma coleção de moedas antigas; vestuário, móveis e meios de transporte da época colonial; diversas pinturas do Brasil República e uma mostra sobre a expansão da navegação portuguesa a partir do século 15. Na segunda, o visitante tem acesso aos diversos ambientes arquitetônicos que compõem o prédio do museu, um antigo forte do século 17 que guarda ainda vestígios dos períodos imperial e republicano. Acesse em <http://migre.me/kGi1i>.

MAPA VIRTUAL DAS ARTÉRIAS

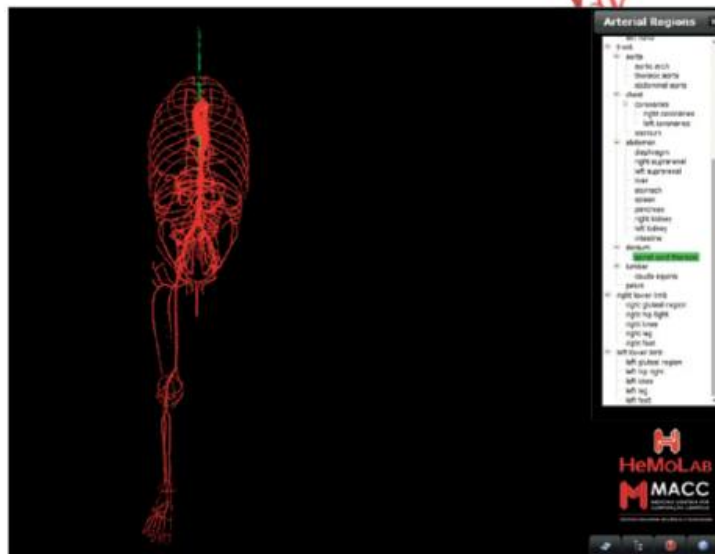
REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DO SISTEMA CARDIOVASCULAR SIMULA PROCEDIMENTOS CIRÚRGICOS E AGILIZA DIAGNÓSTICOS E TRATAMENTOS

A medicina assistida por computadores já é uma realidade entre os profissionais de saúde. Um modelo computacional recentemente desenvolvido no Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), em Petrópolis (RJ), é um bom exemplo disso. Com o auxílio da informática, os pesquisadores da instituição fizeram um mapeamento tridimensional completo da estrutura vascular arterial humana, com mais de 2.100 artérias representadas.

Além de reproduzir a anatomia humana, o mapa 3D, batizado de Adan, apresenta o comportamento cardiovascular de forma funcional. Por isso, pode-se tornar um diferencial no tratamento e no diagnóstico de doenças cardiovasculares – a principal causa de morte no mundo –, pois oferece aos médicos informações importantes, como as curvas de pressão e fluxo sanguíneo em cada ponto das artérias.

Segundo o engenheiro eletromecânico Pablo Javier Blanco, coordenador do Projeto do Laboratório de Modelagem Hemodinâmica (HeMoLab), do LNCC, essas informações podem ser obtidas após fornecer ao modelo variáveis hemodinâmicas globais para calibração, como medidas de pressão e fluxo sanguíneo, além de frequência cardíaca, entre outras. À medida que são necessárias análises mais detalhadas, devem ser fornecidos mais dados do paciente. Com essas informações, é possível verificar, por exemplo, a possibilidade de ocorrer acidentes cerebrovasculares e infartos.

Isso é feito por meio da simulação do sistema cardiovascular com o mo-



delo de computador, que se baseia em um sistema cardiovascular padrão masculino. Por meio da simulação do fluxo sanguíneo nas artérias coronárias que apresentam estenoses (estreitamentos anormais) em determinadas regiões, é possível avaliar a severidade funcional da estenose e, com isso, o risco de infarto de miocárdio. “Para isso, seria necessário fornecer ao modelo valores de pressão arterial sistólica e diastólica do paciente, assim como uma imagem de tomografia computadorizada, de forma a fazer uma análise específica para a árvore coronária daquele paciente”, exemplifica Blanco.

O modelo tridimensional é adaptável para o sexo feminino e para pacientes com anomalias anatômicas na estrutura vascular. Para isso, basta calibrá-lo com informações obtidas em exames de pulso e pressão, medições da frequência cardíaca e fluxo sanguíneo, entre outras.

Blanco explica que a ideia dos pesquisadores é que o sistema Adan sirva como um complemento aos métodos atuais de diagnóstico de acidentes vasculares, que normalmente são exames mais complexos e demorados, como o cateterismo. “Não falamos de vantagem no uso desse recurso, mas de complementaridade. Os modelos computacionais podem fornecer informações complementares que nunca poderiam ser obtidas de forma invasiva”, esclarece o pesquisador.

O modelo desenvolvido no HeMoLab está sendo testado por médicos do Hospital de Transplantes Dr. Euryclides de Jesus Zerbini, de São Paulo, e do Instituto do Coração, da Universidade de São Paulo (USP). Nesses locais, o



sistema Adan vem sendo utilizado em pesquisas para fornecer informações sobre o escoamento sanguíneo em casos de aneurismas cerebrais e na avaliação de riscos de isquemia de miocárdio – diminuição da passagem de sangue pelas artérias coronárias. Os testes têm apresentado resultados positivos. “Ao compararmos as predições do modelo com as medidas obtidas de pacientes, temos observado que o modelo tem altíssima capacidade de descrição e predição do comportamento do sistema cardiovascular”, explica Blanco.

Além disso, os pesquisadores disponibilizaram uma versão aberta do modelo na internet (em <http://hemolab.Incc.br/adan-web>) que pode ser acessada por médicos, ou ainda por qualquer usuário, interessados em avaliar o modelo e os resultados de suas simulações.

O uso de sistemas tridimensionais desenvolvidos em computador na medicina é uma tendência mundial e vai além da especialidade cardiovascular. “Atualmente, temos linhas de trabalho que envolvem o sistema cardiorrespiratório, assim como o estudo da fisiologia renal e dos mecanismos de regulação associados”, conta o pesquisador.

LUCAS LUCARINY | CIÊNCIA HOJE | RJ

ECOLOGIA

Peixada ecológica

O brasileiro anda comendo mais peixe. Pelo menos é o que indicam os últimos levantamentos do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). A pesquisa mais recente mostrou que, em 2011, o consumo de pescado no país aumentou 23% em relação ao biênio anterior. Naquele ano, a média *per capita* para o consumo de peixe no Brasil chegou a 11,7 kg por ano. De lá para cá, tudo leva a crer que esse consumo continua a aumentar, pois a aquicultura nacional também tem apresentado índices de crescimento bastante satisfatórios nos últimos anos.

É verdade que o consumo de frutos do mar costuma ser associado a benefícios para a saúde. Mas há um detalhe ao qual poucos consumidores estão atentos: muitos dos animais marinhos que usamos para forrar nosso estômago já correm potencial risco de extinção. É o caso da sardinha (*Sardinella brasiliensis*), do namorado (*Pseudopercis numida*), da garoupa (*Epinephelus marginatus*) e do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*). Pensando nisso, a Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza teve uma boa ideia: a instituição criou uma campanha com o objetivo de auxiliar na preservação dessas espécies. Por exemplo, o consumidor não deve comprar sardinha cujo comprimento da cabeça à cauda seja inferior a 17 cm. Nem garoupa menor que 47 cm. Quanto

FOTO WIKIMEDIA COMMONS/PARENT GERY CC-BY-SA-3.0

A garoupa (*Epinephelus marginatus*) está em perigo de extinção no litoral brasileiro



ao camarão-rosa, é preciso ficar de olho no calendário: nas regiões Sul e Sudeste, ele não pode ser capturado entre 1º de março e 31 de maio; e, nas demais regiões do país, entre 15 de novembro e 15 de janeiro, e também entre 1º de abril e 31 de maio. Afinal, são os períodos de reprodução do animal. A proposta de conscientização incentiva o consumidor a se inteirar sobre a procedência do que compra e come – para que não contribua com a crescente degradação dos recursos pesqueiros.

