

ISSN 0101-8515



CIÊNCIA HOJE

CTGA 0712-1504



00030



9 295484 605008

ESTARIA TUDO ESCRITO NOS GENES?

PINGUINS & CIA.

*As aves
do gelo do Sul*

LA RECHERCHE

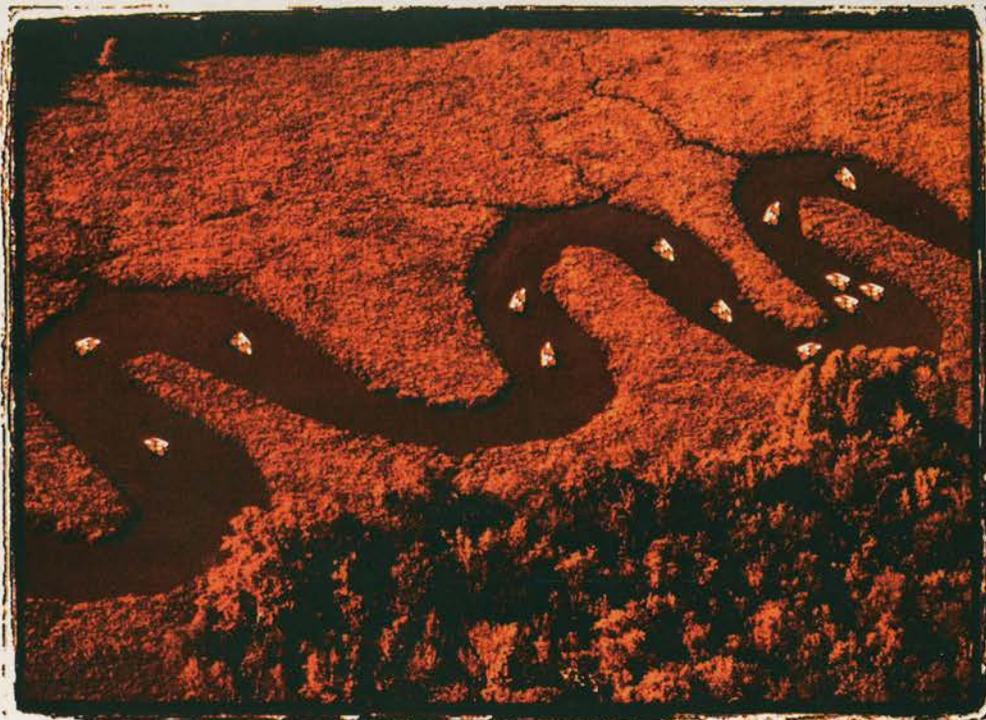
*Origem das espécies:
novidades*

DOENÇA DO BANZO

*A fome bem
além da saudade*

DARCY RIBEIRO: A OBSESSÃO DE CONSTRUIR SONHOS





[eles]



[nós]

Dialdata Systems. O provedor de acesso internet mais confiável do país.

Dialdata é o provedor de acessos, informações e serviços on-line mais dinâmico do Brasil, e que pode ser acessado de qualquer lugar do mundo, graças ao sistema ipass. Só na Dialdata você pode fazer negócios on-line com total segurança, no primeiro site seguro do país. Conheça nossas soluções para a conexão de sua rede com a internet. Dialdata: o melhor lugar para colocar a home page da sua empresa.



Dialdata Systems
R. Bandeira Paulista, 716 - 1º andar
Tél.: 829-4731 Fax: 822-4588
marketing@dialdata.com.br
<http://www.dialdata.com.br>

A CLONAGEM E O PROGRESSO DA CIÊNCIA

Terá sido a “bomba atômica” da biologia a notícia da clonagem de uma ovelha por cientistas britânicos? A julgar pelo destaque que a novidade recebeu nos meios de comunicação, ocupando espaços, manchetes, noticiários e mesas-redondas de TV, parece que sim. No entanto, depois do muito que se falou, noticiou e discutiu, verifica-se que há diferenças significativas entre a explosão atômica e a clonagem de um mamífero. Primeiro, a bomba atômica explodiu com surpresa geral, e compreende-se que o segredo era, naquele caso, a “alma do negócio”. Enquanto isso, os progressos da biologia, especialmente nas áreas de biologia molecular e genética, vêm sendo noticiados de imediato pela imprensa leiga. Depois, e em função mesmo desta característica, as possíveis conseqüências de cada passo adiante puderam ser estimadas ou avaliadas, tanto para o bem quanto para o mal. Medidas acauteladoras foram então projetadas e aplicadas.

Tem sido assim desde o raiar da biotecnologia (mais conhecida então como engenharia genética), com as experiências de clonagem de genes de variados organismos superiores em bactérias, por meio das técnicas de ADN recombinante. Regras de controle foram estabelecidas para a execução de experimentos, o que incluía as espécies de organismos manipuláveis, as condições físicas de execução das pesquisas, as responsabilidades dos experimentadores. Aliás, assim se fez porque assim não se fizera (independente das razões), no caso da energia nuclear.

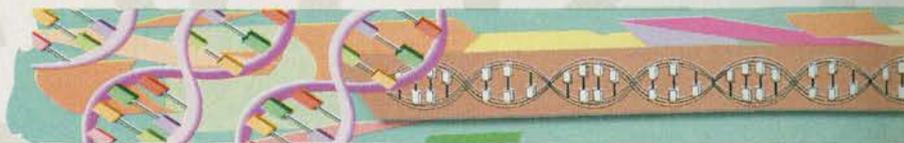
Agora, com a ovelha Dolly, temos um resultado que, apesar de não surpreendente, causa grande comoção. As principais reações, provenientes de variados setores da sociedade, estão centradas nos aspectos éticos (até que ponto seria tolerável a execução e extensão da clonagem a outros seres, e com que intenções) e religiosos (o homem estaria pretendendo fazer o papel de Deus). Essas perspectivas foram bem dissecadas por pessoas credenciadas em suas respectivas especialidades e não caberia esmiuçá-las ainda uma vez aqui. No entanto, mais do que nunca parece indispensável a criação de um sistema de absoluta transparência, sob rígido controle social especializado, a fim de evitar, de um lado, proibições taxativas e irrealistas, e de outro, abusos, deturpações e o uso destrutivo do conhecimento.

Existem, contudo, alguns outros aspectos relevantes, que resultam do enfoque sob o viés científico, e que podem auxiliar no debate. Já em outras ocasiões o avanço científico tem suscitado resistência da parte de setores diferenciados da sociedade. Lembremos os protestos contra a vacinação, as transfusões sanguíneas, os transplantes de órgãos. Em geral, há um denominador comum naquelas reações: a falta da percepção de que, em cada

caso, as grandes experiências derivam do conhecimento científico em uma ou mais disciplinas, acumulado a pouco e pouco. Ajustam-se os lados, pró e contra, encontra-se uma fórmula de adaptação e a ciência segue seu curso, até que nova crise irrompa mais adiante. Importa assinalar que as experiências responsáveis pela eclosão do conflito não são fruto exclusivo da mente de algum pesquisador bem ou mal inspirado, mas refletem um estágio na ampliação permanente do conhecimento da natureza. De certa forma, portanto, elas podem ser encaradas como inevitáveis, em termos de conseqüência lógica dos trabalhos anteriores. Por assim dizer, elas se impunham. Cabe agora a advertência quanto à necessidade da regulação de sua aplicabilidade.

No caso presente da clonagem a partir de uma célula somática de adulto há uma objeção quanto à sua generalização, ainda de ordem científica. Trata-se do impacto sobre um dos fatores mais importantes em jogo na evolução dos seres vivos (incluindo, é claro, o homem), qual seja o da diversidade genética. É a biodiversidade que possibilita o surgimento de novas espécies e o contínuo melhoramento e adaptação das espécies existentes às variações do meio ambiente. Levada ao paroxismo, a clonagem de indivíduos e populações causaria sua crescente vulnerabilidade diante do processo de seleção natural. É o caso, por exemplo, das monoculturas agrícolas, que podem ser liquidadas pela incidência de um único fator nocivo, como uma praga. O progresso da ciência, que em última análise deve promover o bem-estar da humanidade, não pode se destinar ao seu aniquilamento.

Finalmente, é oportuno lembrar que a noção de clone se refere ao patrimônio genético. A clonagem não resulta em indivíduos idênticos em todas as suas características. Basta citar os estudos sobre gêmeos idênticos, monozigóticos (“clones” naturais), para lembrar que as semelhanças físicas não implicam identidade de traços como os de personalidade, comportamento, reações ao meio e tantos outros. Vale dizer que um clone de Einstein não viria a ser necessariamente outro gênio tão criador quanto ele. Em suma, cada indivíduo é a resultante da interação entre seu patrimônio genético e o meio ambiente onde se desenvolve. Neste particular, é bem provável que a clonagem leve os próprios cientistas a uma série de indagações que poderão produzir novas compreensões da biologia do desenvolvimento. E assim seguirá a ciência, ela mesmo se adaptando às exigências sociais da época, mas mantendo um saldo expressivo de benefícios, quando comparada com as outras atividades do ser humano.



EDITORIAL

CARTAS

UM MUNDO DE CIÊNCIA

O rompimento das plataformas de gelo da Antártida, formando *icebergs* gigantes, atrai a atenção dos cientistas e gera uma série de especulações.

Por Jefferson Cardia Simões.



RESENHA

João Pitombeira de Carvalho comenta acertos e enganos do livro *Introdução à história da matemática*, de Howard Ewes, e Reinaldo Guimarães elogia a ousadia e o rigor de *O perfil da ciência brasileira*, publicado por Leopoldo de Meis e Jacqueline Leta.

CRÔNICA

Ferreira Gullar rediscute a idéia de fazer poesia segundo fórmulas matemáticas, motivo de seu rompimento, há 40 anos, com o movimento concretista.

1 : TOME CIÊNCIA 14

Uma escada para peixes construída no rio Paraopeba (MG) ajuda a manter a diversidade de espécies. Por Carlos Bernardo Mascarelhas Alves e Volney Vono.

4 : OPINIÃO 18

Estaria tudo escrito nos genes? O renomado bioquímico Steven Rose desmonta, peça por peça, o determinismo neurogenético, baseado na crença – difundida até mesmo em grande parte da comunidade científica – de que os genes determinam todo o comportamento humano.

6 : O LEITOR PERGUNTA 28

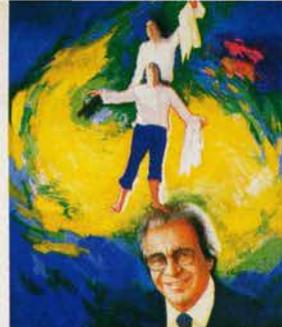
Reciclar lixo é viável? Talvez não, se visto apenas o lado econômico da questão, mas é preciso pensar nos aspectos ambientais e sociais.

10 : ENTREVISTA 30

Herman Hofte revela como o mapeamento genético de uma pequena erva daninha pode ajudar a ciência a compreender melhor todo o mundo vegetal.

13



**As aves dos gelos do sul**

Edison Barbieri, Vicente Gomes, Phan Van Ngan e Maria José A.C.R. Passos

Além dos pingüins, muitas outras aves passam parte de sua vida, incluindo a época da reprodução, nas regiões antárticas: quais são essas espécies e o que as leva a enfrentar o frio intenso e até expor seus frágeis filhotes a ele?

Banzo: desnutrição e morte do escravo

Renato Pinto Venâncio e Maria Célia da S. Lanna

A história registra que um dos males dos escravos, no Brasil dos tempos coloniais, era a chamada 'doença da saudade', tida como distúrbio psíquico. No entanto, novas pesquisas sobre os sintomas do banzo sugerem que este tinha outra origem: a fome.

**RECHERCHE CIÊNCIAHOJE****Origem das espécies: o que há de novo?**

François Taddei, Ivan Matic e Miroslav Radman

A descoberta, em bactérias, da existência de dois sistemas de reparação de falhas na duplicação do código genético, durante a reprodução, joga novas luzes sobre a adaptação dos seres vivos a ambientes hostis, reativando os debates sobre a origem das espécies.

DOCUMENTO

O ideário de Darcy Ribeiro, falecido em fevereiro deste ano, continua presente na obra que ele construiu, como etnólogo e como educador. Por Roque de Barros Laraia e Wanderley de Souza.

34 : CIÊNCIA EM DIA

- Vulcão fóssil localizado no interior de São Paulo conta uma parte da história da separação da África e das Américas.
- Saber como alguns animais sobrevivem sem oxigênio nos tecidos pode ajudar a medicina a aperfeiçoar os transplantes.

65**TECHNOLOGIA**

- Novo processo de produção pode amaciar a fibra do rami e fazer com que tome o lugar do algodão na indústria têxtil.
- Um novo tipo de remédio 'inteligente' é um dos resultados promissores das pesquisas no campo da engenharia química.

68**PONTO DE VISTA**

José Martins Filho condena a idéia de destinar algumas universidades brasileiras à pesquisa e deixar outras voltadas apenas para o ensino.

74

Publicada mensalmente sob a responsabilidade da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.

Secretaria: Av. Venceslau Brás, 71, fundos, casa 27, Rio de Janeiro, CEP 22290-140. Tel.: (021) 295-4846. Fax: (021) 541-5342.

Editores: Ennio Candotti (Departamento de Física do CCE/UFES), Ronald Cintra Shellard (Departamento de Física/PUC-RJ e CBPF), Luiz Drude de Lacerda (Instituto de Química/UFRJ), Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRJ), Vivaldo Moura Neto (Instituto de Biofísica/UFRJ).

Conselho Editorial: Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq), Alzira de Abreu (Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil/FGV), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), Carlos Morel (Fundação Oswaldo Cruz/RJ), Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica/UFRJ), Otávio Velho (Museu Nacional/UFRJ), Reinaldo Guimarães (Instituto de Medicina Social/UERJ), Sonia de Campos Dietrich (Instituto de Botânica/SP).

Diretor: José Monserrat Filho.

Coordenação Executiva: Cilene Vieira e Maria Elisa da Costa Santos (produção).

Redação: Secretaria de redação: Suely Spiguel, Maria Ignez Duque Estrada e Ricardo Menandro (edição de texto); Luisa Massarani (repórter); Micheline Nussenzveig (redatora de área internacional); Martha B. Neiva Moreira (redatora); Teresa Cristina S. Coelho (secretária).

Edição de Arte: Claudia Fleury (direção de arte), Carlos Henrique Viviane dos Santos (programação visual), Luiz Baltar (computação gráfica), Irani Fuentes de Araújo (secretária).