“Dessas quatro espécies, a mais preocupante é a garoupa”, ressalta a oceanógrafa Carolina Macedo, da Fundação Grupo Boticário. “Segundo a União Internacional para Conservação da Natureza [IUCN, na sigla inglesa], ela já é classificada como ‘em perigo de extinção’”. No caso da sardinha, Macedo lembra que praticamente todas as espécies do oceano Pacífico já estão ameaçadas. “As espécies de sardinha do litoral brasileiro, porém, ainda não; mas se a pesca continuar no ritmo atual, elas serão cada vez mais raras em nossas águas.” A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o consumo *per capita* de 12 kg de peixe por ano. A média global *per capita* é de 18 kg. Mas, na América Latina, essa média é de 9 kg.

FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO DE PROTEÇÃO À NATUREZA

Consumo responsável: olho no peixe!

O brasileiro está comendo cada vez mais peixe e esse consumo é benéfico para a saúde. Entretanto, é preciso estar atento para não pisar na bola com a natureza na hora das compras:

RÉGUA NA MÃO!

As espécies possuem tamanhos mínimos para o peixe. Eles garantem a conservação dos estoques pesqueiros, evitando o colapso do peixe abaixo do tamanho permitido. Fique atento, o comprimento é medido da extremidade cabeça à extremidade da nadadeira caudal.

	Peixe-zebra 10 cm
	Sardinha-linha 15 cm
	Corvina 25 cm
	Anchoa 30 cm
	Tanha 30 cm
	Lingote 30 cm

CONTROLE O APETITE!

As espécies do litoral devem ser consumidas com moderação: seus estoques no oceano estão em declínio por conta das atividades pesqueiras. A captura de consumo é a sardinha, que corre sério risco de extinção.

QUANDO O MAR NÃO ESTÁ PARA PEIXE!

Fique atento: as espécies abaixo estão seriamente ameaçadas de extinção, por isso seu consumo é proibido no Brasil.



A regra é clara: se não, não peixe; no mercado, distancie-se dos produtos importados.

AME O MAR E BOM APETITE!

Seja um cidadão consciente e respeite o ambiente marinho. Informe-se com os órgãos ambientais de sua região sobre os períodos de defeso de espécies de peixe comercializadas em sua cidade. Nesse período, a pesca é proibida para que os peixes possam se reproduzir. Pergunte sempre a procedência do peixe que você está consumindo e sempre que possível compre os frutos do mar, assim você identifica melhor o que está consumindo.

Fonte: Guia de Consumo Responsável de Pescado (Zanotto e Ribeiro de Pesca e Aquicultura)

QUEM NÃO TEM COLÍRIO...

NOVO TIPO DE MEDICAMENTO PARA LIBERAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS PARA OS OLHOS É ALTERNATIVA MAIS EFICAZ ÀS GOTINHAS

Se há algum incômodo nos olhos, um colírio pode ajudar. Mas sua aplicação constante, necessária para algumas enfermidades, pode ser incômoda e desestimular pacientes a seguirem o tratamento. Para evitar esse problema, pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) desenvolveram uma alternativa aos colírios tradicionais: um dispositivo, semelhante a um pequenino pedaço de papel, que colocado diretamente sobre a conjuntiva do olho libera a quantidade certa de medicação ao longo do dia.

A ideia surgiu para auxiliar no tratamento da neovascularização da

córnea, doença caracterizada pela formação de vasos sanguíneos na área mais externa do olho e que pode ser provocada por descuidos simples, como o mau uso de lentes de contato, ou por reação adversa em procedimentos cirúrgicos. O professor Armando Cunha, orientador da pesquisa – realizada durante o doutorado de Ana Elisa Ferreira – explica que o problema é tratado normalmente com colírios, mas que a adesão à terapia é uma dificuldade. “Os vasos sanguíneos bloqueiam a entrada da luz no olho, o que prejudica a visão, mas como é preciso aplicar várias vezes o colírio, os pacientes podem abandonar o tratamento antes de concluí-lo.”

O novo medicamento é feito de um biomaterial maleável que já carrega em sua composição a substância desejada. Mede poucos centímetros e deve ser colocado no saco conjuntival, entre o olho e a pálpebra inferior, pelo próprio paciente. “Depois de inserido no saco conjuntival, ele age o dia inteiro até ser removido pelo paciente ou totalmente absorvido pelo organismo”, explica Cunha.

Além da praticidade, o funcionamento diferenciado garante maior aproveitamento da medicação. “Nos colírios, a substância ativa (fármaco) é rapidamente eliminada pela lágrima, ficando em contato com o olho por pouco tempo”, diz o pesquisador. “Com esse dispositivo, cada vez que a pessoa pisca leva um pouco do fármaco para cima da córnea e isso garante o tratamento prolongado.”

Por enquanto, o dispositivo foi testado apenas em animais no combate à neovascularização da córnea utili-

zando o biofármaco bevacizumabe, atualmente indicado para tratar câncer. Embora o medicamento não seja destinado tradicionalmente a problemas oftalmológicos, Cunha explica que a substância, que inibe a formação de vasos sanguíneos em tumores, é amplamente usada para tratar processos de vascularização dos tecidos oculares.

Os testes com o novo sistema biodegradável foram realizados em animais, após aprovação pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal, empregando um modelo experimental de vascularização da córnea de coelhos bastante descrito na literatura especializada. O percentual de cura do grupo tratado com o dispositivo foi muito significativo, 51% melhor em relação aos dois grupos-controle – um que recebeu o colírio em gotas, com várias aplicações diárias, e outro que não recebeu qualquer medicação. Não foi observada nenhuma manifestação indesejável nos animais tratados com o novo dispositivo. Outro fato que merece destaque diz respeito ao tempo necessário para o tratamento: bem menor em comparação com o grupo que recebeu o colírio.

Esses resultados mostram o potencial relevante do dispositivo desenvolvido e abre novas perspectivas para o tratamento da neovascularização da córnea. O pesquisador explica que o dispositivo pode ser utilizado com outros fármacos para tratar variadas enfermidades do olho. Ainda não há previsão de quando o produto estará disponível no mercado.

ISADORA VILARDO | CIÊNCIA HOJE | RJ



FOTO: THEFASIONIST.COM



FOTO: CICERO RODRIGUES

O Brasil precisará fazer esforço especial para trocar o modelo urbanístico. Não é fácil. Mas o momento é agora, quando a população para de crescer

GERAÇÃO 21: COMO RESPONDER?

O Brasil vive um momento histórico em que, pela primeira vez, precisará enfrentar a questão urbana. A resposta terá implicações essenciais para o desenvolvimento, a equidade, o meio ambiente e a própria democracia.

O sistema político foi surpreendido em 2013 pela força das ruas e considerou possível absorvê-las no âmbito das eleições de 2014. Pode surpreender-se outra vez. Os contornos imprevisíveis avançam além do embate partidário-eleitoral e pedem novos encaminhamentos. O cerne da questão é o modo como a população urbana tem sido (mal) tratada.

Até hoje, o aumento das cidades era visto como inevitável – quase uma força da natureza. Como a população crescia muito, justificavam-se todas as imprevidências, os erros de escolha, a falta de planejamento. Mas a base mudou. Agora, a realidade é a estabilidade demográfica. As cidades terão outras referências e os movimentos de 2013 sinalizam para essa direção.