Info-CH (Departamento de Informática e Multimídia): Marcelo Quintelas Lopes (DocMaster CH on-line/SysOp CH-BBS), Rodolfo Patrocínio dos Santos (auxiliar técnico). CH-BBS: (021) 295-6198. CH on-line: <http://www.ciencia.org.br>

Administração: Lindalva L. Gurfield (gerente), Luiz Tito de Santana, Pedro Paulo de Souza, Ailton Borges da Silva, Marly Onorato, Cathia Maria A. Leiras, Luiz Claudio de O. Tito, Neuza L. de S. Soares, Flávia Verônica de Souza.

Assinatura e Circulação: Adalgisa M. S. Bahri (gerente), Maria Lúcia G. Pereira (assistente), Francisco Rodrigues Neto, Luciene de S. Azevedo, Márcio de Souza, Delson Freitas, Eliomar G. Santana, Sérgio L. P. Pessoa, Márcia Cristina G. da Silva.

Colaboraram neste número: Elisa Sankuevitz e M. Zilma Barbosa (revisão); Luiz Fernando P. Dias (análise de sistemas); Raquel Prado Teixeira (programação visual).

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração/UFRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas/USP), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica/UFRJ), Carolina Bori (Instituto de Psicologia/USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia/Unicamp), Dalmio Dallari (Faculdade de Direito/USP), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia/Unifesp), Fernando Gallembeck (Instituto de Química/Unicamp), Francisco Weffort (Faculdade de Filosofia/USP), Gilberto Velho (Museu Nacional/UFRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia/Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José Antônio Freitas Pacheco (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), José Goldenberg (Instituto de Física/USP), José Reis (SBPC), José Seixas Lourenço (Instituto de Geociências/UFPA), Luis de Castro Martins (Laboratório Nacional de Computação Científica/CNPq), H. Moyses Nussenzveig (Instituto de Física/UFRJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética/UFRJ), Oscar Sala (Instituto de Física/USP), Oswaldo Porchat Pereira (Departamento de Filosofia/USP), Otávio Elisio Alves de Brito (Instituto de Geociências/UFMG), Ricardo Ferreira (Departamento de Química Fundamental/UFPE), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica/UFPA), Warwick E. Kerr (Universidade Federal de Uberlândia/MG).

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado (coordenação científica), Roberto Barros de Carvalho (coordenação de jornalistas), Marise de Souza Muniz • CH-mg@icb.ufmg.br (Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), C. Postal 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, telefax: (031) 443-5346.

Sucursal Brasília: Maria Lucia Maciel (coordenação científica) Edifício Multi-uso I, Bloco C, térreo, sala CT65, Campus Universitário, UnB, C. Postal 04323, CEP 70910-900, Brasília, DF, telefax: (061) 273-4780.

Sucursal Recife: Luiz Antonio Marcuschi, Angela Weber - Av. Luís Freire s/nº, CCN, Área I, Cidade Universitária, CEP 50740-540, Recife, PE, telefax: (081) 453-2676.

Sucursal Salvador: Caio Mário Castro de Castilho (coordenação científica), tel.: (071) 247-2033, fax: (071) 235-5592. E-mail sbpc@ufba.br. Rudiger Ludemann (Projeto Nordeste), tel.: (071) 961-6024, telefax: (071) 379-5445. Marta Cury Maia (estagiária). Instituto de Física/UFBA, Campus da Federação, SSA, CEP 40210-340, Salvador/BA.

Sucursal São Paulo: Vera Rita Costa (coordenação). Coordenação científica: Celso Dal Ré Carneiro (Unicamp), Paulo Cesar Nogueira e Soraya Smalil (Unifesp). USP, Prédio da Antiga Reitoria, Av. Prof. Luciano Gualberto, 374, trav. J, 4º andar, salas 410/414, Cidade Universitária, CEP 05508-900, São Paulo, SP, telefax: (011) 818-4192/814-6656.

Correspondentes: Porto Alegre: Ludwig Backup (Departamento de Zoologia, UFRGS), Av. Paulo Gama, 40, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 228-1633, r. 3108. **Curitiba:** Glaci Zancan (Departamento de Bioquímica, Universidade Federal do Paraná, Campus Universitário Jardim das Américas), CEP 81530-900, Curitiba, PR, tel.: (041) 266-3633, r. 184. **Campina Grande:** Mário de Souza Araújo Filho (Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Paraíba), Rua Nilda de Queiroz Neves, 130, CEP 58108-670, Campina Grande, PB, tel.: (083) 321-0005.

Correspondente em Buenos Aires: Revista *Ciência Hoy*, Corrientes 2835, Cuervo A, 5º A, 1193, Capital Federal, tels.: (00541) 961-1824/962-1330.

Assinatura para o exterior (11 números): US\$ 100 (via aérea).

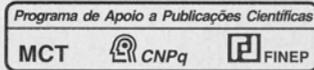
Assinatura para o Brasil (11 números): R\$ 64,50.

Fotolito: Open Publish Soluções Gráficas. **Impressão:** Gráfica J.B. SA. **Distribuição em bancas:** Fernando Chinaglia Distribuidora S.A. **ISSN 0101-8515.**

Colaboração: Para a publicação desta edição, *Ciência Hoje* contou com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Departamento Comercial: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, telefax: (011) 258-8963. Diretor Nacional de Comercialização: Ricardo Madeira. Contato de Publicidade/São Paulo: Marcos Martins. Supervisora de Operações Comerciais: Sandra Soares. Representante/Brasília: Deusa Ribeiro, tels.: (061) 577-3494/989-3478, fax: (061) 273-4780. Representante/NE: (Projeto Nordeste), telefax: (071) 379-5445 e tel.: (071) 961-6024. Representante/Rio Grande do Sul: Avremiro Zimmermann, telefax: (051) 221-4538/221-7611.

REVISTA FINANCIADA COM RECURSOS DO



A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência foi fundada em São Paulo, em 1948. É uma entidade civil sem fins lucrativos nem cor política e religiosa, voltada para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país.

Desde sua fundação organiza e promove reuniões anuais, com a participação de cerca de 70 sociedades e associações científicas das diversas áreas do conhecimento, onde professores e estudantes discutem seus programas de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são debatidos com participação franqueada ao público em geral. Através de suas secretarias regionais promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano. Mantém ainda quatro projetos nacionais de publicação: a revista *Ciência e Cultura* (1948-) e a revista *Ciência Hoje* (1982-), que se destinam a públicos diferenciados, o *Jornal da Ciência Hoje* (1986-) e a revista *Ciência Hoje das Crianças* (1986). Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência; basta ser apresentado por um sócio ou secretário-regional e preencher o formulário apropriado. A filiação efetiva-se após a aprovação da diretoria, e dá direito a receber o *Jornal da Ciência Hoje* e a obter um preço especial para as assinaturas das revistas.

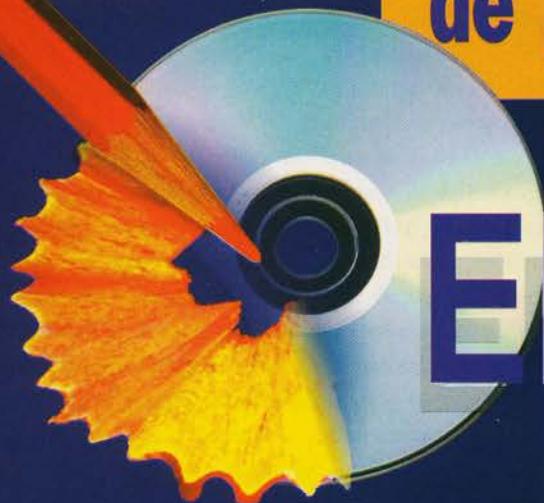
Sede Nacional: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, tel.: (011) 259-2766, fax: (011) 606-1002

Regionais: **AC** - Caixa Postal 36, Cep: 69908-970, Rio Branco - AC. Tel.: (068) 228-3051 (Karla Kristina Oliveira Martins). **MA** - Campus Universitário Bacanga/UFMA, Área de Convivência, Bl. 1 - Sl., Prédio do CEB (velho), Cep: 65080-040, São Luís - MA. Tel: (098) 217-8183. Fax: 217-8702 (Maria Marlúcia Ferreira Correia). **RO** - Rua Pe. Agostinho, casa 13 Qd. 20, Conj. Santo Antônio - C.P. 460, Cep: 78904-420, Porto Velho - RO. UFRo - Depto. de Educação Física, Campus Universitário

- BR 364, Km 9,5. Tel.: (069) 221-9408. Fax: (069) 216-8506 A/C Carmem (Célio José Borges). **AM** - Depto. Ciências Pesqueiras/Faculdades de Ciências Agrárias/Universidade do Amazonas. Cep: 69077-000, Manaus-AM (Vandick da Silva Batista). **BA** - Faculdade de Medicina/UFBA. Rua João Botas, s/n. Cep: 40110-160, Salvador-BA (Edgar Marcelino de Carvalho Filho). **CE** - Rua D. Jerônimo, 339/503/Otávio Bonfim. Cep: 60011-170, Fortaleza-CE (Ronald de Albuquerque Ribeiro). **PB** - Rua Nilda de Queiroz Neves, 130, Bela Vista. Cep: 58108-670, Campina Grande-PB. Rua Cardoso Vieira, 234. Cep: 58108-050, Campina Grande-PB. Tel: (083) 321-1877. Fax: (083) 321-5406 (Elizabeth Cristina de Araújo). **SE** - Av. Francisco Moreira, 650/103/Edifício Port Spain. Cep: 49020-120, Aracaju-SE. UFSE/Campus Universitário/Jardim Rosa Elze. Cep: 49000-000, Aracaju-SE. Tel.: (079) 241-2848, r. 335. Fax: 241-3995 (Antonio Ponciano Bezerra). **DF** - SQN 107, Bl. H - ap. 503, Asa Norte. Cep: 70743-080, Brasília-DF. Tel.: (061) 272-1663/274-0570 (Carlos Block Jr.). **MG** - R. Senhora das Graças, 188, Cruzeiro. Cep: 30310-130, Belo Horizonte-MG. Fundação Ezequiel Dias/Síntese Fármacos. R. Cde. Pereira Carneiro, 80. Cep: 30510-010, Belo Horizonte-MG. Tel.: (031) 371-2077, r. 280. Fax: (031) 3322534. (Maria Mercedes V. Guerra Amaral). **GO** - Praça Universitária, 1.166 - 3º andar, Setor Universitário. Cep: 74001-970, Goiânia-GO. Centro de Estudos Regionais da Universidade Federal de Goiás, C.P. 131. Goiânia-GO. Tel./Fax: (062) 202-1035. mals@pequi.ufg.br (Marco Antonio Sperber Leite). **MT** - Rua Antonio Maria, 444/Centro. Cep: 78020-820, Cuiabá-MT. Av. Fernando Corrêa da Costa/UFMT, CCBS II/Herbário Central, Cuiabá-MT. Tels.: (065) 315-8268/8351. Fax: (065) 361-1119 (Miramy Macedo). **ES** - Depto. Ciências Fisiológicas, Rua Marechal Campos, 1.468. Cep: 29040-090, Vitória-ES (Luiz Carlos Schenberg). **RJ** - CBPF - LAFEX, Rua Xavier Sigaud, 150. Cep: 22290-180, Rio de Janeiro-RJ. Tel: (021) 542-3837/295-4846. Fax: (021) 5412047/5412342. shellard@lafex.cbpf.br (Ronald Cintra Shellard). **SP (subárea I)** - Rua Arthur Azevedo, 761/124, Pinheiros.

Cep: 05404-011, São Paulo-SP. USP/Depto. de Biologia/ Instituto de Biociências C.P. 11461. Cep: 05499-970, São Paulo-SP. Tel.: (011) 818-7579/818-7683 (Luís Carlos Gomes Simões). **SP (subárea II)** - Depto. Ciência Tecnol. Agro-industrial/ESALQ, Av. Pádua Dias, 11.C. Postal 9. Cep: 13418-900, Piracicaba-SP. Tel.: (0194) 29-4150/29-4196/29-43213. Fax: (0194) 22-5925 (Luís Gonzaga do Prado Filho). **Botucatu (seccional)** - Depto. de Genética/Universidade Est. de São Paulo. Cep: 18618-000, Botucatu-SP. Tels: (014) 821-2121, r. 229/822-0461 (Dêrtia Villalba Freire-Maia). **SP (subárea III)** - Depto. de Tecnologia/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária/Unesp. Depto. de Tecnologia Rod. Carlos Tonani, Km 05. Cep: 14870-000, Jaboticabal-SP (Márcia Rossini Mutton). **MS** - DCT/CCET/UFMS/Cidade Universitária. Cep: 79009-900, Campo Grande-MS (Almir Joaquim de Souza). **PR** - Depto. de Genética/Setor Ciências Biológicas. Caixa Postal 19071. Cep: 81531-990, Curitiba - PR. Tel.: (041) 366-3144, r. 232. Fax: (041) 266-2942. (Euclides Fontoura da Silva Jr.). **Maringá (seccional)** - Depto. de Biologia Celular e Genética/UFMAringá. Av. Colombo, 3.690. Cep: 87020-900, Maringá-PR. Tel.: (044) 262-2727, r. 342. Fax: (044) 222-2654. (Paulo César de Freitas Mathias). **RS** - Hospital das Clínicas Porto Alegre/Unidade Genética Médica. Rua Ramiro Barcelos, 2.350. Cep: 90035-003, Porto Alegre-RS. Tels.: (051) 332-6131/332-6699, r. 2310. Fax: (051) 3329661/3328324. giugliani@dpx1.hcpa.ufrgs.br (Roberto Giugliani). **Santa Maria (seccional)** - Rua dos Andradas, 1.123/ap. 404, Centro. Cep: 97010-031, Santa Maria-RS (Ruy Jornada Krebs). **Pelotas (seccional)** - Av. General Barreto Vieira, 611. Cep: 91330-630, Porto Alegre-RS (Fernando Irajá Félix Carvalho). **Rio Grande (seccional)** - FURG/DECLA/Campus Carreiros. Cep: 96500-900, Rio Grande-RS. decsario@super.furg.br (0532) 301400, r. 131. Fax: (0532) 301194 (Sirio Lopez Velasco). **SC** - Depto. de Fitotécnica/CCA/UFSC. Caixa Postal 476. Cep: 88040-970, Florianópolis-SC. Tel.: (048) 234-2266/231-9357. Fax: (048) 234-2014 (Miguel Pedro Guerra).