Vivemos, porém, fenômeno social importante com largas consequências para a cidade: a redução do tamanho médio da família. Hoje, no Brasil, há três pessoas em cada domicílio, em média; mas, em uma geração, serão cerca de duas pessoas, como em países desenvolvidos. Isso significa que, sem a população crescer, é preciso aumentar em 50% o número de moradias, além de substituir as obsoletas, e prover novos equipamentos para as diversas funções da cidade e novas infraestruturas. É possível estimar que, em 25 anos, outro Brasil urbano se somará ao Brasil urbano de hoje. Como fazê-lo?

Esta é uma agenda que implica mudança de paradigma urbanístico.

Se continuarmos no modelo atual, as cidades se expandirão para acolher as novas edificações e o farão em densidade demográfica cada vez mais baixa. Significa danos ambientais crescentes, infraestruturas subaproveitadas, transportes mais caros

e mais demorados, perda de eficácia na prestação dos serviços públicos.

As exigências ambientais recomendam que a cidade não continue predatória de território. O rodoviarismo está condenado: a mobilidade precisará considerar os múltiplos modos e privilegiar redes de alta capacidade, como o metrô. A democracia política exigirá a universalização dos serviços públicos. Mas os recursos financeiros à disposição dos governos são limitados. Tudo isso é incompatível com cidades que se espalham em densidades decrescentes – como ocorre hoje.

O Brasil precisará fazer esforço especial para trocar o modelo urbanístico. Não é fácil. Mas o momento é agora, quando a população para de crescer. Cada dia no modelo antigo torna a cidade mais extensa e menos densa, e mais distante a sua democratização.

A cidade brasileira desta geração precisará se somar à cidade existente ficando onde está, sem se expandir e sem perder densidade. Além de necessário, isso é possível. Aproveitar os vazios urbanos e os equipamentos degradados, recuperar bairros inteiros, urbanizar assentamentos populares e oferecer terra a edificar, usando de modo correto os instrumentos legais, são algumas medidas que podem ajudar nessa tarefa.

Essa agenda também exige novo paradigma na gestão pública. A cidade pede políticas públicas permanentes, não mais à mercê de idiosincrasias pessoais de governantes e de interesses dos detentores de terras a valorizar. É tempo do planejamento compartilhado e de projetos consequentes.

Faz parte deste século 21 a compreensão sobre as vantagens da equidade, o respeito às razões do planeta e as virtudes da democracia política. Equidade, sustentabilidade e democracia são componentes essenciais do ideário contemporâneo. E as cidades, como maior artefato da cultura, se configuram em sintonia com o tempo.

A cidade é o lugar da política. A resposta da 'geração 21' nos dirá o bom caminho. ■

SÉRGIO MAGALHÃES

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

Genoma da bactéria da tuberculose

Sequenciamento do DNA da *Mycobacterium tuberculosis* é um marco na pesquisa e no combate à doença

LEILA MENDONÇA-LIMA
WIM M. S. DEGRAVE

Laboratório de Genômica Funcional
e Bioinformática,
Instituto Oswaldo Cruz (Fiocruz)

O conhecimento do código genético da bactéria causadora da tuberculose humana tem sido fundamental não só para fazer avançar o conhecimento sobre esse micro-organismo e como ele se relaciona com seu hospedeiro, mas também para impulsionar a busca por vacinas e drogas mais eficazes, além de métodos diagnósticos mais rápidos e precisos.

A sequência genômica completa da *Mycobacterium tuberculosis* (Mtb), bactéria causadora da tuberculose humana, foi publicada, em 1998, na conceituada revista *Nature*, pelo grupo de Stewart Cole, do Instituto Pasteur (França), em colaboração com o Instituto Sanger (Reino Unido). Foi o primeiro código genético completo de uma micobactéria a ser determinado e um dos primeiros 16 organismos a terem seus genomas desvendados até aquele ano, em projetos cada vez mais complexos de sequenciamentos genéticos importantes tanto para a pesquisa básica quanto médica.

Com a tecnologia disponível hoje, é possível obter a sequência genética completa de uma bactéria em poucas horas, a um custo de algumas centenas de reais. Mas o sequenciamento da Mtb, no início da 'era genômica', levou anos, custou mais de US\$ 1 milhão (hoje, cerca de R\$ 2,5 milhões) e representou um esforço enorme para os grupos envolvidos.

O conhecimento da sequência genômica possibilita, em princípio, prever a totalidade do material genético (DNA ou RNA) de um organismo, bem como todas as proteínas que são produzidas a partir das instruções vindas dessas moléculas complexas.

Permite também estudar, como um todo, a estrutura do DNA ou RNA; o modo como essas moléculas se duplicam durante a fase de reprodução do organismo; e localizar nelas os genes (trechos que fornecem as instruções para a fabricação de proteínas).

ANÁLISE DO GENOMA O genoma de Mtb – como de praxe para uma bactéria – revelou que o material genético desse micro-organismo é muito compacto, tem formato circular e conta com genes nas duas 'metades' (fitas) que formam a molécula de DNA. Esta, por sua vez, contém cerca de 4,4 milhões de pares de 'letras' (bases), onde está armazenada a informação que vai orientar a fabricação de aproximadamente 4 mil proteínas – a função de cerca de 30% delas ainda é desconhecida.

O DNA da Mtb – também conhecida como bacilo de Koch – tem um elevado conteúdo (65,6%) de duas bases: G (guanina) e C (citosina), o que é típico de micobactérias.

A análise inicial do genoma da Mtb revelou peculiaridades: a presença de genes que fornecem as informações necessárias para a fabricação de duas grandes famílias de proteínas repetitivas (PE/PPE) – esses genes correspondem a quase 10% do ge-

noma da bactéria. Apesar de a função dessas proteínas ser ainda largamente desconhecida, sabe-se que elas desempenham papéis importantes na virulência da Mtb, podendo também estar envolvidas em mecanismos que facilitam o escape dessa micobactéria do ataque do sistema de defesa do hospedeiro.

As micobactérias têm como característica uma superfície externa que repele a água (hidrofóbica) e é rica em gorduras (lipídios). Essa camada não só protege a bactéria contra condições extremas do ambiente, mas também limita a passagem de moléculas de seu interior para o meio externo e vice-versa. A secreção de proteínas através dessa camada é feita por um sistema de secreção especializado presente em micobactérias patogênicas – a Mtb tem cinco deles –, enquanto, em outras micobactérias, alguns desses sistemas estão ausentes.

A Mtb – identificada, em 1882, pelo médico alemão Robert Koch (1843-1910), o que lhe rendeu o Nobel de Medicina de 1905 – é um patógeno bem-sucedido, capaz de sobreviver e se multiplicar nas células do hospedeiro ou se manter ‘adormecido’ (quiescente) por anos, sem ser notado (ou detectado). Porém, sob condições ‘favoráveis’, pode retomar seu crescimento e reativar a doença.

Essa flexibilidade reflete seu metabolismo único e sua capacidade de regular a expressão de seus genes em resposta às diferentes condições do ambiente do hospedeiro, ao mesmo tempo em que permite escapar dos sistemas de defesa das pessoas que desenvolvem a tuberculose.

A análise do genoma da Mtb revelou, por exemplo, um elevado percentual de genes dedicados à fabricação de proteínas envolvidas na ‘quebra’ (metabolismo) das moléculas de gorduras (lipídios), bem como na degradação de um dos produtos desse processo, os ácidos graxos. Essas características contribuem de forma importante para a capacidade de a Mtb sobreviver por longos períodos no interior de granulomas (estruturas

Mycobacterium tuberculosis (Mtb), em imagem colorizada e obtida por meio de microscópio eletrônico

formadas por células do sistema imune nos sítios de infecção), ‘alimentando-se’ dos lipídios ali abundantes.

BANCO DE DADOS Depois do esforço da determinação da sequência de DNA e da interpretação computacional inicial do genoma da Mtb, em 1998, laboratórios ao redor do mundo vêm se dedicando ao estudo de aspectos relativos ao papel de cada uma das proteínas fabricadas por essa bactéria.

Adicionalmente, com o baixo custo e a rapidez dos métodos de sequenciamento disponíveis hoje, pesquisadores analisam centenas de sequências genéticas de Mtb provenientes de vários países ou de linhagens (cepas) desse micro-organismo que apresentem resistência às drogas usadas para combater a tuberculose. Esses estudos buscam reconstruir a evolução molecular do micro-organismo, a distribuição geográfica de suas variantes, bem como desvendar a relação destas com aspectos clínicos e epidemiológicos.

Toda essa informação, bem como o papel de cada proteína, estão disponíveis em um banco de dados relacional, *TubercuList* (<http://tuberculist.epfl.ch/>), que é atualizado à medida que novas informações são publicadas.

DROGAS E VACINAS A sequência do genoma de Mtb abriu o caminho e serviu como referência para o sequenciamento do genoma de outras micobactérias de importância médica, como a *M. leprae*, que causa a hanseníase; a *M. bovis*, causadora da tuberculose bovina; e a *M. bovis* BCG, entre outras.

A BCG é a única vacina disponível para prevenção (parcial) da tubercu-



lose. Ela é fabricada a partir de uma cepa atenuada de *M. bovis*, obtida no início do século passado pelos pesquisadores Albert Calmette (1863-1933) e Camille Guérin (1872-1961), na França – daí, o ‘C’ e o ‘G’ da sigla, sendo o ‘B’, de bacilo (bactéria).

Os ‘BCGs’ usados por diferentes países na produção da vacina apresentam diferenças genéticas importantes que podem influenciar na capacidade protetora da vacina. Visando à caracterização completa do BCG empregado no país (chamado BCG Moreau), nosso laboratório, na Fiocruz, determinou a sequência completa de seu genoma e vem usando essa informação para conhecer melhor sua fisiologia e fornecer subsídios para o aprimoramento da cepa vacinal brasileira.

Hoje, a informação genômica forma a base para todas as vertentes da pesquisa em tuberculose, desde a busca por métodos diagnósticos mais rápidos e eficientes até o desenvolvimento de novas vacinas experimentais, incluindo a busca por novas drogas e a compreensão da epidemiologia da doença.

Lamentavelmente, o conhecimento da sequência genômica de Mtb por si só não é suficiente para se descobrir, de forma rápida e fácil, novas drogas e vacinas eficazes. Entretanto, muitas centenas de cientistas ao redor do mundo – inclusive no Brasil – engajaram-se nessa busca incansável. E o conhecimento do código genético completo do patógeno é a base para todos esses trabalhos. ■

INTENSIVAMENTE

Oracy Nogueira

Autor foi pioneiro no Brasil da sociologia do estigma e das relações raciais

MARIA LAURA VIVEIROS DE CASTRO CAVALCANTI

Programa de Pós-graduação em Sociologia e Antropologia, Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio de Janeiro

A discriminação contra os doentes de tuberculose, isolados da sociedade pela internação em sanatórios, situação comum até a década de 1960, marcou a vida e a carreira do sociólogo Oracy Nogueira. A partir da experiência pessoal como interno do sanatório de Campos do Jordão (SP), na juventude, Nogueira construiu suas ideias, em que se destaca uma inovadora abordagem sobre o preconceito, seja de natureza social ou racial.

Em 1945, Oracy Nogueira defendeu na Escola Livre de Sociologia e Política, em São Paulo, a dissertação 'Vozes de Campos de Jordão – Experiências sociais e psíquicas do tuberculoso pulmonar no estado de São Paulo', em que a doença era analisada como experiência social. Nogueira integrava a primeira turma de mestrado em ciências sociais formada por instituições brasileiras. Na juventude, ele precisara se isolar para tratamento em São José dos Campos (SP) e, certamente, essa experiência da discriminação nutriu seu interesse pelo tema.

A atualidade de sua abordagem fez com que o livro fosse reeditado, em 2009, pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Nesse trabalho, Nogueira analisa as atitudes, os estereótipos e as representações a respeito da tuberculose nas décadas de 1930 e 1940 e examina as transformações das relações sociais e das subjetividades no círculo vivencial do indivíduo diagnosticado com a doença. A situação segregadora da internação, em especial, ao instaurar relações duradouras entre doentes e

profissionais da saúde, desvendava um mundo social insuspeito, com regras, valores e conflitos, além de modos próprios de falar, pensar e agir.

Nogueira descreve a socialização dos recém-chegados na “montanha mágica” – em referência ao sanatório descrito no romance de Thomas Mann – de Campos de Jordão, o relacionamento entre médicos, enfermeiros, doentes e sãos, abrangendo as dimensões sociais e subjetivas da doença. Lendo-o hoje, antevemos claramente o conceito de estigma, cunhado na década de 1960 pelo canadense Erving Goffman (1922-1982) para designar a forma peculiar de preconceito social sofrido por portadores de certas doenças ou deficiências físicas. Mas quem era Nogueira e de onde provinha sua sociologia tão inovadora?

BREVE TRAJETÓRIA Oracy Nogueira (1917-1996) nasceu em Cunha (SP), filho de professores normalistas, brancos e católicos. No final dos anos 1930, sua família mudou-se para São Paulo. Já refeito do tratamento da tuberculose e formado na Escola Normal, Nogueira inscreveu-se em 1940 no bacharelado, na Escola Livre de Sociologia e Política (ELSP), onde logo se



Oracy Nogueira (1917-1996)

tornou assistente do norte-americano Donald Pierson (1900-1995), que lecionava na instituição desde 1939.

Pierson fizera seu doutoramento com o também norte-americano Robert Park (1864-1944) na Universidade de Chicago (Estados Unidos) e sua tese resultara no clássico *Branços e negros na Bahia*, publicado em português em 1945. Pierson trazia para o Brasil as ricas tradições intelectuais da Escola de Chicago, que muito valorizavam a pesquisa etnográfica. Nogueira logo seguiu para o doutoramento naquela universidade, sob orientação de outro norte-americano, Everett Hughes (1897-1983). Retornou em 1947, como pesquisador e docente da ELSP, onde também dirigiu a *Revista de Sociologia*.

Nogueira deixou a Escola em 1957. Após diversas experiências profissionais, integrou-se em 1968 à Universidade de São Paulo, onde se aposentou em 1983 como professor titular da Faculdade de Economia e Administração. Faleceu em Cunha, em 1996. O Fundo Oracy Nogueira – que reúne cerca de 2,5 mil documentos, está hoje disponível para consultas na Casa de Oswaldo Cruz (Fiocruz), no Rio de Janeiro.

PRECONCEITO RACIAL O interesse pelos processos de discriminação social, já presente em seu trabalho sobre a tuberculose, se desdobraria em sua obra no estudo comparativo das relações raciais. Nogueira foi o primeiro sociólogo a perceber, com grande lucidez, a natureza cultural do preconceito racial: por existir dentro de culturas e sociedades muito distintas, o racismo assume formas diferentes e produz significados e efeitos muito diversos, sempre malsãos.

Nogueira comparou o preconceito racial no Brasil e nos Estados Unidos, relacionando-o a todo o comportamento social. 'Preconceito racial de marca e preconceito racial de origem' é o artigo apresentado no Congresso dos Americanistas em 1954, em São Paulo, em que foram sintetizados esses dois conceitos. Eles buscavam dar conta, respectivamente, da ideologia

O racismo brasileiro não classifica as pessoas por sua ascendência (ou seja, a origem), mas antes pela cor da pele e pelos traços da aparência (o fenótipo)

e do funcionamento do racismo brasileiro e da forma de ser do racismo norte-americano.