**Coloque seu nome na lista
de presença do século 21**



EDUCAÇÃO

**alavancando a sociedade
rumo ao século 21**

EDUCAR '97

IV Feira Internacional de Educação

EDUCADOR'97

IV Congresso Internacional de Educação

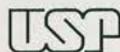
De 5 a 8 de Maio

Palácio das Convenções do Anhembi

São Paulo - Brasil

COORDENAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA DO CONGRESSO:

2ª
feira



3ª
feira



4ª
feira



5ª
feira



PATROCÍNIO:

Banco Real

ORGANIZAÇÃO:

PROMOFAIR
EVENTOS

INFORMAÇÕES:

Tel. (013) 289.6001
E-MAIL: promofair@cepa.com.br
HOME PAGE: <http://www.promofair.com.br>

Por que o gelo antártico está se rompendo?

A rápida e dramática desintegração de parte do gelo da Antártida, ocorrida entre janeiro e março de 1995, levou à perda de 4.200 km² da plataforma de gelo Larsen, conhecida como PGL. Essa extensão equivale, por exemplo, a pouco mais de 10 vezes a Baía da Guanabara, que tem 412 km². O fato é relatado na revista *Science* por Helmut Rott e Thomas Nagler, da Universidade de Innsbruck (Áustria), e por Pedro Skvarca, do Instituto Antártico Argentino.

A plataforma PGL é um imenso bloco de gelo que flutua sobre o mar, ligado à parte leste da Península Antártica (figura 1), estendendo-se entre as latitudes 64° Sul e 74° Sul. O extenso rompimento ocorreu cerca de 300 km ao sul da Estação Brasileira Comandante Ferraz e, apesar de indicar mudanças ambientais na região, não deve ser tomado como indício de que o nível do mar vai aumentar em futuro próximo.

O continente antártico é

coberto, em 99,7% dos seus 13,9 milhões de km² (o Brasil tem 8,5 milhões de km²), por um manto de gelo que alcança até 4.776 m de espessura. Esse manto resulta da constante precipitação de neve, ao longo de milhares de anos. A pressão das camadas sobrepostas transforma essa neve em gelo, processo chamado pelos glaciologistas de 'metamorfismo'. O gelo flui lentamente do interior do continente em direção à costa, onde pode flutuar sobre o oceano. Parte do gelo antártico (em torno de 11%) está flutuando, formando as plataformas de gelo, que ocupam 45% da costa do continente.

Duas dessas plataformas, denominadas Ross e Filchner-Ronne, ultrapassam 500 mil km² – cada uma dessas massas de gelo, portanto, é quase do tamanho do Estado da Bahia! – e têm espessura entre 200 m e 1 km.

A maioria do gelo antártico é descarregado na frente dessas plataformas na forma de *icebergs* – blocos de gelo que desprendem-se e afastam-se do continente, 'empurrados' por correntes marinhas. O gelo também derrete no fundo dessas plataformas, mas esse processo é considerado menos importante para a perda do gelo antártico para o oceano. As plataformas de gelo são, portanto, a continuidade do gelo que cobre a área continental da Antártida, não devendo ser confundidas com o gelo marinho, formado pelo congelamento da água do mar. As plataformas normalmente apresentam pequenas variações em sua área e na posição de sua frente, ao longo de décadas ou mesmo séculos. Já o gelo marinho exibe grande variação sazonal, oscilando de 3 a 20 milhões de km² entre o verão e o inverno antártico.

A velocidade do processo

Rott, Nagler e Skvarca constataram, através da análise de uma seqüência de imagens

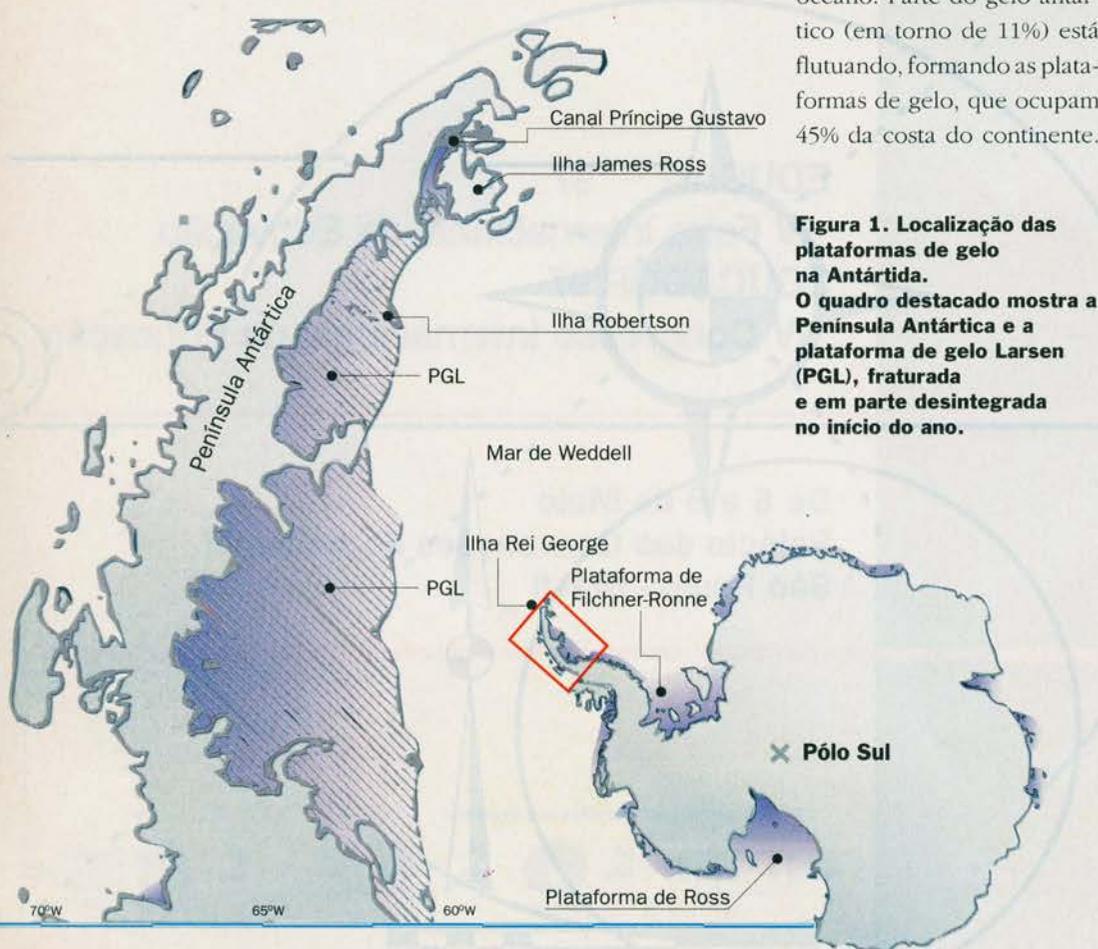


Figura 1. Localização das plataformas de gelo na Antártida. O quadro destacado mostra a Península Antártica e a plataforma de gelo Larsen (PGL), fraturada e em parte desintegrada no início do ano.



Figura 2. Parte norte da Península Antártica, acima da Península Jason, em imagem obtida pelo satélite NOAA 14, em 22 de março. Estão indicados a ilha Rei George, onde fica a Estação Comandante Ferraz (1); a ilha James Ross (2); o canal Príncipe Gustavo (3); a península Sobral (4); a ilha Robertson (5); a Península Jason (6); e o iceberg gigante (7), de 1.720 km². A plataforma de gelo Larsen (PGL) está dividida nas três áreas citadas no texto: a área A compreende o canal Príncipe Gustavo, entre a ilha James Ross e a Península Antártica; a área B inclui a plataforma de gelo entre a Península Sobral e a ilha Robertson; e a área C, de onde despreendeu-se o iceberg gigante, representa a parte maior da PGL, entre a ilha Robertson e a Península Jason.

de radar do satélite ERS-1 (da Agência Espacial Européia) e de trabalhos glaciológicos no local, o fraturamento e a desintegração da parte norte da PGL. Evidências da lenta retração, de formação de poças (decorrente do derretimento da neve superficial) e de fraturamento da PGL e de outras plataformas ligadas à Península Antártica foram observadas a partir de 1940. O surpreendente no fenômeno foram a velocidade do processo e a área abrangida pelo colapso da PGL, modificando a costa antártica em poucas semanas. A desintegração, em

três áreas na parte nordeste da Península Antártica, começou em torno do dia 20 de janeiro de 1995 e no dia 22 de março todo o gelo já estava fragmentado e avançando, em forma de icebergs, no mar de Weddell.

A transformação mais importante, identificada na imagem do satélite NOAA 14 (figura 2), foi a desintegração da maior parte da plataforma existente entre a Península Sobral e a ilha Robertson (área B). Isso ocorreu entre 25 de janeiro e 22 de março, quando a frente dessa plataforma recuou cerca de 33 km, redu-

zindo sua área em 1.500 km². Em dois meses, essa parte da PGL fragmentou-se em centenas de pedaços – de alguns metros a 300 m – e ao final de março só restavam 320 km² da área original. A base argentina Matienzo, situada antes dos eventos em uma ilha cercada pela PGL, a cerca de 30 km da costa, está agora praticamente ao lado do mar.

Mais ao sul (área C), entre os dias 25 e 30 de janeiro de 1995, um iceberg gigante de 1.720 km² separou-se da PGL, junto com vários pedaços menores de gelo que totalizavam mais 550 km². Quando a imprensa anunciou, em fevereiro, a formação desse iceberg (com quase três vezes o tamanho da Baía de Guanabara), o fenômeno foi apresentado como raro e como sinal de mudança ambiental. É importante, porém, salientar que icebergs gigantes formam-se, na Antártida, em intervalos de anos ou décadas. O maior já detectado, em 1986, media 210 km de comprimento e 90 km de largura. A formação de icebergs é a maneira do manto de gelo antártico perder massa para os oceanos e manter seu volume. O imenso iceberg detectado em janeiro de 1995 não tem, por si mesmo, a importância científica a ele atribuída pela imprensa, mas sua separação chamou a atenção dos glaciologistas por ter ocorrido simultaneamente com a desintegração do gelo mais ao norte, o que poderia indicar um período de retração geral do gelo na periferia antártica.

Finalmente, na parte mais ao norte da PGL, o gelo remanescente no canal Príncipe Gustavo (área A), entre a ilha James Ross e a Península Antártica, foi totalmente destruído. Outros 700 km² foram perdidos para o oceano em algumas semanas e a ilha James Ross foi circunavegada pela primeira vez na história.

É evidente que a desintegração da plataforma, com formação de icebergs, não contribuiu para o aumento do nível do mar, pois estes já estavam flutuando (de acordo com o princípio de Arquimedes) e representam muito pouco em relação ao volume total de água dos oceanos. A importância ambiental destas mudanças na geografia antártica, no entanto, não é de fácil interpretação.

Aumento de temperatura

O comportamento dos mantos de gelo e das geleiras – o avanço e recuo de suas frentes e as variações em volume – resulta de fatores tais como variações na temperatura atmosférica, acumulação de neve ao longo do ano, derretimento superficial no verão e condições termais no interior da geleira. Mas a resposta a tais variações apresenta diferentes tempos de retardo: algumas vezes demora alguns anos, em outras pode ser medido em séculos. No entanto, os registros climáticos para o norte da Península Antártica indicam um aumento da temperatura atmosférica média desde os anos 50 e, mais importante, o aumento

da temperatura média de verão. Nos últimos anos, o verão na parte norte da Península Antártica apresentou temperaturas acima de zero – em 1994-1995, por exemplo, a temperatura média de verão chegou a 0,6°C nessa região.

Rott, Nagler e Skvarca admitem que o derretimento superficial resultante desse aumento de temperatura acelerou o fraturamento da PGL, tornando-a instável a partir do momento em que se soltou de pontos de apoio (rochedos ou sedimentos submersos). Aquecimento regional parece ser a causa básica para a destruição de plata-

formas de gelo na Península Antártica. É relevante acrescentar que outros estudos realizados nessa área geográfica, inclusive pelo Programa Antártico Brasileiro, no arquipélago das Shetlands do Sul, ao largo da península, apontam para um recuo generalizado das massas de gelo.

A interpretação desse aumento de temperatura é mais complexa: pode ser sinal de mudança climática ou apenas oscilação, dentro de um ciclo maior. Seria precipitado, portanto, atribuir a destruição do gelo da PGL ao aumento do chamado efeito estufa. Por outro lado, os melhores mo-

delos da dinâmica do gelo antártico apontam o derretimento das plataformas da periferia do continente como o primeiro sinal do aumento da temperatura atmosférica global. Mas esses mesmos modelos prevêem o aumento do volume do gelo no interior da Antártida. Tal fenômeno, à primeira vista estranho, deve ocorrer em função do aumento da evaporação ao redor do continente, que resultará em maior precipitação em seu interior, demonstrando a complexidade da resposta do sistema ambiental a modificações em parâmetros climáticos. A confirmação, no en-

tanto, só virá com a comparação do levantamento de toda a topografia antártica feito nos últimos anos por instrumentos do satélite ERS-1 com outro levantamento similar, previsto para os próximos cinco ou 10 anos.

**Science*, v. 271, pp. 788-792 (1996).

Jefferson Cardia Simões

Laboratório de Pesquisas Antárticas e Glaciológicas, Departamento de Geografia, UFRGS.

N O T A S



Ondas cerebrais revelam ciclo de enxaquecas

A afirmação de que enxaquecas espontâneas (aquelas não provocadas por vinho tinto,

queijo forte, chocolate ou mudanças hormonais) são cíclicas e podem ser previstas e evitadas representa uma esperança para os que sofrem desse mal. A experiência foi descrita pelo grupo de Stefan Evers, da Universidade de Munster (Alemanha). Os cientistas compararam as ondas cerebrais de 11 indivíduos sujeitos a enxaqueca com as de pessoas que não sofrem desse problema.

Os dois grupos foram monitorados de três em três dias, durante vários meses, de modo que cada paciente tivesse ao menos duas crises de enxaqueca. Os voluntários, cujas ondas cerebrais eram registradas por um sistema de eletroencefalografia, deviam

olhar para 200 pequenos pontos de luz que piscavam sucessivamente. A maioria das luzes era branca, apenas 15% vermelhas e estas, quando percebidas, deviam ser registradas através do toque em um botão. Evers e seus colegas estavam interessados no comportamento das ondas cerebrais que acompanham as reações às luzes vermelhas dos voluntários que sofrem de enxaqueca.

Em uma segunda rodada de testes, as reações tenderam a ocorrer em intervalos mais curtos até uma nova crise. Esse ciclo se repete numa escala de tempo que varia de paciente para paciente, podendo ser de 10 a 40 dias. Com a possibilidade de

determinar a duração do ciclo, Evers concluiu que as crises de enxaqueca poderão ser previstas e assim evitadas.

New Scientist, 28/09/96.



Infecção impede invasão da malária

Numa ilha do arquipélago de Vanuatu, no oceano Pacífico,

verificou-se que as crianças não morrem de malária apesar de repetidamente infectadas pelo parasita *Plasmodium falciparum*.

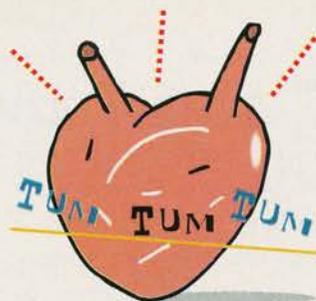
Durante dois anos e meio, Kathryn Maitland e seus colegas do Instituto de Medicina Molecular da Universidade de Oxford (Inglaterra) examinaram 1.700 crianças da ilha que sofreram ataques de malária sem conseqüências fatais.

Os pesquisadores observaram que, na ilha, a malária em crianças de menos de dois anos era mais suave e causada por outra espécie do parasita, *Plasmodium vivax*. Já as mais velhas apresentavam infecções com predominância de *P. falciparum*, mas sem invasão do parasita no organismo – essa invasão pode causar coma e eventualmente a morte do indivíduo infectado.

Maitland e seu grupo acreditam que a espécie *P. vivax* estimule uma resposta imune contra *P. falciparum*, contradizendo opinião de outros especialistas de que a imunidade contra um tipo de parasita não protege contra outro. Uma explicação possível seria de que, em uma ilha isolada, *P. falciparum* teria evoluído para uma forma menos virulenta.

Os pesquisadores pretendem continuar seu trabalho examinando crianças expostas somente ao *P. vivax* e verificando se o sistema imunológico delas responde a proteínas da outra espécie, *P. falciparum*.

New Scientist, 21/09/96.



Alternativa para transplante de coração

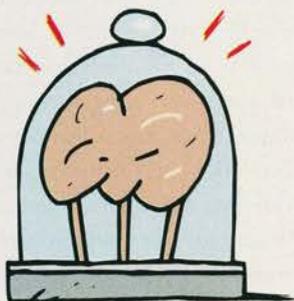
O cirurgião Shungi Sano, da Universidade de Okayama (Japão), operou um rapaz de 27 anos que sofria de displasia ventricular direita, doença que destrói os músculos dessa parte do coração. No Ocidente, um paciente nesse estado teria que ser submetido a um transplante, mas no Japão os transplantes são impraticáveis, pois a morte só é estabelecida quando o coração pára de bater.

A cirurgia consiste na remoção do ventrículo e do aurículo direito. As duas veias que entram no aurículo são ligadas a veias artificiais que, conectadas a veias pulmonárias, penetram no aurículo esquerdo. Com auxílio de um marcapasso, a parte esquerda do coração continua a funcionar normalmente. Os autores da operação do rapaz não esperam complicações futuras. O novo processo tem vantagens sobre o transplante convencional, já que os corações doados apresentam, em geral, certo entupimento das artérias coronárias. Além disso, os pacientes sempre dependem de drogas para prevenir a rejeição do órgão. Apesar de certas limitações, a nova técnica não provoca problemas sérios no paciente.

New Scientist, 28/09/96.

Armazenar órgãos torna-se possível

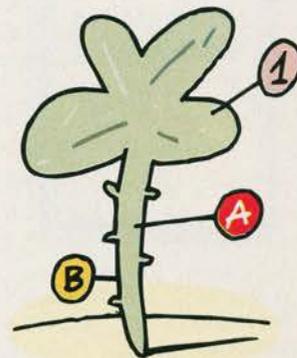
Um fluido crioprotetor que permite armazenar órgãos de ratos a temperaturas extremamente baixas finalmente foi sintetizado por um grupo de cientistas liderados por Michelle Visser, da Universidade de Pretória (África do Sul). Parcialmente financiada por um laboratório particular norte-americano, a pesquisa é um passo significativo para os ensaios em seres humanos. O 'crioprotetor' é um líquido sem toxicidade, que não rompe as células quando congela, além de exercer uma pressão osmótica muito pequena nas membranas celulares.



A experiência foi realizada com corações de ratos imersos no crioprotetor e congelados em nitrogênio líquido a uma temperatura de -196°C . Durante o degelo, os corações recomeçaram a bater normalmente e não apresentaram nenhum dano celular quando observados através de microscopia eletrônica. Visser e seu grupo também estão trabalhando com outros órgãos de ratos, como fígado e rins. Até cérebros sobreviveram ao congelamento, mas ainda não se sabe como irão

funcionar. A grande esperança é de que a criogenia possa preservar órgãos de doadores até ser encontrado o paciente compatível. Atualmente, nos EUA, há mais de 50 mil pessoas esperando transplantes, na maioria de rins.

New Scientist, 28/09/96.



Adubo natural, substância preciosa

O cientista Dennis Pitt, da Universidade de Exeter (Inglaterra), com a colaboração da Ecological Science – empresa que prepara adubo a partir de plantas e rejeitos ainda verdes –, pesquisou um adubo natural formado com restos de plantas e folhas e concluiu que esse composto pode eliminar doenças das plantas e, com isso, facilitar o cultivo. A utilização desse fertilizante no campo revelou-se muito positiva. Fazendeiros declararam que, além de favorecer o crescimento das plantas, o adubo também eliminava doenças. Pitt acredita que alguns microrganismos no composto exterminam bactérias e fungos indesejáveis, enquanto outros buscam nutrientes ou fabricam antibióticos.

New Scientist, 21/09/96.

A história e a prática



Cresce a percepção da importância da história da matemática para o ensino. O estudo dos problemas que os matemáticos enfrentaram para compreender certas noções serve para tornar os professores mais conscientes das dificuldades de seus alunos. Além disso, a história da matemática é útil para motivar o aprendizado dessa matéria, mostrando que ela não nasceu pronta, perfeita, mas que cresceu e cresce aos poucos, respondendo a necessidades e desafios da sociedade em que está inserida, de outros ramos do conhecimento, ou da própria matemática.

As licenciaturas em matemática no Brasil já incluem, seguindo tendência mundial, disciplinas obrigatórias sobre história da matemática em seus currículos. Em função

da falta de especialistas na área, quase todos os cursos sobre o assunto são dados por matemáticos que usam um ou mais textos no preparo de suas aulas. Assim, é importante que sejam publicados bons livros de história da matemática em português.

Desta maneira, é extremamente bem-vinda a tradução, pela Unicamp, do livro de Howard Eves. Esta edição apresenta dois aspectos importantes. Em primeiro lugar, seguindo as tendências mais recentes, contextualiza a matemática na história: o livro contém 10 ensaios históricos, os quais são extremamente importantes para a formação geral dos universitários, levando-se em conta a pequena bagagem histórico-cultural com que a maioria dos alunos chega à universidade.

Em segundo lugar, o que torna a obra particularmente apropriada para utilização em um curso de licenciatura ou bacharelado em matemática ou de formação continuada para professores, é que permite ao professor do curso exigir a participação ativa do aluno, propondo exercícios ricos e variados.

O autor estrutura seu livro em duas partes, a primeira cobrindo até o século XVI, e a segunda a partir do século XVII, quando se origina a matemática moderna, assina-

lada pelo rompimento com os modelos gregos geométricos, exemplificados por Euclides nos Elementos. O tratamento é cronológico, e não temático, com justaposições inevitáveis entre os diversos capítulos. A única exceção ao tratamento cronológico é o Capítulo XV, que trata de alguns grandes temas da matemática contemporânea (deficiências lógicas dos Elementos de Euclides; axiomática; evolução de alguns conceitos básicos; números transfinitos; topologia; lógica matemática; antinomias da teoria dos conjuntos; filosofias da matemática; computadores; a matemática moderna e o grupo Bourbaki; a árvore da matemática). Entre tais assuntos, a apresentação sobre computação está obviamente desatualizada.

Outra tendência recente em história da matemática é tentar fugir ao eurocentrismo dos livros tradicionais. Eves apresenta um tratamento das versões não-européias da matemática (China, Japão, Índia, América pré-colombiana). No entanto, como se trata de uma história geral, o grosso do livro concentra-se na linhagem européia da matemática, a partir dos gregos, cobrindo os desenvolvimentos até o século XX. Como sempre acontece em compêndios deste tipo, com a explosão dos conhecimentos matemáticos a partir do século XIX e também por seu caráter cada vez mais técnico, a abordagem da matemática é mais esquemática e incompleta à medida que nos apro-

ximamos dos dias de hoje.

Quanto ao conteúdo propriamente dito, o texto apresenta alguns problemas específicos, que mostram sua idade, mas que não desmerecem sua qualidade global. É importante frisar que se trata de um bom livro, muito útil para estudo individual ou em um curso.

Um problema, por exemplo, é o tratamento das tradições antigas e não-ocidentais que se ressentem de não levar em conta resultados de pesquisa mais recentes, como os de Jens Hoyrup sobre a matemática babilônica, de C.S. Roero sobre a matemática egípcia, de M.P. Closs sobre a matemática dos maias.

O tratamento dado à tradição geométrica grega, em particular aos Elementos de Euclides, não leva em conta a Introdução Geral, de Maurice Caveing, da recente tradução dos elementos de Euclides por Bernard Vitrac. Alexander Jones, por seu lado enfatiza a importância da resolução de problemas para o desenvolvimento da matemática grega. Se isso não é feito, a introdução dos três problemas clássicos gregos, a duplicação do cubo, a quadratura do círculo e a triseção do ângulo parece artificial. A afirmação do autor, na seção 4-2, de que "é bastante curioso que essa geometria superior tenha se originado nas tentativas seguidas de resolver os três agora famosos problemas de construção" é enganosa. Seria equivalente dizer que foi curiosa a aparição do conceito de grupo

de permutações no estudo de soluções de equações, ou do cálculo das variações a partir de problemas de máximos e mínimos (por exemplo, o da braquistócrona).

Estranhamente, ao discutir os Elementos de Euclides, o autor não usa, no texto, e nem menciona, na bibliografia, as pesquisas de Ian Mueller sobre a estrutura dos Elementos e a filosofia da matemática neles presente.

Eves não consegue libertar-se totalmente do viés de considerar os árabes como simples transmissores da matemática entre os que a realmente construíram: os antigos gregos e os europeus ocidentais, a partir do Renascimento. Embora seu livro já represente um grande progresso em relação às histórias tradicionais da matemática, não consegue transmitir a visão mais "interna" da matemática muçulmana que se encontra, por exemplo, em R. Rashed. A parte sobre a matemática chinesa não leva em conta as contribuições de J.C. Martzloff.

Ao tratar da matemática na Idade Média ocidental, o autor não menciona a introdução, por Oresme, no século XIV, de gráficos de coordenadas, em relação com a discussão do movimento uniforme e uniformemente acelerado. Aliás, o tratamento da noção de função é extremamente deficiente. Este conceito é mencionado em três contextos: da necessidade, que sentiram os estudiosos, de fazer repousar a matemática sobre uma base

sólida (p. 462); da generalização da noção de função feita por Jacobi (p. 537), e, por último, da evolução de alguns conceitos básicos (pp. 660 e 661). Levando em conta a afirmação do autor de que o conceito de função é central em matemática, fica incompreensível a pouca ênfase dada a ele.

Um curso básico de história da matemática para não-especialistas deveria basear-se em um tripé, cujas pernas são um compêndio básico, a presença de exercícios para os estudantes e a leitura de textos originais. O livro de Eves resolve os dois primeiros problemas; fica a cargo do professor a tarefa de selecionar textos em antologias em língua estrangeira e de traduzi-los para o português.

A tradução é bem cuidada, e reproduz fielmente as ilustrações do original, sem perda de qualidade.

O livro contém um quadro com o desenvolvimento da matemática em várias culturas, uma tabela cronológica, respostas e sugestões para os exercícios, bibliografia ao fim de cada capítulo, bibliografia geral, ao final da obra, e um índice remissivo bem completo. Cada capítulo, após os exercícios, inclui uma lista de temas que podem servir para trabalhos de investigação independente, por parte do leitor, ou como trabalhos dados pelo professor.

João Pitombeira de Carvalho
Departamento de Matemática,
Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro.

Uma defesa bem fundamentada



O perfil da ciência brasileira.
Leopoldo de Meis e Jacqueline Leta; Rio de Janeiro, Editora UFRJ, 1996.

Em '*O perfil da ciência brasileira*', Leopoldo de Meis, em associação com Jacqueline Leta, dá seqüência a sua tradicional linha de trabalho cienciométricos (ou cientométricos?).

Os autores analisam a presença de endereços brasileiros nos artigos publicados entre 1981 e 1993 nas mais de 7 mil revistas indexadas pelo Institute of Scientific Information (ISI). Mostram que essa presença é modesta quando comparada com as grandes potências científicas mundiais, porém que é crescente. Revelam ainda que o país tem uma posição de vanguarda no âmbito do Terceiro Mundo (ou, pelo menos, no âmbito latino-americano).

O perfil da produção segundo as áreas do conheci-

mento acompanha o perfil internacional, mais uma vez confirmando o caráter 'completo' do parque científico e tecnológico brasileiro. Da mesma forma, os dados demonstram de modo claro a extrema concentração regional e institucional da pesquisa científica do país.

As debilidades dos dados do ISI para a avaliação geral do panorama científico são conhecidas (e reconhecidas pelos autores). Quanto mais básica e acadêmica é a pesquisa, mais os dados do ISI aderem à realidade. Além disso, tudo indica haver padrões distintos de veiculação da produção científica segundo áreas e mesmo grandes áreas do conhecimento. Ciências exatas e da Terra e ciências biológicas publicam mais em revistas indexadas, de circulação internacional. Diferentemente, as ciências da saúde, agrárias e as engenharias possuem uma circulação mais local, tornando-se algo desfocado quando se analisa a produção a partir dessa fonte de dados. No que se refere às humanidades a situação ainda é mais complexa. Não somente sua circulação é marcadamente local, como a forma privilegiada de disseminação do conhecimento é o capítulo de livro, não alcançados pelos dados do ISI.

Essas considerações, no entanto, em nada comprometem o trabalho que apresenta, do começo ao fim, as marcas da ousadia, rigor intelectual e amor à ciência que costumam estar presentes nos trabalhos cientométricos de De Meis e seus colaboradores. Gostaria de destacar dois aspectos onde isto está particularmente presente.

Em primeiro lugar, naquele que me parece ser o capítulo mais instigante da obra, intitulado "A centralização do

saber e os desafios do próximo milênio". Aí, os autores exploram os principais dilemas pelos quais poderá (ou deverá) passar a ciência nas próximas décadas. O aumento da desigualdade entre países e regiões produtores e consumidores de tecnologia; as repercussões científicas do envelhecimento da população e a 'vantagem competitiva' dos países e regiões 'produtores' de jovens; a superespecialização e o papel do cientista enquanto decodifi-

cador dos novos conhecimentos científicos não divulgados por razões estratégicas ou de mercado e a fragilização da posição da ciência como normatizadora da vida das pessoas. É possível que existam outros aspectos prospectivos relevantes para a ciência, mas estes estão entre os principais e uma discussão mais aprofundada sobre eles talvez merecesse um outro livro.