O racismo brasileiro assumiria uma forma mais insidiosa e sutil, pois não exclui, mas pretere o negro. Não classifica as pessoas por sua ascendência (ou seja, a origem), mas antes pela cor da pele e pelos traços da aparência (o fenótipo), e nunca de modo absoluto e definitivo, mas antes em um gradiente de tonalidades em que, quanto mais escura a cor da pele, maior a chance de discriminação. Essa classificação, entretanto, sempre pode ser modificada pelos laços de proximidade social ou pelos méritos individuais da pessoa discriminada, sem que o racismo deixe de existir.

O racismo norte-americano, ao contrário, segrega, discrimina de forma explícita e mesmo legal (a segregação racial foi legalmente abolida nos Estados Unidos apenas em 1964). Classifica as pessoas conforme a ascendência, independentemente da tonalidade da cor da pele. Nessa situação, o preconceito assume características passionais, comprometendo o julgamento por parte dos brancos de atos atribuídos aos negros e produzindo a consciência contínua – e mesmo obsessiva – da discriminação racial por parte do grupo atingido. Ao iluminar a dinâmica e a singularidade dessas diferentes formas do racismo, Nogueira pretendia favorecer a definição de estratégias de combate adequadas a cada tipo de discriminação.

Os conceitos 'preconceito de marca' e 'preconceito de origem' originaram-se em duas importantes pesquisas realizadas nas décadas de 1940 e 1950. Durante o doutoramento na Universidade de Chicago, Nogueira tomou contato com dois livros marcantes sobre relações raciais norte-americanas, então recém-publicados: *An american dilemma (Um dilema americano)*, do sueco Gunnar Myrdal (1988-

1987), e *Black metropolis (Metrópole negra)*, dos norte-americanos Saint Clair Drake (1911-1990) e Horace R. Cayton (1859-1940), e decidiu conhecer a situação racial norte-americana para compará-la mais tarde com a brasileira. Frequentou bairros negros, fez amizades e filiou-se a associações civis antirracistas. Surpreendeu-se ao encontrar nessas situações pessoas brancas, louras e de olhos claros que se autodeclaravam negras. Era o preconceito de origem.

De volta à Escola Livre, ele integrou, a convite do suíço Alfred Métraux (1902-1963), o programa de pesquisas sobre relações raciais no Brasil patrocinado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) no início dos anos 1950. Sua pesquisa, no município de Itapetininga (SP), analisou as relações raciais vigentes nesse município do século 18 até meados do século 20. Seu relatório foi republicado em 1998 pela Editora Universidade de São Paulo como *Preconceito de marca: as relações raciais em Itapetininga*. Nessa pesquisa notável, ao comparar as categorias de cor usadas pelos censos e seus resultados estatísticos, somando a isso seu trabalho de observação etnográfica, Nogueira percebeu que aquelas categorias integravam a própria dinâmica do racismo brasileiro, por ele caracterizada como preconceito de marca.

A sociologia de Nogueira transformou em conhecimento sua sensibilidade para com os processos de discriminação, e a vivência da situação racial norte-americana junto com sua bagagem de estudos favoreceu a compreensão da singularidade do racismo brasileiro. Suas formulações lúcidas e penetrantes permanecem um convite e uma inspiração para abordagens compreensivas das diversas formas de preconceito produzidas pela distância social. ■

Dos delitos e das penas

1764. O JURISTA ITALIANO CESARE BECCARIA PUBLICA OBRA CLÁSSICA DO DIREITO MODERNO. Influenciado pelos escritos de Montesquieu, Helvétius e Rousseau, há dois séculos e meio o jurista Cesare Beccaria (1738-1794) traduziria para o direito penal os valores e os ideais do Iluminismo ao publicar sua obra máxima, *Dos delitos e das penas*. Nela contrapõe, pela primeira vez, ao princípio do velho direito penal “é punido porque constitui delito” o novo princípio de ordem iluminista “é punido para que não se repita”. Com base nesses pressupostos, a obra do eminente marquês italiano tentou realizar a total separação entre o delito e as concepções de ‘pecado’ e ‘lesa-majestade’ (crime contra o rei, ou membro da família real ou contra o poder soberano de um Estado), transformando-o em ‘dano’ causado à sociedade.

ARNO DAL RI JR.

Programa de Pós-graduação em Direito, Universidade Federal de Santa Catarina

AS NOVAS CONCEPÇÕES presentes em *Dos delitos e das penas* tiveram grande repercussão na Europa e foram amplamente difundidas por Voltaire. A obra, que começou a ser escrita em Milão no final de 1763, foi publicada em uma região que fazia parte dos domínios austríacos. O jovem marquês contava então apenas 26 anos e fazia parte de um grupo de intelectuais que liam entusiasticamente os autores do Iluminismo francês e, escrevendo a partir de suas ideias, fixariam definitivamente a filosofia iluminista na Milão austríaca.

Ao mesmo tempo, a coroa, em meio ao seu projeto político autocrático, implementava um programa de reformas que tendia à racionalização e à maximização da eficiência administrativa; como se chocava com interesses nobiliárquicos, acabaria exercendo um papel modernizador. O sucesso desse projeto, aliado à ausência de tendências capazes de elaborar as pressões por mudanças de modo mais ousado, canalizou os interesses progressistas mais consequentes para o projeto austríaco, como aconteceu com o Iluminismo milanês.

A necessidade de maximizar o controle do soberano sobre a sociedade para viabilizar o projeto político absolutista requeria, no campo jurídico, que a norma jurídica da coroa fosse eficaz, isto é, se fizesse cumprir. Esse pode ser considerado um dos pontos centrais da obra, visível sobretudo na questão da mitigação das penas e da graça.

No Antigo Regime (sistema político e social aristocrático criado na França entre os séculos 16 e 18), o objetivo da pena era fundamentalmente simbólico: buscava-se, com ela, aterrorizar. A graça real, por meio da qual se afastava a aplicação da pena, era seu complemento necessário. Por meio dela, o soberano se legitimava perante o organismo



Cesare Beccaria
(1738-1794)

social e, principalmente, perante o beneficiado. O modo de operar do direito fundava-se, assim, no arbítrio, e a renúncia à eficácia do direito penal, implícita nessa estrutura, tolhia a capacidade real de, por meio dele, interferir no conjunto da sociedade.

Aos olhos iluministas, isso era profundamente irracional. Portanto, para Beccaria a mitigação das penas, a par de suas razões humanitárias (que certamente existiam), era o pressuposto para que a graça fosse eliminada do direito penal e para que este, conseqüentemente, ganhasse a eficácia necessária para maximizar o poder de controle do soberano sobre a sociedade. O sistema jurídico-penal proposto por Beccaria encaixa-se, assim, perfeitamente à dinâmica voltada para dar ao soberano os meios de direcionar a sociedade, intervir nela e controlá-la.

Em muitos pontos, Beccaria reitera ideias de Montesquieu, que havia iniciado uma racionalização da repressão penal ao estabelecer o princípio da legalidade, condenar a tortura, eleger a prevenção do crime como principal meta do direito penal, propor a necessidade de uma relação de proporcionalidade entre penas e delitos e defender a mitigação das primeiras, sob o argumento de que não é a sua severidade que desvia os homens da prática de crimes, mas a certeza da punição. Tudo isso está presente em *Dos delitos e das penas*.

Por meio do contributo helvético, o processo de racionalização conduzido por Beccaria visava não só fazer com que a pena cumprisse melhor a finalidade de prevenção do crime, mas também fazer com que o direito penal contribuísse para que os interesses individuais fossem conduzidos para o chamado interesse comum, que por sua vez era determinado pelo legislador. A aplicação do utilitarismo aprendido com Helvétius ao estudo do direito penal objetivava fornecer um fundamento sólido para seu uso como instrumento para modelar a sociedade.