Por fim, gostaria de destacar um aspecto que perpassa todo o trabalho, que é a defe-

sa apaixonada (embora fundamentada) da ciência no Brasil. Por trás da neutralidade dos números e dos argumentos frios, percebe-se sempre um compromisso maior e uma crença madura naquilo que os cientistas brasileiros vêm fazendo e ainda virão a fazer.

Numa palavra, leitura obrigatória para o(a) leitor(a) de *Ciência Hoje*.

Reinaldo Guimarães

*Instituto de Medicina Social,
Universidade Estadual
do Rio de Janeiro.*

C H • R E C O M E N D A



Biodiversidade. Um enfoque químico-biológico

Otto R. Gottlieb,
Maria Auxiliadora C. Kaplan
e Maria Renata de M. B. Borin.
Rio de Janeiro,
Editora UFRJ, 1996.

Os autores mostram como, através do estudo da evolução, é possível compreender a relação da química com a morfologia de plantas e usar esse conhecimento na elaboração de uma nova sistemática vegetal. Essa abordagem permite a racionalização de fenômenos ecológicos, o mapeamento e quantificação da biodiversidade, o que possibilita ao homem uma convivência mais inteligente com a natureza.



Educação ou adestramento ambiental?

Paula Brügger.
Florianópolis,
Letras Contemporânea, 1994.

A autora procura explicar as razões pelas quais a relação da sociedade com a natureza se tornou tão irresponsável nos dias atuais. Brügger explica que uma educação verdadeiramente ambiental enfatiza os aspectos éticos e políticos da questão e leva a novas posturas diante da natureza e das relações humanas. Nas considerações finais, a autora sugere alternativas ao "adestramento ambiental", entre elas o resgate da dimensão ética da questão ambiental.



Cristãos-novos e seus descendentes na medicina brasileira (1500/1850)

Bella Herson.
São Paulo, Edusp, 1996.

Durante a maior parte da Idade Média, os judeus foram proibidos de exercer ofícios públicos e ocupar altos cargos. Por certo tempo, restou-lhes a medicina como uma das poucas profissões dignas de exercício e sustento. Alguns desses médicos cristãos-novos – desterrados por terem "se reconciliado" com a inquisição – vieram para o Brasil. É a história desses judeus, os primeiros médicos em solo brasileiro, que o livro de Bella Herson procura resgatar.



Filosofia da mente e inteligência artificial

João de Fernandes Teixeira.
Campinas, SP; Unicamp,
Centro de Lógica,
Epistemologia e História da
Ciência, 1996.

O livro, dividido em cinco ensaios que podem ser lidos de maneira independente, examina, em suas várias ramificações, o problema da representação mental. Ao mesmo tempo, lança as bases para uma nova teoria da intencionalidade fundamentada em conceitos biológicos. Dirigida não apenas para um público de especialistas, esta obra é de interesse para filósofos, psicólogos, cientistas da computação e áreas afins.

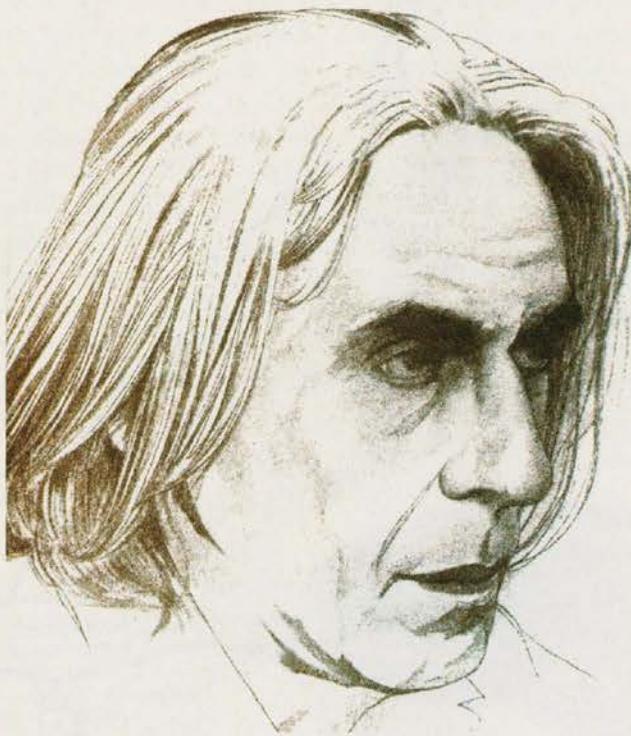
Solicitado, venho aqui falar do motivo que determinou, em 1957, meu rompimento com os poetas concretos de São Paulo: a afirmativa, deles, de que a poesia concreta, a partir de então, seria feita segundo fórmulas matemáticas. Ponderei-lhes que tal propósito era irrealizável e poderia soar como charlatanice. Em todo caso, se essa poesia era possível, não seria mais correto fazê-la primeiro? Como tais ponderações não foram aceitas, rompi com eles num texto intitulado "Poesia concreta: experiência fenomenológica".

Por que considerava impossível fazer poesia segundo fórmulas matemáticas? Esclareçamos um ponto: um soneto pode ser considerado uma forma matemática, do mesmo modo que um poema qualquer metrificado, seja constituído de decassílabos, dodecassílabos ou setessílabos. Mas, nestes casos, a relação da poesia com a matemática é exterior à expressão poética propriamente dita, ou seja, as palavras usadas pelo poeta ajustam-se àquelas formas sem que sejam essencialmente determinadas por elas; do contrário, a forma soneto só permitiria a expressão de uma única idéia com umas mesmas palavras. Logo, não era a esse tipo de 'poesia matemática' que se referia o manifesto dos concretistas paulistas, mesmo

POESIA E MATEMÁTICA

FERREIRA GULLAR

poeta e crítico de arte



porque não teria sentido àquela altura fazer-se um manifesto para pregar o soneto e a redondilha maior. O que anunciavam, portanto, era um poema cuja elaboração vocabular fosse matematicamente determinada. E era isso que eu considerava irrealizável. Argumentei: não existe relação causal entre a matemática e a linguagem verbal porque são linguagens diversas. Posso conceber matematicamente a estrutura de uma ponte porque se trata de estabelecer relações quantitativas: peso, tensão, resistência etc. A elaboração de um poema obedece a leis próprias do idioma e à necessidade de criar significados novos só possíveis no universo verbal. Hoje, os matemáticos inventam equações, que são criações matemáticas puras, como se fossem poetas explorando as

potencialidades de sua linguagem, no pressuposto de que a matemática coincide com a realidade. Por isso mesmo, não temos que nos preocupar com a matematicidade de nossos poemas uma vez que, se ela é inerente à realidade, também o será ao falar do poeta. E se não o for, tanto faz, já que o que importa ao poema não é ser matemático mas ser poético.

Não por acaso, o poema matemático dos concretistas nunca foi feito.

49ª Reunião Anual da SBPC

TEMA GERAL

"Ciência Hoje, Brasil Amanhã"

DE 13 À 18 DE JULHO • UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG)

... 100 anos de Belo Horizonte ...

INFORMAÇÕES FONE: (011) 259-2766 FAX.: (011) 606-1002 E-MAIL: sbpcsp@originet.com.br

O CAMINHO DA SOBREVIVÊNCIA PARA OS PEIXES NO RIO PARAÓPEBA

Os peixes que sobem os rios para desovar eram prejudicados, desde 1978, por uma barragem construída no rio Paraópeba. Para resolver o problema, foi instalada no local, em 1994, uma escada experimental, que permite aos peixes transpor o obstáculo. Amplo estudo, de Carlos Bernardo Mascarenhas Alves e Volney Vono, do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Minas Gerais, aponta os resultados promissores da experiência.

A construção de barragens pode dividir e isolar populações de peixes, prejudicando as espécies que, na época da reprodução, sobem os rios para desovar, fenômeno conhecido como piracema. Os barramentos e outras interrupções artificiais do curso normal de um rio contribuem para reduzir a riqueza e a diversidade de espécies em suas águas. Essa ameaça à sobrevivência dos peixes pode, no entanto, ser atenuada, como revela experiência em andamento no rio Paraópeba, em Minas Gerais. Lá, foi construída uma escada especial para os peixes.

O Paraópeba, com cerca de 510 km de extensão, é um dos principais afluentes do rio São Francisco em Minas Gerais. Nasce no município de Cristiano Ottoni, na serra da Mantiqueira, corre no sentido norte-noroeste e deságua no reservatório da usina hidrelétrica de Três Marias (figura 1). Grande número de espécies de peixes encontrados na bacia do São Francisco também ocorre no Paraópeba, mas a sobrevivência dessa fauna não está assegurada. Como a maioria dos rios do Sudeste brasileiro, o Paraópeba



Figura 1. Mapa da bacia do rio Paraópeba, da nascente à desembocadura, com os pontos de amostragem usados nos estudos sobre a fauna de peixes e a localização da barragem da usina térmica de Igarapé, onde foi construída a escada experimental.

sofre variados impactos ambientais, decorrentes de ações humanas em sua bacia de drenagem.

As atividades impactantes mais significativas são a extração de minério de ferro em áreas próximas às cabeceiras, o garimpo clandestino de ouro, a retirada de areia, o despejo de efluentes industriais e esgotos domésticos de várias cidades (Betim e Contagem, principalmente), a derrubada da mata ciliar, o

aterramento de várzeas e a agropecuária desenvolvida em suas margens. São frequentes as mortandades de peixes, em especial no início do período de chuvas, quando o aumento do volume d'água faz o rio sair do leito natural e alagar as várzeas. As inundações carregam para a calha do rio o lixo deixado nas margens e o excesso de agrotóxicos e fertilizantes usados nas plantações. Nessa época, chegam também ao rio Paraópeba os

rejeitos dos tanques de segurança ou lagoas de decantação de indústrias e minerações, que transbordam ou são alagados – em alguns casos, tais rejeitos são criminosamente lançados no rio, em dias de elevada precipitação.

Comuns em outros rios mineiros, as usinas hidrelétricas – outra fonte possível de impacto para peixes – não existem no rio Paraopeba, com exceção de uma pequena usina pertencente à Companhia Paulista Ferro Ligas, no município de Jaceaba, ainda em sua cabeceira. Desse ponto até o reservatório de Três Marias há apenas uma interrupção: a barragem construída pela Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) em Igarapé, para abastecer uma usina térmica, que entrou em operação em 1978. Com cerca de 6 m de altura, a barragem situa-se aproximadamente no meio do curso do Paraopeba.

Em 1994, para eliminar o obstáculo que a barragem representava às migrações dos peixes no período reprodutivo, a Cemig instalou no local, a um custo aproximado de US\$ 360 mil, a escada experimental para peixes do rio Paraopeba (figura 2). Estudos anteriores e posteriores à entrada em operação da escada têm demonstrado que o rio ainda é bastante rico em espécies de peixes.

DOIS TIPOS DE PASSAGENS

Os primeiros registros da construção de passagens para peixes datam de 300 anos atrás, na Europa. Tais passagens são mecanismos que facilitam a subida dos peixes por obstáculos naturais (corredeiras e quedas d'água) ou artificiais (barragens) durante sua migração reprodutiva rio acima. Há duas categorias de mecanismos:

1) os que permitem a passagem dos peixes com seu próprio esforço, nadando (escadas, canais, fendas); e

2) os que elevam os peixes artificialmente até acima da obstrução (elevadores e eclusas).

A eficiência e a seletividade desses

mecanismos estão ligadas a vários fatores, inclusive as características biológicas das espécies: existem peixes que migram nadando pelo fundo do rio (ordem Siluriformes) ou aos saltos, por sua superfície (ordem Characiformes).

Antes da construção da escada, o inventário da ictiofauna do Paraopeba registrou, através da pesca experimental, 61 espécies de peixes em oito pontos de amostragem, quatro acima (1 a 4) e quatro abaixo da barragem de Igarapé (5 a 8). Outras espécies, além destas, foram registradas através de relatos de pescadores da região. Na etapa seguinte, com a escada em funcionamento, os estudos já demonstraram o aumento desse número para 70 espécies – número que talvez chegue a 80, caso seja confirmada a presença de peixes importantes como dourado (*Salminus brasiliensis*), matrinhã (*Brycon lundii*), pirá (*Conorhynchus conirostris*), serrudo (*Franciscodoras marmoratus*) e cascudo-preto (*Rhinolepis aspera*), e outros menos importantes na pesca profissional e amadora.

Mais importante que a riqueza de espécies tem sido a captura – antes inexistente – de peixes de piracema no trecho acima da barragem. É o caso do pacu (*Myleus micans*) e da curimatã-pioa (*Prochilodus affinis*), ausentes dessa parte do rio até a construção da escada experimental. A presença de outros peixes, como surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) e dourado (*S. brasiliensis*),

além do aumento em número e tamanho dos mandis (*Pimelodus maculatus*) capturados por pescadores locais, são fortes indícios da eficiência da escada. As informações dos pescadores, embora importantes, devem ser examinadas com cautela, caso não seja implantado no futuro um sistema adequado de acompanhamento de suas capturas.

ESPÉCIES EXÓTICAS

Além de apresentar expressiva riqueza de espécies, a bacia do rio Paraopeba abriga pequeno número de espécies exóticas, ou seja, espécies de outros países ou outras bacias brasileiras introduzidas artificialmente por pescadores, produtores rurais ou órgãos públicos. Na pesca experimental foram capturadas tilápias (*Tilapia sp.*) e carpas (*Cyprinus carpio*), e pescadores relataram a presença do pacu-caranha (*Piaractus mesopotamicus*) próximo ao reservatório de Três Marias, onde também é encontrado o tucunaré (*Cichla ocellaris*). A presença dessas espécies é um problema sério: para se estabelecerem no novo ambiente, os peixes exóticos utilizam recursos antes disponíveis aos nativos, alterando a dinâmica de processos ecológicos naturais como competição e predação, principalmente no caso de espécies piscívoras, podendo até levar à extinção de espécies locais (ver 'Ameaça ecológica: peixes de outras águas', em *Ciência Hoje* nº 124).

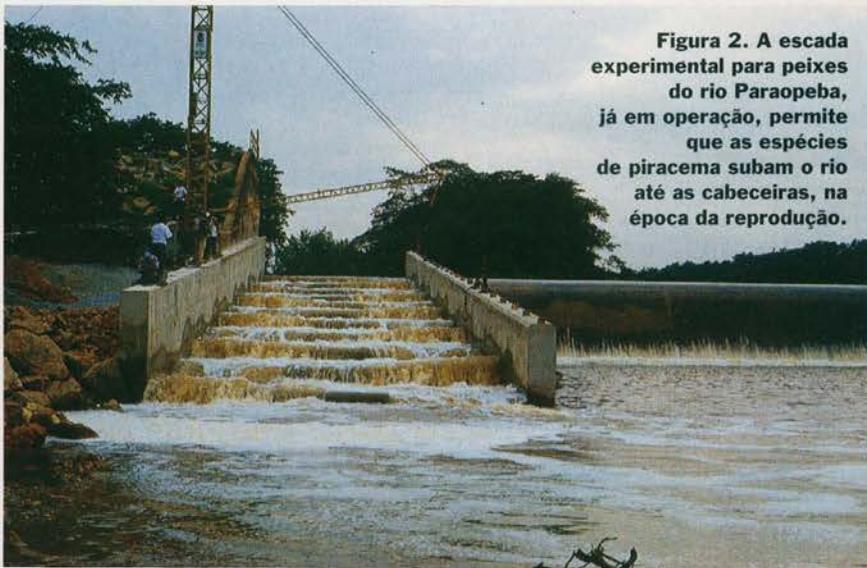


Figura 2. A escada experimental para peixes do rio Paraopeba, já em operação, permite que as espécies de piracema subam o rio até as cabeceiras, na época da reprodução.

A introdução de peixes exóticos deve ser evitada ao máximo, pois não há como controlar populações de espécies indesejáveis após sua chegada ao novo ambiente. Em outras bacias de Minas Gerais, como as dos rios Grande e Doce, espécies exóticas têm alterado a composição da comunidade de peixes, principalmente em reservatórios de hidrelétricas. A realização de peixamentos – se necessária – deve utilizar exclusivamente espécies nativas da bacia, com as devidas precauções quanto à origem dos alevinos e, se possível, com o estudo da eficácia da operação.

Como esperado, os levantamentos realizados no rio Paraopeba indicam o aumento da riqueza de espécies das cabeceiras para a desembocadura, padrão comum para as populações de peixes da maioria dos rios. Revelam ainda que os quatro locais de amostragem acima da escada (a montante) formam um grupo com fauna similar e que os quatro pontos abaixo dela (a jusante) formam outro. Se a escada for eficiente, devem aumentar tanto a riqueza de espécies a montante quanto a similaridade entre todos os pontos de amostragem.

Até o momento, há o registro de 35 espécies em duas lagoas marginais estudadas (pontos 4 e 6), destacando-se, por sua importância comercial, a curimatá-pacu (*Prochilodus marggravii*) (figura 3), a curimatá-pioia (*P. affinis*), o pacu (*M. micans*), a piranha (*Pygocentrus piraya*), a traíra (*Hoplias malaba-*

ricus) e o trairão (*H. lacerdae*). Tais ambientes têm grande importância para várias espécies. No período reprodutivo, que coincide com as cheias, ovos e larvas de várias espécies são carregados para as lagoas. Ali, encontram condições ambientais favoráveis e alimento em abundância, o que aumenta a taxa de sobrevivência e contribui para o recrutamento (número de indivíduos incorporados à população a cada ano) das espécies. Em outras cheias, os peixes voltam à calha principal do rio e continuam seu ciclo de vida.

MAIOR RENDIMENTO

Nos pontos de amostragem logo acima (3) e logo abaixo (5) da escada, a pesca experimental mostrou expressivo rendimento (em biomassa capturada). Tais locais, intensamente explorados na pesca amadora ou esportiva, são áreas de concentração de peixes, embora façam parte da região mais poluída de toda a bacia. A principal causa da poluição é o rio Betim (figura 4), que deságua pouco acima da escada experimental, trazendo todo o esgoto industrial e doméstico, sem qualquer tratamento prévio, da cidade de Betim e parte do esgoto da cidade de Contagem, ambas na região metropolitana da capital mineira, Belo Horizonte.

O processo natural de depuração desses poluentes pode demandar vários quilômetros do rio. Assim, se os despejos

não receberem tratamento e as leis ambientais não forem cumpridas, o Paraopeba continuará morrendo aos poucos. A despoluição do rio, tarefa multidisciplinar, exige a mobilização de toda a comunidade de sua área de influência, desde o governo estadual e as prefeituras até empresas privadas e toda a população. A criação do ‘Consórcio dos Municípios da Bacia do Rio Paraopeba’ foi uma iniciativa importante



Figura 3. A migração de várias espécies de peixes de piracema, como a curimatá-pacu (*Prochilodus marggravii*), de grande importância na pesca comercial na bacia do rio São Francisco, poderá indicar a eficiência da escada experimental para peixes.

no sentido de salvar esse importante rio de Minas Gerais, junto com a construção da escada experimental. A eficiência desta, no entanto, está intimamente ligada à despoluição do rio e de seus afluentes, principalmente o rio Betim.

Os resultados já obtidos e as pesquisas em andamento apontam que o manejo ecológico do Paraopeba poderá ter efeitos positivos sobre a ictiofauna. Esta, apesar das agressões sofridas ao longo dos anos, ainda está bem representada, se comparada à da bacia do rio São Francisco. A melhoria da qualidade das águas do rio Paraopeba e a adoção de técnicas de manejo conhecidas certamente ajudarão a manter a diversidade de peixes e a aumentar o rendimento da pesca.

**Carlos Bernardo Mascarenhas Alves
Volney Vono**

Departamento de Zoologia,
Universidade Federal de Minas Gerais.

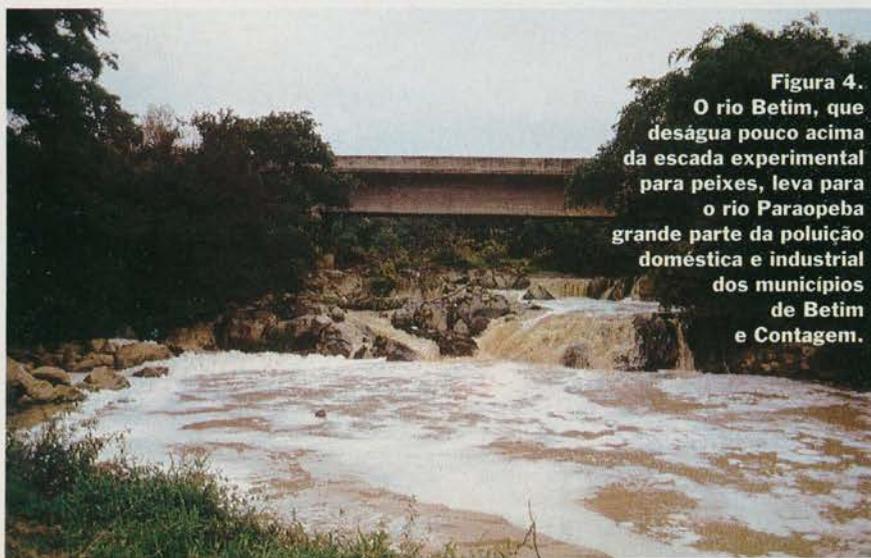


Figura 4. O rio Betim, que deságua pouco acima da escada experimental para peixes, leva para o rio Paraopeba grande parte da poluição doméstica e industrial dos municípios de Betim e Contagem.

GIS BRASIL 97

III CONGRESSO E FEIRA PARA
USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO
12 A 16 DE MAIO/97 • CURITIBA • PARANÁ • BRASIL



POPULARIZAR A GEOINFORMAÇÃO

Realização e Organização



Patrocínio



Apoio

Informações sobre Inscrições

EKIPE DE EVENTOS Tel/Fax (041) 342-1247

Informações Técnicas e da Feira
SAGRES EDITORA LTDA
Tel/Fax (55) 41 264-9807
e.mail: fator.gis@sul.com.br
Web Site <http://www.fatorgis.com/>

Agência de Turismo Oficial
KARAMGATUR PASSAGENS E TURISMO
Tel (041) 262-9738 / 362-2200 Fax (041) 262-3432
e.mail: karanga@esquema.com.br

Empresa Aérea Oficial
VARIG

Montadora Oficial
ÁREA DE ARQUITETURA

A PERTURBADORA ASCENSÃO DO DETERMINISMO NEUROGENÉTICO

STEVEN ROSE

*Departamento de Biologia,
Open University, Londres (Inglaterra).*

O determinismo neurogenético proclama ser capaz de explicar tudo — da violência urbana à orientação sexual — pelas propriedades do cérebro ou pelos genes. Assim, uma pessoa é homossexual porque tem 'cérebro gay' — produto, por sua vez, de 'gene gay'; uma mulher fica deprimida porque tem 'genes para depressão'; há violência nas ruas porque as pessoas têm genes 'criminosos' ou 'violentos'; indivíduos embriagam-se porque têm genes 'favoráveis' ao alcoolismo; e vai por aí. Esta corrente, com certeza, tem algo a ver com a explosão da nova genética e das mais recentes técnicas neurocientíficas. Mas, na realidade, ela representa um retorno a idéias reducionistas, tão antigas quanto retrógradas. As simplificações sempre conduziram a ciência a erros graves. Nos casos examinados neste artigo, os maiores prejudicados são a biologia e o pensamento social.

Estamos na metade do que se convencionou chamar, nos Estados Unidos, de 'Década do Cérebro'. E estamos ainda mais adiantados no projeto internacional de US\$ 3 bilhões conhecido como 'Genoma Humano', tentativa de mapear e seqüenciar todo o alfabeto do DNA dos cromossomos humanos [o ácido desoxirribonucléico, ou DNA, molécula básica do código genético]. Identificar exatamente o papel das bandas de DNA ou dos genes é assunto bem diferente, embora a diferença seja em geral omitida para o público.

Para os neurocientistas, como eu, este é um momento muito excitante para estar no laboratório, no computador ou na biblioteca. Novos resultados surgem em velocidade quase impossível de digerir. Das seqüências de genes dos cromossomos às janelas abertas para o cérebro por novas técnicas de produção de imagens (ver 'Novas técnicas para fotografar o cérebro humano em plena ação', *Ciência Hoje* nº 123), surgem figuras de complexidade extraordinária em todos os níveis, desde a química da célula até a do organismo, e em particular a do cérebro. Mas os dados ultrapassam em muito a teoria: escolas rivais, de conexinistas (para os quais as propriedades cérebro/mente podem ser simuladas na arquitetura de computadores paralelos) e de teóricos do caos (que rejeitam a atribuição de um 'sítio' permanente a qualquer processo envol-

vendo mente e cérebro), lutam para dar sentido a um excesso de informação que quase inibe o raciocínio.

Ao produzir progressos marcantes na informação, a 'Década do Cérebro' também gerou clamores cada vez mais fortes de que a neurociência está prestes a 'solucionar' a questão do cérebro e, com isso, a entrar na era que Delgado, um dos primeiros entusiastas do uso da cirurgia cerebral para curar a violência, chamou de 'sociedade psicocivilizada'. A síntese emergente que chamo de neurogenética acena com a expectativa de identificar os genes que afetam o cérebro e o comportamento, atribuir-lhes poder causal e, se for o caso, modificá-los. Em um mundo repleto de sofrimento individual e de desordem social, a neurogenética afirma ser capaz de dizer onde devemos procurar explicar a nossa situação e modificá-la.

Se os motivos das nossas aflições são exteriores a nós, cabe às ciências sociais compreendê-los e à política tentar resolvê-los. Mas se as causas de nossos prazeres e de nossos sofrimentos, de nossas virtudes e de nossos vícios estiverem sobretudo no terreno da biologia, então devemos buscar sua explicação na neurociência e devemos recorrer à farmacologia e à engenharia molecular para encontrar soluções. Explicações sociais e biológicas não são necessariamente incompatíveis, mas nas diversas ocasiões em que a ênfase

foi dada a umas ou a outras isso pareceu depender menos de um estado de conhecimento científico 'objetivo' do que do *zeitgeist* ('espírito do tempo') sociopolítico. No contexto de crescente preocupação pública com os níveis de violência, uma ideologia que enfatize a responsabilidade pessoal e negue até mesmo a correlação entre pobreza e doença tende a rejeitar o social em favor do individual e da constituição biológica do indivíduo.

Naturalmente, essa simplificação parece expressar que o mundo se divide em dois domínios mutuamente incomensuráveis de causalidade, e que os problemas são ou sociais ou biológicos. Não é essa a minha intenção. Os fenômenos da existência humana e da experiência são sempre, ao mesmo tempo e inexoravelmente sociais e biológicos, e uma explicação adequada deve envolver ambos os domínios. Mas isso pode não ser suficiente: tanto as ciências sociais quanto as biológicas lidam com um mundo observado como objeto, e, nesse caso, a experiência pessoal é, por definição, subjetiva. Qualquer investigação que exclua esse componente pessoal de suas tentativas de compreender o mundo cai na armadilha do materialismo mecanicista e reducionista, contra o qual Marx e Engels investiram. Tal união de subjetivismo e objetividade pode ser ainda mais difícil de atingir do que a do biológico com o social — tentei falar sobre isso, embora não de modo

totalmente adequado, no livro *The making of memory (A construção da memória, 1992)*.