Edição de 1766 da obra *Dos delitos e das penas*



Beccaria (sentado, lendo) entre colegas da Accademia dei Pugni, instituição cultural criada em Milão em 1761. A pintura é do artista italiano Antonio Perego (ativo em meados do século 18)

OBRA INFLUENTE No capítulo 8, Beccaria examinou brevemente o crime de lesa-majestade, manifestando preocupação com os efeitos de um delito que naquele momento era considerado o mais importante. “Alguns delitos”, escreve ele, “destroem imediatamente a sociedade, ou quem a representa (...) são os delitos máximos, porque mais danosos, são os que chamam-se de lesa-majestade”.

A crítica movida à noção de tal crime e à sua previsão em um ordenamento penal vai além dos limites conceituais do próprio delito, atingindo os regimes que o instituíram. Estes, para o marquês italiano, seriam por natureza tirânicos e regidos pela ignorância. Só tais regimes conseguiriam confundir “os vocábulos e as ideias mais claras”, dando essa denominação e, conseqüentemente, a pena máxima a “delitos de diferente natureza”. Nessa perspectiva, a confusão causada pelas tiranias e pelos regimes obtusos, interpretando equivocadamente a noção desse delito, teria levado à previsão de penas mais graves para faltas leves, ficando a vida do ser humano à mercê de uma palavra.

De modo paradoxal, contudo, em um texto de 1792, intitulado *Voto sulla pena di morte*, Beccaria mostra-se favorável à aplicação da pena de morte ao réu acusado de crime político. Reconhece, então, como válida – ainda que indiretamente – a noção de ‘lesa-majestade’. Mesmo não citando expressamente o termo, afirmava-se contrário: “(...) a se dar a pena de morte, salvo no caso de uma necessidade positiva, e esta necessidade, em uma sociedade pacífica e sob a regular administração da justiça, somente pode ser constatada no caso de um réu, o qual, tramando a subversão do Estado (...), estivesse, devido às suas relações externas ou internas, ainda em situação de novamente turbar a sociedade e colocá-la em perigo”.

Dos delitos e das penas influenciou decisivamente a legislação penal de diversos Estados da época. É o caso, por exemplo, da Toscana, que, no governo de Pedro Leopoldo, em 1786, emanou a *Reforma da legislação criminal toscana*, banindo a figura do crime de lesa-majestade. Trata-se de uma verdadeira ruptura com a tradição do Antigo Regime, que tinha na criminalização política um de seus principais pilares. **CR**

CONHECIMENTO ATUALIZADO E ABRANGENTE

Controle da tuberculose: uma proposta de integração ensino-serviço

Maria José Procópio (org.)

Rio de Janeiro, editora Fiocruz, 344 p., R\$ 79 (pode ser comprado em: <http://portal.fiocruz.br/pt-br/content/onde-encontrar>)



A ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA de saúde para o controle dos agravos prevalentes na população, como é o caso da tuberculose, exige educação permanente dos profissionais da área que atuam em todos os níveis do cuidado. O conhecimento mesmo rudimentar dos mecanismos que levam à doença, de suas formas de transmissão, das manifestações clínicas mais comuns, dos meios de diagnóstico e do arsenal terapêutico disponível é fundamental para uma boa prática de controle da tuberculose. Por outro lado, noções de epidemiologia, meios para sua prevenção e a organização do Sistema Único de Saúde contribuem para que cada profissional envolvido no controle da tuberculose atue de forma integrada e efetiva.

Oferecer esses conhecimentos aos profissionais que atuam nos três níveis de atenção à saúde é a meta que foi traçada pela organizadora deste livro, Maria José Procópio. Publicado inicialmente em 1987 e agora em sua sétima edição, o livro representa um esforço do Centro de Referência Professor Helio Fraga (CRPHF), órgão ligado à Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (ENSP), da Fundação Oswaldo Cruz, em oferecer conhecimento atualizado e abrangente sobre a tuberculose que possa ser utilizado na educação permanente de profissionais que atuam na linha de cuidado.

A publicação da editora Fiocruz usa linguagem leve, quase coloquial, e uma apresentação gráfica de qualidade, amplamente ilustrada e com notas às margens que permitem a memorização dos aspectos mais relevantes dos assuntos abordados. O corpo de colaboradores inclui especialistas em diversos aspectos da tuberculose, em sua maioria atuantes no CRPHF e na ENSP, assim como autores ligados a universidades.

O livro dá atenção especial aos determinantes sociais ligados ao desenvolvimento da tuberculose. Vale lembrar que a Fiocruz e o Ministério da Saúde atuaram como protagonistas da organização da Conferência Mundial de Determinantes Sociais da Saúde da Organização Mundial da Saúde, realizada no Rio de Janeiro em outubro de 2011 e que resultou na importante Declaração Política do Rio de Janeiro, que afirma que “as desigualdades em cada país e entre os países são política, econômica e socialmente inaceitáveis – além de injustas e, em grande parte, evitáveis – e que a promoção da equidade em saúde é fundamental ao desenvolvimento sustentável e a uma melhor qualidade de vida”.

A obra aprofunda esses conceitos no âmbito da tuberculose, uma das moléstias mais influenciadas pelas desigualdades sociais, econômicas e culturais. Destaca os diferentes tipos de vulnerabilidades e como elas

influenciam o adoecimento, a transmissão e o abandono do tratamento, contribuindo para a manutenção das altas taxas de prevalência da doença no Brasil e a eclosão de formas multirresistentes aos medicamentos normalmente empregados em seu tratamento.

O livro abre espaço também para a abordagem dos movimentos sociais de combate à tuberculose, prática iniciada ainda na virada do século 20, com a Liga Brasileira contra a Tuberculose e a Fundação Atauilho de Paiva. Depois de décadas desorganizados, os movimentos sociais voltaram a participar de ações de combate à doença, na esteira da bem-sucedida ação das organizações não governamentais envolvidas na luta contra a Aids.

O ativismo social resultou em importantes iniciativas políticas recentes, como a fundação em 2012 da Frente Parlamentar de Luta contra a Tuberculose, grupo suprapartidário que se propõe a “acompanhar a política nacional de controle da tuberculose, buscando, de forma contínua, aperfeiçoar a legislação relacionada à saúde, assistência social e outras políticas vinculadas, a partir das comissões temáticas nas duas Casas do Congresso Nacional”.

A incorporação das estratégias de controle da tuberculose ao Programa de Saúde da Família é abordada, tendo em vista a importância dessas ações

na capilarização dos métodos de controle da enfermidade em um país de dimensões continentais como o nosso.

Outro aspecto importante são os métodos diagnósticos da tuberculose, e dentre eles destaca-se a recente tecnologia de amplificação de ácidos nucleicos das micobactérias como método para identificação rápida de sequências específicas do seu genoma, com particular ênfase nas mutações envolvidas na resistência aos antibióticos. O assunto é particularmente relevante tendo em vista a decisão estratégica tomada pelo Programa Nacional de Controle da Tuberculose,

do Ministério da Saúde, de adotar um desses métodos, o GeneXpert MTB/RIF, e implantá-lo inicialmente em cerca de 100 cidades brasileiras com alta carga de tuberculose. O teste representa grande investimento federal para acelerar a descoberta rápida de novos casos, interrompendo assim o ciclo de transmissão, essencial para a redução das altas taxas de prevalência ainda existentes no país.

Este livro é um instrumento atual e didático de treinamento e educação permanente dos profissionais de saúde e, junto com outros instrumentos, poderá ser empregado no contexto das ações de saúde para o controle da tuberculose.

José Roberto Lapa e Silva

Faculdade de Medicina,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Um preço muito alto

Carl Hart

Rio de Janeiro, Zahar, 326 p.,
R\$ 44,90 (impresso) e R\$ 24,90
(digital)

Mistura de relato autobiográfico com dados científicos, o livro do neurocientista norte-americano Carl Hart, da Universidade de Colúmbia, gera polêmica ao oferecer uma nova visão sobre as drogas. Partindo de memórias de sua infância e juventude em um dos bairros mais violentos de Miami e oferecendo resultados de pesquisas, o autor desfaz mitos sobre a dependência química e questiona a ligação entre drogas e criminalidade. O livro faz ainda duras críticas aos atuais métodos de enfrentamento da questão por parte do governo dos Estados Unidos, que preconizam o banimento das drogas ilegais a qualquer custo, sem levar em conta os grupos marginalizados que as consomem.