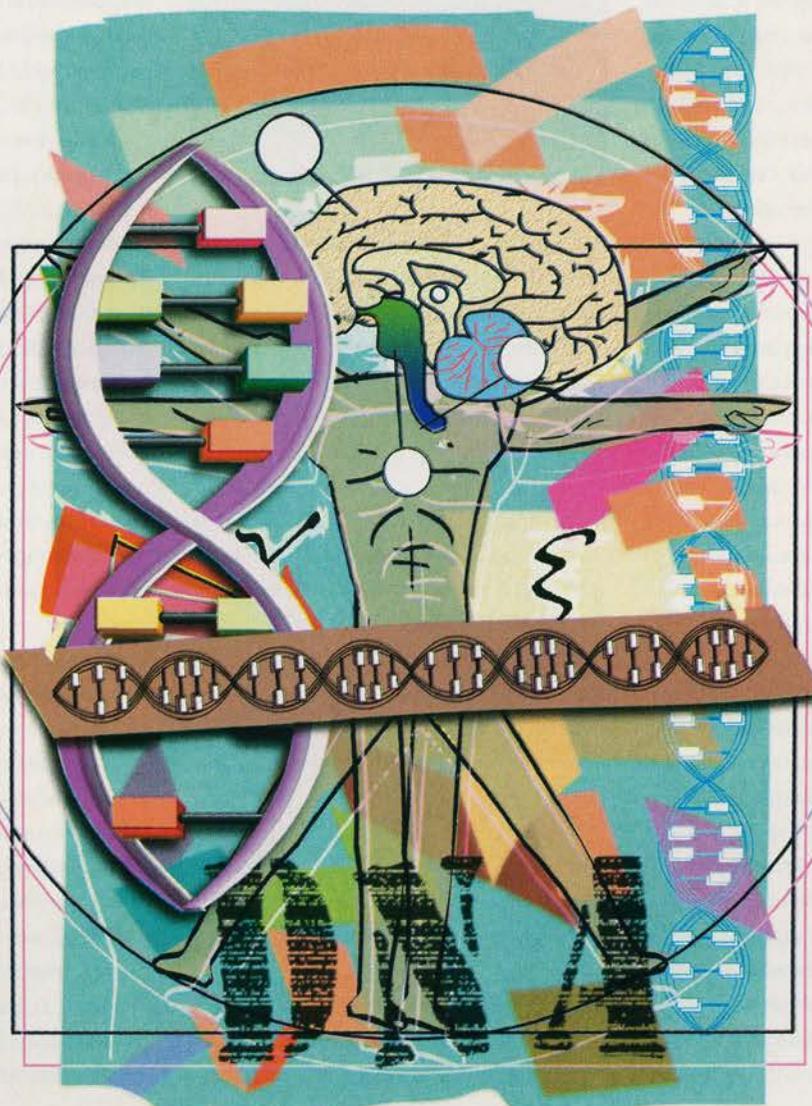
Vamos, então, permanecer no mundo da objetividade. Para qualquer cientista sério, claro está, é impensável negar o social em favor do biológico ou vice-versa: hoje, somos todos interacionistas. Entretanto, em qualquer busca de explicação e intervenção é necessário investigar o nível que efetivamente determina o resultado. Enquanto apenas os reducionistas mais radicais sugeririam que devemos procurar as origens da guerra da Bósnia nas deficiências dos mecanismos receptores de serotonina do cérebro do Dr. Karadzic, e sua cura na administração maciça de Prozac,

muitos dos argumentos apresentados pelos deterministas neurogenéticos não estão muito distantes desse extremo. Estes afirmam que o social tem seu peso, mas em última instância os determinantes são biológicos. De qualquer modo, temos algum conhecimento e certa possibilidade de intervenção no terreno biológico, e muito pouco no social.

Este não é um debate novo: ocorreu repetidamente em cada geração pelo menos desde os tempos de Darwin, e mais recentemente nos anos 70 e 80, como polêmicas sobre os poderes explanatórios da sociobiologia, envolvendo autores como Edward O. Wilson (*Sociobiology: the New Synthesis, 1975*); Steven P.R. Rose, Richard C. Lewontin e

L.J. Kamin (*Not in our Genes, 1984*) e P. Kitcher (*Vaulting Ambition: Sociobiology and the Quest for Human Nature, 1985*). A novidade é o modo pelo qual a mística da nova genética é vista como fortalecedora do argumento reducionista.

O determinismo neurogenético, em resumo, advoga relação causal direta entre gene e comportamento. Assim, um homem é homossexual porque tem 'cérebro gay', produto, por sua vez, de 'gene gay' (ver 'A homossexualidade masculina tem causas biológicas?', *Ciência Hoje* nº 124) e uma mulher fica deprimida porque tem 'genes para depressão'. Há violência nas ruas porque as pessoas têm genes 'criminosos' ou 'violentos'; indivíduos embriagam-se porque têm

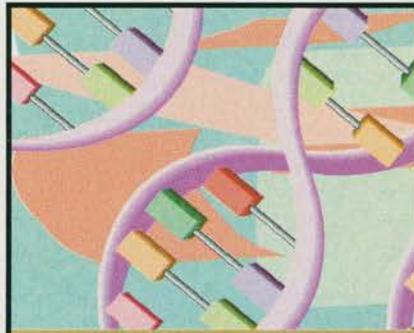


genes 'favoráveis' ao alcoolismo; e pode haver genes que 'favorecem' seus portadores a viver na rua, segundo o ex-editor da prestigiosa revista americana *Science*. Diz-se até que podem existir genes responsáveis pela 'compulsão consumista'. Parece claro que não há limites para o poder da sopa de letras do DNA. O que não é efeito dos genes é atribuído a problemas biológicos ocorridos durante a gravidez, defeitos de nascimento ou acidentes na primeira infância.

Em um ambiente social e político que quase perdeu a esperança de obter soluções sociais para problemas sociais, essas afirmações aparentemente científicas são amplificadas pela imprensa e por políticos, embora os pesquisadores possam até mesmo objetar que seus clamores mais modestos estão sendo traduzidos além de suas intenções. Essa atitude de Pilatos, porém, é difícil de engolir quando tanto esforço é feito pelos próprios pesquisadores em prol do que Dorothy Nelkin chamou de 'vender ciência' (*Selling Science*, 1997). Distribuídos pelos próprios pesquisadores, os comunicados à imprensa que acompanharam o lançamento dos livros e artigos de Simon LeVay e Dean Hamer, reivindicando a descoberta da causa 'biológica' da homossexualidade masculina e levantando uma imensidão de alarmismo social e de especulações éticas, revestiram-se de uma linguagem próxima ao exagero da mídia.

REDUCIONISMO

Este ingênuo determinismo neurogenético baseia-se em uma seqüência redutiva falha, pela qual os complexos processos sociais são vistos como 'causados por', 'explicados por' ou 'nada mais que' efeitos de programas biológicos com base no cérebro ou nos genes. Tal seqüência redutiva atravessa certo número de etapas (delineadas adiante). A questão central, contudo, é a redutibilidade, que, como observou Sir Peter B. Medawar, surge não como a segun-



“Os fenômenos da existência humana são sempre, ao mesmo tempo e inexoravelmente sociais e biológicos, e sua explicação deve envolver ambos os domínios.”

da natureza dos cientistas do mundo natural, mas como a sua primeira natureza.

Assim, quando Karl Popper, ao fazer a primeira conferência Medawar na Royal Society, há alguns anos, apresentou oito razões sucintas para explicar que “a bioquímica não pode ser reduzida à física” (das quais a quarta razão era que “a bioquímica não pode ser reduzida à química”), incorreu na ira de toda a distinta platéia, provocando uma vigorosa resposta do Prêmio Nobel e cristalógrafo Max Perutz. Afinal, durante toda a vida, Perutz trabalhara para demonstrar a relevância da química para a biologia. Cerca de duas semanas depois ele publicou na revista *Trends of Biochemical Science* (nº 13, 1988) a resposta a Popper, baseando-se no modo pelo qual a estrutura molecular da hemoglobina varia entre espécies, dependendo do meio ambiente. Comparava, por exemplo, a hemoglobina de um mamífero que vive em regiões relativamente baixas, co-

mo o camelo, com a de uma espécie próxima, o lhama, que vive nas altitudes dos Andes, onde o ar é muito mais rarefeito e as demandas da capacidade transportadora de oxigênio do sangue, portanto, diferem. As estruturas são sutilmente diferentes, adequando-se em cada caso às condições a que está submetido o animal.

Não será isso uma comprovação clara de que a fisiologia e a bioquímica humanas não só dependem como são redutíveis à química das suas moléculas componentes? Então, ponto para Perutz? Acho que não, mas também não vou examinar este caso com maior profundidade. Basta dizer que nenhum tipo de análise da estrutura molecular da hemoglobina, por mais detalhada que seja, pode levar à compreensão da função daquela molécula como transportadora de oxigênio em um animal vivo ou, em outras palavras, do seu 'significado' para o sistema do qual ela é parte.

Isso não exclui, em absoluto, o poder da análise reducionista como parte de nossa tentativa de compreender os sistemas complexos, nem se reflete no reducionismo como metodologia de experimentação – não existe, essencialmente, outro modo de trabalhar. E nada tem a ver com as preocupações filosóficas abstratas da teoria da redução. Preocupo-me aqui apenas com os esforços para encontrar a explicação causal de assuntos sociais complexos apelando para o metabolismo neurotransmissor, as estruturas cerebrais e os genes.

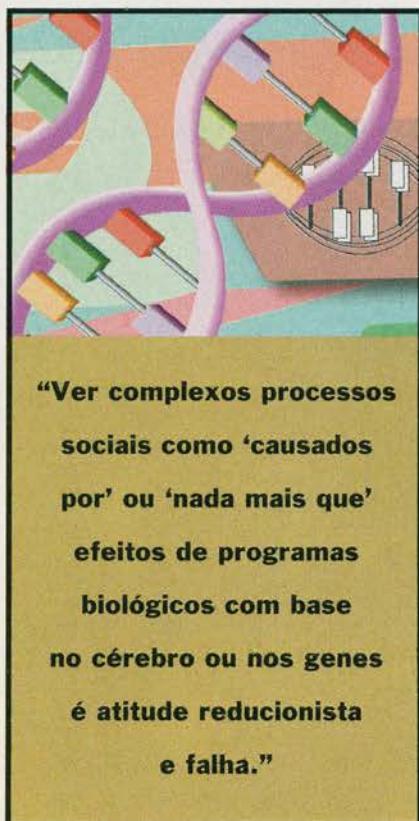
Não é preciso entrar na defesa irrestrita do irreducionismo para identificar as falhas cometidas no emprego do determinismo neurogenético para explicar fenômenos sociais complexos. Tais fenômenos, em sua essência, são historicamente limitados por significados que o processo reducionista não alcança, com tanta certeza quanto a de que o conteúdo informativo desta pági-

na imprensa não é alcançado pelo estudo químico do papel e da tinta que a constituem. A questão em jogo não é uma questão filosófica formal, e sim a indagação sobre o nível apropriado de organização da matéria na qual são buscados os determinantes causais efetivos do comportamento dos indivíduos e das sociedades.

A INICIATIVA AMERICANA SOBRE A VIOLÊNCIA

Exemplos específicos de preocupação muito difundida hoje são a explicação e o combate à onda de violência que parece se espalhar pelas sociedades do mundo industrializado. O debate sobre as causas da violência precedeu, há tempos, o atual furor. Apenas a linguagem mudou. Há duas décadas, o foco não era sobre os genes, mas sobre os cromossomos. Afirmava-se que entre homens encarcerados por crimes violentos havia uma prevalência mais alta do que o esperado de portadores de um cromossomo Y extra. Na virada do século XX, para os seguidores de Cesare Lombroso, era a fisionomia, e não os genes, que permitia prever a criminalidade. Antes do impacto da ciência moderna, era ainda mais simples: bastava invocar o pecado original ou a predestinação. Mesmo que um cromossomo Y extra tenha tomado o lugar da fisionomia e do pecado, a predestinação ainda está por baixo da argumentação central – embora hoje, na linguagem médica, tal justificativa seja mais sussurrada do que proclamada.

Assim, até agora, o foco da explicação, pelo menos na Inglaterra, tem sido a história pessoal do indivíduo, a criação deficiente proporcionada pelas mães solteiras ou o relaxamento da disciplina escolar desde os anos 60. Nos Estados Unidos, porém, mesmo essa explicação é descartada em favor do retorno ao pecado original biológico: a culpa está em nossos genes (ou melhor, nos genes “deles”). O raciocínio foi exposto com



“Ver complexos processos sociais como ‘causados por’ ou ‘nada mais que’ efeitos de programas biológicos com base no cérebro ou nos genes é atitude reducionista e falha.”

toda a clareza, em 1992, pelo então diretor do Instituto Nacional de Saúde Mental, Frederick Goodwin, ao propor a Iniciativa Federal sobre a Violência (Federal Violence Initiative).

Notando que a violência se concentrava no interior das cidades dos Estados Unidos, em especial entre os negros, que – como argumentava Goodwin – herdaram um coquetel de predisposições genéticas (para o diabetes, a pressão alta, o crime violento), ele defendia um programa de pesquisas com cerca de 100 mil crianças daquelas cidades, investigando fatores genéticos ou congênitos que as predispunham a tal comportamento violento e anti-social. Poucos anos antes, o psicólogo Richard Herrnstein, tendo como co-autor James Q. Wilson, publicara o livro *Crime and Human Nature (O crime e a natureza humana)*, também sugerindo que, nos Estados Unidos, o crime violento é prerrogativa dos pobres e dos negros e que a origem disso está nas “falhas” de

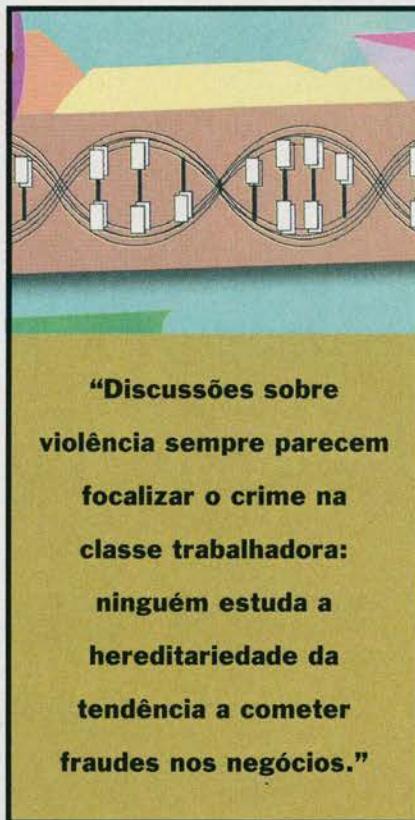
suas constituições biológicas – o livro foi um precursor, sob muitos aspectos, da mais recente co-autoria de Herrnstein, *The Bell Curve (A curva do sino)*.

Há muitas, e óbvias, objeções a tal suposição. Algumas indicam que essas discussões sempre parecem focalizar o crime na classe trabalhadora: ninguém estuda a hereditariedade da tendência a cometer fraudes nos negócios, ou os fatores bioquímicos pertinentes em homens de classe média que espancam suas esposas. Outras objeções denunciam a complexa e às vezes contraditória teia de significados que envolve o próprio conceito de violência. De um lado, um ato ‘idêntico’ – um homem sacando um revólver e atirando em outro a curta distância – torna-se, se sancionado pelo Estado em tempos de guerra, um ato de heroísmo merecedor de uma medalha, mas é um crime punível com muitos anos de prisão se perpetrado no meio de um acerto de contas sobre drogas, em um *pub* de Manchester. De outro lado, todos os tipos de atos ‘diferentes’ são postos no mesmo saco: o ataque do jogador Cantona a um ardoroso torcedor de futebol, lutas entre manifestantes e polícia, o bombardeio russo contra Grozny, na Chechênia, tudo se funde em uma palavra: violência. Esta serve a todos os casos, e suas causas subjacentes seriam as mesmas.