Uma história do mundo em doze mapas

Jerry Brotton

Rio de Janeiro, Zahar, 616 p.,
R\$ 89,90 (impresso) e R\$ 59,90
(digital)

Mapas são uma representação visual de uma região feita por cartógrafos. Mas esses profissionais não apenas projetam o mundo sobre uma superfície, eles também o interpretam. Com uma pesquisa de fôlego e argumentos surpreendentes, o historiador inglês Jerry Brotton examina, neste livro ricamente ilustrado, 12 marcos da cartografia universal – das representações místicas da Antiguidade às imagens de satélites de hoje. Professor de Estudos do Renascimento da Universidade Queen Mary de Londres, Brotton mostra como os mapas permitem compreender melhor o ambiente e o período histórico que os conceberam. O autor é categórico quanto às representações atuais do globo terrestre: elas continuam a recriar e mediar nossa visão de mundo.



Formas de matar, de morrer e de resistir: limites da resolução negociada de conflitos ambientais

Andréa Zhouri e

Norma Valencio (orgs.)

Belo Horizonte, Editora UFMG,
395 p., R\$ 58

Desapropriações de terras onde vivem comunidades marginalizadas; remoções por vezes forçadas de famílias que habitam áreas ditas estratégicas para o desenvolvimento de megaprojetos; conflitos entre atores sociais subalternos e instâncias políticas poderosas. São alguns dos processos que, nesta obra, desencadeiam reflexões sobre a qualidade de nossa democracia. Quão inclusiva ela realmente é? De conflitos em áreas alagadas por hidrelétricas a debates sobre periferias urbanas, 17 autores das mais diferentes disciplinas discutem os discursos do setor público e do setor privado – e analisam como eles legitimam conflitos ambientais de diferentes magnitudes. A obra sugere outra narrativa política sobre processos que, neste início de século, são cada vez mais frequentes no Brasil e nos países em desenvolvimento.





PESQUE-SOLTE I

Estou surpreso em ver na revista um artigo [*Pesque-solte: proteção ou dano para os peixes*, em CH 317] que utiliza argumentos falsos, de natureza ideológica. Sou ambientalista e pescador esportivo e garanto que os caracídeos não morrem após capturados, nem na natureza, nem nos pesque-pague. Se fosse assim, não existiriam mais dourados no rio da Prata argentino e todos os pesqueiros comerciais que conheço teriam falido.

Francisco

Comentário na CH On-line

GH O autor do artigo, Miguel Petrere Jr., responde: “Eu não mencionei que todos os caracídeos morrem logo após a captura. Mencionei apenas a corvina ou pescada (*Plagioscion squamosissimus*) e o dourado (*Salminus maxillosus*) da bacia do Paraná, com os quais eu trabalhei e constatei esse fenômeno.”

PESQUE-SOLTE II

Você poderia ser um santo em forma de peixe, e ainda assim se diverte furando um animal e o colocando fora de seu ambiente por mero ‘prazer’. Se não vai comer ou cuidar, nem toque... É bizarro chamar ‘pesca’ de esporte – um ‘esporte’ que causa estresse e sofrimento para outro deveria ser banido.

Jayme Dannu Pinheiro Rabelo

Comentário na CH On-line

PESQUE-SOLTE III

Devido ao sistema nervoso, todos os animais são seres sencientes. Desconfiança, ansiedade, medo e dor, entre outras, são experiências naturais e necessárias para ajudar a sobrevivência dos indivíduos e, em seu somatório, a da espécie. É enorme o estresse do peixe apanhado e apertado

na rede ou preso no anzol. Sofre dores horríveis, acompanhadas de uma luta tremenda e esgotante para resistir à tração. Além da asfixia, quando são retirados do meio aquático e ficam sem acesso ao oxigênio dissolvido na água. A pesca é causadora de enorme sofrimento.

Vasco Reis (médico veterinário)

Comentário na CH On-line

PESQUE-SOLTE IV

O texto desse artigo, em grande parte, saiu na Wikipedia, com muita informação desatualizada, inclusive adicionada por pessoas como você. Não faça isso, pois pode se prejudicar profissionalmente e, pior, denegrir a imagem dos institutos onde estudou. O catch and release está muito além do que você pensa: é, inclusive, parte vital de muitos estudos científicos e de conservação no mundo inteiro.

Sardinha

Comentário na CH On-line

GH O autor do artigo, Miguel Petrere Jr., responde: “Incluí no artigo as referências bibliográficas usadas para compor o texto, mas, infelizmente, por falta de espaço, a CH publica apenas algumas poucas. Obtive informações na Wikipedia, que, se encarada com equilíbrio, é, em minha visão, excelente fonte de referência. No entanto, o artigo se baseou principalmente em publicações acadêmicas de altíssimo nível e muito recentes.”

MICROBIOTA

Muito interessante o artigo sobre a microbiota humana [CH 316].

Mateus Celistrino

Comentário na CH On-line

MOBILIDADE

Excelente matéria [*Mobilidade urbana; tentando sair da inércia*, em CH 317]! Show de bola.

Amanda Gomes

Comentário no Facebook

LIMITES DA CIÊNCIA

Ao se perguntar sobre os limites da ciência, George Matsas (coluna ‘Exatamente’, CH 316) relata que esta tirou o homem do centro do universo (Copérnico) e do centro da natureza (Darwin). Senti falta de mais um parágrafo que relatasse a importância

de outra contribuição científica, o modelo de ‘seleção pelas consequências’ (Skinner, 1981 – <http://www.sciencemag.org/content/213/4507/501.short>). Esse modelo faz uma terceira retirada. A partir dele, o comportamento é explicado por meio da própria interação entre homem e contexto (histórico ou atual), em contraponto às causas internas usualmente invocadas (vontades, desejos...). O homem é retirado do papel de autodeterminador ou criador de suas atitudes. Aí, sim, fica claro por que não há, no conhecimento científico, lugar para onisciência. Afinal, ele é produto do comportamento dos cientistas. Interação entre homens e contextos, ambos mutáveis.

Como as retiradas anteriores, essa também não é fácil de engolir, mas as implicações são latentes. Afinal, ou fazemos algo hoje para compreender (e que melhor forma senão a científica?) e mudar nosso comportamento, ou amanhã pode ser tarde demais.

Rodrigo Dal Ben

São Carlos, SP

ERRO EM EQUAÇÃO

A matéria ‘A invenção do logaritmo’, na CH 316, ficou ininteligível por causa da má diagramação. A equação foi desconfigurada: as potências foram perdidas. (...) Os textos deveriam voltar aos autores, para uma revisão, antes de serem impressos.

Regina Pinto de Carvalho

Belo Horizonte, MG

GH Todos os textos publicados na CH são revisados pelos autores ou pelos cientistas ouvidos pelos repórteres. O erro na equação deveu-se a uma desconfiguração do texto, em um computador, e lamentavelmente só foi percebido quando a revista ficou pronta. Foi publicada uma correção na CH 317.

Envie para nós seu comentário sobre qualquer texto publicado na *Ciência Hoje*.

Sua opinião é importante.

As mensagens devem ser encaminhadas para a Seção Cartas, no endereço eletrônico abaixo.

cienciahoje@cienciahoje.org.br



PARA O INFINITO... E ALÉM!

DESAFIO

Será que existem mais números pares do que inteiros? Ou mais números pares que ímpares? (Dica: use a estratégia de Galileu)

“Para o infinito... e além!” Esse é o bordão do simpático astronauta Buzz Lightyear, da animação *Toy story*. A graça, é claro, está no fato de que não deve haver nada depois do infinito... Afinal, poderíamos pensar, “Infinito é infinito; portanto, são todos iguais, certo? É só um número muito, muito grande, não?”

Será?

A resposta a essas perguntas é parte de uma das descobertas mais lindas da matemática. Domar o infinito levou muito tempo, e essa história envolve personagens interessantes. Vejamos.

Pensadores gregos já haviam se deparado com essa questão intrigante. Vimos aqui dois exemplos: Zeno de Eleia (490?-430? a.C.) e seu paradoxo (CH 279) e Euclides (325-265 a.C.) e a infinitude dos números primos (CH 303). Os gregos pensaram o infinito como uma quantidade sem limites, algo que não cabe em um conjunto finito. Euclides, por exemplo, mostrou que, para qualquer conjunto finito de primos, podemos achar um primo que não está lá.

Muito tempo depois, o físico e matemático italiano Galileu Galilei (1564-1642) fez uma consideração curiosa sobre o infinito, em seu último livro, *Diálogos sobre duas novas ciências*, escrito já no fim da vida, em prisão domiciliar determinada pela Igreja católica, por causa de sua defesa do heliocentrismo (a Terra gira em torno do Sol).


Galileu procurou analisar o infinito como se fosse um número, supondo que a ele se aplicariam as regras normais da aritmética. Vejamos como foi o argumento galileiano. Consideremos a sequência infinita de números intei-

ros (1, 2, 3,...). Ela tem números que são ditos quadrados perfeitos (como $4 = 2 \times 2$; $9 = 3 \times 3$ etc.) e outros que não o são (por exemplo, $6 = 2 \times 3$; $12 = 3 \times 4$ etc.).

O conjunto de quadrados perfeitos – formado por $1^2, 2^2, 3^2$ etc. – parece ser ‘menor’ que o dos números inteiros, não? Bem, essa falsa impressão se desfaz com uma estratégia simples: ‘casamos’ cada quadrado perfeito com sua raiz quadrada ($1^2 \leftrightarrow 1$; $2^2 \leftrightarrow 2$; $3^2 \leftrightarrow 3$; $4^2 \leftrightarrow 4$...). Com isso, vemos que há tantos quadrados perfeitos quantos números inteiros.

Galileu concluiu, então, que não podemos aplicar as regras da aritmética ao infinito. Ou seja, não há como dizer que um infinito é maior, menor ou igual a outro. Essa ideia, no entanto, está parcialmente correta: emparelhar os elementos de dois conjuntos está no cerne das estratégias para tentar desvendar os mistérios do infinito. E foi com base nesse princípio de emparelhamento que o matemático teuto-russo Georg Cantor (1845-1918) domou o infinito, mostrando que é possível compará-los e que existem, sim, infinitos maiores que os outros.

Esses resultados de Cantor são tão impressionantes que chegaram a ser denominados “um paraíso do qual ninguém nos expulsará”, nas palavras do grande matemático alemão David Hilbert (1862-1943).

Mas, como esta coluna é finita, teremos que esperar até a próxima para visitar o paraíso de Cantor. E, quem sabe, encontrar Buzz Lightyear por lá. 

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO Usando o algoritmo guloso, para 30 centavos, precisamos de seis moedas: $25 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1$. Porém, três delas bastam: $30 = 10 + 10 + 10$. Ou seja, o algoritmo guloso – pegar sempre a moeda de maior valor – não fornece a melhor solução se só tivermos moedas de 1, 10, 25 e 50 centavos.

MARCO MORICONI

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



FOTO: CICERO RODRIGUES

Centros urbanos degradados e subúrbios idílicos compõem um quadro inequívoco de declínio da vida urbana

No início de agosto último, em um subúrbio da cidade norte-americana de Saint Louis, um jovem negro foi assassinado por um policial branco. Seguiram-se semanas de confronto aberto entre moradores e a polícia local, com a intervenção posterior da Guarda Nacional. O evento integra uma longa série de atos de violência policial desmedida, com contornos raciais, ocorridos nos Estados Unidos. Tais aspectos tornam-se nítidos pelo fato de que o contingente policial local inclui apenas 3% de negros – em um distrito, Ferguson, em que dois em cada três habitantes são afro-americanos. Tal distorção dificilmente contribui para desfazer a percepção de que as chamadas forças da ordem constituem uma força de intervenção racista, pela qual a supremacia branca exerce seus supostos direitos naturais.

No Brasil, ao que parece, somos menos óbvios. Ainda que, por aqui, jovens negros e pobres sejam vítimas preferenciais de forças policiais que se encontram entre as mais letais do planeta, seus algozes dificilmente podem ser descritos como membros de milícias raciais. O recrutamento de soldados das polícias militares incorpora em grande medida jovens pobres, negros e pardos. Não obstante, o ‘eliminacionismo’ que praticam, por orientação de seus chefes, traz implicações raciais inequívocas.

De volta a Ferguson, pode ser útil revisar um interessante livro do historiador norte-americano Colin Gordon, intitulado *Mapping decline: St. Louis and the fate of the American city* (*Cartografia de um declínio: St. Louis e o destino da cidade americana*). O livro foi publicado em 2008 pela Universidade da Pennsylvania (para comentários breves, ver <http://www.upenn.edu/pennpress/book/14445.html>).

Gordon, em seu livro, aponta a forte associação entre segregação racial/social e declínio da cidade como forma de vida. O padrão, por

certo, não é específico de Saint Louis, podendo ser detectado em inúmeras outras, com destaque para os desastres urbanísticos de Detroit, Cleveland, Cincinnati ou Buffalo, antigas cidades industriais norte-americanas, que perderam cerca de metade de suas populações em duas gerações.

Essas cidades, a partir da grande migração de negros que se seguiu ao fim da Guerra Civil norte-americana, foram submetidas a um zoneamento racial, que fixou os recém-chegados no centro dos núcleos urbanos, impedindo seu estabelecimento em outras áreas. No caso de Saint Louis, a população negra ficou concentrada na parte norte da cidade e em sua periferia imediata. O zoneamento racial, por vezes explícito nas posturas municipais, sofreu ataques e proibições por parte da Suprema Corte, mas as ‘forças de mercado’ acabaram por realizar aquilo que as políticas de governo legalmente estavam impedidas de fazer: a constituição do núcleo central da cidade como espaço de pobres e negros.

Ainda assim, as posturas municipais, que confinaram a pobreza racializada ao centro das cidades, incentivaram a ocupação dos subúrbios por meio do estímulo à compra de terrenos vastos, com construções unifamiliares e proibição de habitações coletivas. O encarecimento das áreas suburbanas, associado a garantias de ‘profilaxia’, drenou a população branca e rica para fora do espaço urbano original. A cidade passou a ser um território de ‘perdedores’, com serviços públicos precários, taxas altas de desemprego – favorecidas pelo declínio das indústrias – e pobreza.

A configuração resultante exibe o que poderíamos chamar de um padrão de urbanização racial, imposto por mais de um século de estímulos à segregação. Centros urbanos degradados e subúrbios idílicos compõem um quadro inequívoco de declínio da vida urbana. As cidades também podem morrer. **EH**

RENATO LESSA

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

USE EM CASO DE EMERGÊNCIA.



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



A MADEIRA ILEGAL QUE SAI DA AMAZÔNIA
LEVA JUNTO TODA NOSSA BIODIVERSIDADE.



Envie um SMS com a palavra
#MADEIRA + SEU NOME
para **27800** e saiba
o que está acontecendo!

A riqueza de nossa biodiversidade está ameaçada!
Nossa floresta está sendo dizimada por um grande
esquema de exportação de madeira ilegal.
Vamos juntos mudar essa trágica realidade?

GREENPEACE
www.greenpeace.org.br