A proposta de Goodwin provocou acusações de fascismo. Ele deixou o instituto em seguida, mas uma versão modificada de sua idéia, voltada para áreas específicas daquelas cidades, como Chicago, foi levada adiante, a um custo estimado de cerca de US\$ 400 milhões. Uma conferência baseada nas premissas de Goodwin, barrada nos Estados Unidos, foi realizada sob o prestigioso patrocínio da Fundação CIBA, em Londres, em janeiro de 1995, e a que fora adiada acabou se realizando em território norte-americano – apesar dos piquetes com acusações de racismo –, em setembro do mesmo ano.

Não causa surpresa dizer que há muito tempo psicólogos, psiquiatras, geneticistas e biólogos moleculares esperavam esse apoio institucional não apropriado. Em 1994, um conhecido terapeuta da Califórnia telefonou-me propondo o estudo dos marcadores bioquímicos e imunológicos em “criminosos violentos encarcerados”. Será que eu colaboraria com ele – perguntou –, analisando os níveis de serotonina em fluidos raquidianos? A serotonina é um neurotransmissor cujo metabolismo é afetado por certas drogas bastante conhecidas, entre as quais o hoje notório Prozac. Deixando de lado a discussão ética sobre a aplicação desse tipo de estudo a uma população literalmente cativa, a idéia de que esse tipo de pesquisa pode fornecer explicação causal para a violência endêmica na sociedade americana é exatamente o tipo de pobreza mental que a Iniciativa sobre a Violência estimula.

Entre os psicólogos de crianças, a palavra-chave é ‘temperamento’. Eles afirmam que essa propriedade nebulosa é em certa medida hereditária. Jerome Kagan sugere que cerca de 10% das crianças que estudou mostram, a partir da tenra infância, uma tendência à timidez que mais tarde se manifesta como agressão. Para reforçar o argumento determinista, ele relata ter encontrado um padrão análogo de comportamento em gatinhos que se tornaram gatos agressivos. Adrian Raine e seus colegas estudaram um grupo de rapazes dinamarqueses, hoje com cerca de 20 anos, e mostraram que crianças com complicações de nascimento, ou as nascidas de uma gravidez indesejada ou de um aborto fracassado, ou ainda as que passaram a viver em instituições durante o primeiro ano de vida, cometiam um número de crimes desproporcionado (assassinato, estupro, assalto armado). Eles concluíram que “fatores biológicos desempenham algum papel no comportamento violento” e que esse papel



“não é desprezível”.

O fato de crianças com histórias dramáticas tornarem-se adultos conflituosos e mesmo criminosos é observação que dificilmente surpreenderia mesmo um criminologista adepto do determinismo social. Os critérios de inclusão nesse exemplo provavelmente juntam-se a muitos outros aspectos empobrecedores da história de vida de uma criança em crescimento. A maioria das pessoas, entretanto, consideraria a conclusão de Raine como um ato de fé, justificado apenas por seu compromisso com um pensamento ancorado na biologia.

Nenhum biólogo duvidaria da premissa de que as diferenças individuais em termos de genes e as ocorridas durante o desenvolvimento contribuem para modelar as ações de uma pessoa e distinguem o comportamento dos indivíduos em dado contexto, nem duvidaria também de que o estudo dos mecanismos envolvidos nesses processos de desenvolvimento seja de grande

interesse científico. Mas esses não são nem o motivo para essa ‘pesquisa sobre a violência’, nem o modo pelo qual ela está atualmente sendo dirigida. Ao contrário, ela está enquadrada em um paradigma determinista, que busca as causas dos problemas sociais na biologia individual, e é impulsionada por uma filosofia política (de ambos os lados do Atlântico) que se regozija com os privilégios que derivam das desigualdades de riqueza e poder, e rejeita medidas para reduzir tais desigualdades.

O índice de crimes violentos e de encarceramento é maior nos Estados Unidos do que em qualquer outro país industrializado. Será que há algo único com o genótipo da população americana que predispõe de modo tão nítido à violência? Além disso, os índices de violência não são estáticos: tanto nos Estados Unidos quanto no Reino Unido, o crime violento aumentou de modo marcante nos últimos anos – no primeiro, a taxa de mortalidade de homens jovens subiu 154% entre 1985 e 1994. Tais flutuações entre e dentro das sociedades são claramente incompatíveis com qualquer explicação genética.

A CASCATA REDUCIONISTA

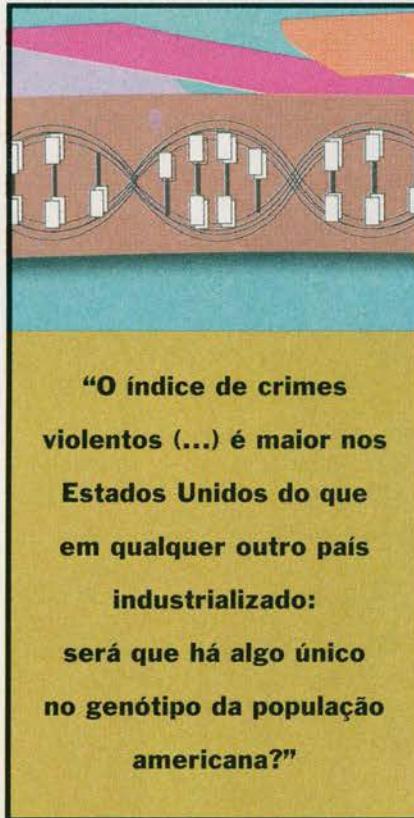
O que essa pesquisa estabelece são os dois primeiros passos na cascata reducionista que caracteriza todo pensamento determinista: a ‘reificação’ e a ‘aglomeração arbitrária’. Para comprovar isso, definirei uma série de premissas reducionistas que constituem as bases do pensamento determinista. E, ao lado delas, também falarei sobre a ‘quantificação inadequada’, ou seja, a crença na ‘normalidade estatística’, na ‘localização espúria’ e na ‘causalidade equivocada’.

A ‘reificação’ (ou ‘coisificação’) converte um processo dinâmico em fenômeno estático. Dessa forma, a violência, ao invés de definir uma atividade ou uma ação entre pessoas, ou mesmo entre uma pessoa e o mundo natural,

torna-se um 'personagem' – a agressão –, algo que pode ser abstraído do sistema dinamicamente interativo no qual aparece, e estudado em separado. O mesmo processo ocorre com a 'inteligência', o 'altruísmo', a 'homossexualidade' etc. Entretanto, se a atividade descrita pelo termo 'violência' só pode ser expressa em uma interação entre indivíduos, então reificar o processo é fazer com que ele perca seu significado.

A 'aglomeração arbitrária' leva essa reificação mais adiante, ao juntar muitas e diferentes interações reificadas como sendo, todas elas, típicas de uma coisa. Assim, agressão torna-se um termo genérico dentro do qual muitos tipos de eventos e processos catalogados acima podem ser ligados. Tudo se torna manifestação de alguma propriedade unitária subjacente aos indivíduos, de modo que idênticos mecanismos biológicos estariam envolvidos, ou mesmo causariam cada um desses processos. Um exemplo está nas descrições apresentadas em recente trabalho, muito citado, de Hans Brunner e colegas, associando 'comportamentos anormais' a uma mutação de ponto no gene que codifica uma enzima cerebral específica, relacionada à neurotransmissão.

Os autores descrevem o 'fenótipo comportamental' em oito homens de uma família como incluindo "explosões agressivas, incêndio proposital, tentativa de estupro e exibicionismo", ações realizadas por indivíduos "residentes em diferentes partes do país e em diferentes ocasiões", ao longo de três gerações. Será que tipos de comportamento tão diferenciados e descritos de modo tão impreciso, pois isolados do contexto social, podem ser agrupados sob o mero rótulo de agressão? Parece improvável que alguém aceitasse tal afirmação no contexto do estudo de um comportamento animal. Se eu fizesse generalizações comparativamente grosseiras, com base em dados tão insuficientes, em meu estudo da memória de pintos de um



dia, o artigo seria imediatamente rejeitado. Contudo, as afirmações no artigo de Brunner tornaram-se parte de um arsenal de argumentos empregados, por exemplo, pela Iniciativa sobre a Violência.

Um terceiro erro no uso dessa argumentação é a 'quantificação inadequada'. Por meio dela, afirma-se que características reificadas e aglomeradas podem receber um valor numérico. Se uma pessoa é violenta, ou inteligente, pode-se indagar quanto o é em relação a outra pessoa. O QI é exemplo bem conhecido, mas a quantificação da agressividade também é reveladora, pois ilustra outro aspecto da cascata reducionista que leva ao determinismo neurogenético: o uso do modelo animal. Coloque um camundongo em gaiola já ocupada por um rato, e em geral o rato acabará matando o camundongo. Considera-se que o tempo levado pelo rato para realizar esse ato varia de acordo com sua agressividade: alguns ratos matarão

imediatamente, outros levarão mais tempo, e outros não matarão o camundongo. O rato que mata em 30 segundos é, nessa escala, duas vezes mais agressivo que o que mata em um minuto.

Essa medida, dignificada como 'comportamento muricídeo' (assassínio de camundongos), serve como índice quantitativo para o estudo da agressividade, desprezando-se muitos outros aspectos da interação rato-camundongo – por exemplo, as dimensões, forma e grau de familiaridade dos participantes da interação com o ambiente da gaiola, as oportunidades para o camundongo esconder-se ou fugir ou a história anterior de interações entre os dois. Apesar disso, o tempo que o rato leva para matar serve como critério para medir a agressividade e tal comportamento é indevidamente transposto para as gangues que disparam umas contra as outras nos subúrbios de Los Angeles. Afirma-se que os genes que afetam a interação muricídea têm seus homólogos no homem, e assim são fatores explicativos também para o comportamento humano.

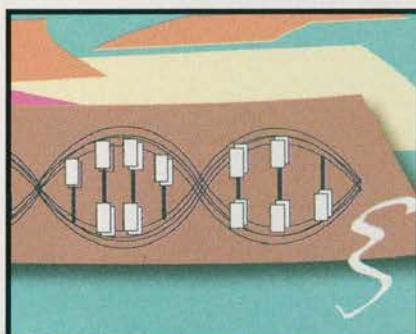
Naturalmente, em um sentido absolutamente trivial, isso poderia ser verdade. Um defeito genético que leva à cegueira nos ratos pode ter seu homólogo no homem, e as pessoas cegas, presume-se, têm menos probabilidades de sacar uma arma e atirar do que as que enxergam. Mas não é isso que os deterministas querem dizer quando defendem uma origem genética específica para a violência.

A crença na 'normalidade estatística' estabelece que em qualquer população a distribuição de tais índices comportamentais forma uma curva de Gauss, a curva em forma de sino. O melhor exemplo é o QI, teste que gerações sucessivas de psicometristas aperfeiçoaram e remodelaram até que se ajustasse (quase) à distribuição estatística oficial: manipulação explorada ao máximo em *The Bell Curve*. Mas supor

que uma população inteira pode ser distribuída ao longo de uma única dimensão, para a qual um único valor numérico pode ser atribuído, é confundir uma manipulação estatística com um fenômeno biológico. Não há qualquer necessidade biológica dessa distribuição unidimensional (mesmo para traços genéticos de variação contínua), nem de uma distribuição na qual a população mostre uma difusão conveniente. É perfeitamente possível fabricar exames nos quais virtualmente todos alcancem a marca dos 100%.

O poder dessa estatística reificada, contudo, não deve ser menosprezado. Ela funde dois conceitos diferentes de 'normalidade', sugerindo que ficar fora da margem permitida em torno da norma é ser, de algum modo, anormal, não só do ponto de vista estatístico, mas também no sentido de que estabelece valores normativos. Assim, a homossexualidade é anormal porque só uma pequena percentagem da população é *gay* ou lésbica, e tem sido, pelo menos até há pouco tempo, normativamente inaceitável, tanto para a lei quanto para a religião. Quando Herrnstein e Murray colocaram em seu livro o título *The Bell Curve*, aproveitaram-se precisamente desses múltiplos significados da normalidade reificada.

Depois que os processos são reificados e transformados em coisas, e que estas são quantificadas arbitrariamente, o objeto reificado deixa de ser propriedade até mesmo do indivíduo, tornando-se propriedade de uma parte da pessoa – é isto a 'localização espúria'. Daí a tendência a falar, por exemplo, em cérebros, genes e mesmo urina esquizofrênicos, ao invés de cérebro, genes e urina de alguém com diagnóstico de esquizofrenia. Naturalmente, todos devem saber que isso é uma forma abreviada de falar, mas as expressões 'cérebro *gay*' ou 'genes *gay*' fazem mais do que simplesmente vender livros para seus autores: elas refletem e endossam o



“As expressões ‘cérebro gay’ ou ‘genes gay’ fazem mais do que vender livros: refletem e endossam o modo de pensar (...) que constitui o determinismo neurogenético.”

modo de pensar e a explicação que constitui o determinismo neurogenético, pois desarticula as propriedades complexas dos indivíduos em fragmentos isolados e localizados da biologia, permitindo que os debates neuroanatômicos discorram sobre a hipotética localização do homossexualismo em uma ou outra região hipotalâmica, ou se ele se deve a um corpo caloso com conformação diferente no cérebro.

A agressão é, da mesma forma, 'localizada' no sistema límbico, provavelmente na amígdala (lóbulo na superfície inferior do cerebelo). Nos anos 70, os psicocirurgiões norte-americanos propuseram combater a violência nas cidades pela amigdalectomia dos militantes dos guetos (V.H. Mark e E.R. Ervin, *Violence and Brain*, Harper & Row, Londres e NY, 1970). Hoje, as coisas são mais sofisticadas: uma localização no cérebro também pode assumir a forma de algum desequilíbrio químico, provavelmente de um neurotransmissor, de modo que a

'agressão', hoje, pode ser 'causada' por uma perturbação nos mecanismos abastecedores de serotonina, e as drogas, mais do que o bisturi, constituem a solução aprovada. Adrian Raine diz ser capaz de detectar reduções na atividade neural do córtex frontal em 'assassinos' – que seriam diferentes em indivíduos 'normais' – pelo escaneamento do cérebro, e assim determinar “com 80% de certeza” a possibilidade de uma pessoa ser um assassino violento. Não fica claro o que o método mostraria no cérebro de Saddam Hussein ou do general sérvio-bósnio Ratko Mladic. Presumivelmente estariam entre os classificados como 'normais' por Raine.

O determinismo neurogenético apresenta, nesse ponto, seu sentido de 'causalidade equivocada'. Certamente é provável que, durante embates agressivos, as pessoas manifestem mudanças dramáticas nos hormônios, nos neurotransmissores e nas respostas neurofisiológicas, que podem ser afetadas pelo tratamento com drogas. Pessoas cuja história de vida inclui muitos desses embates provavelmente apresentarão diferenças permanentes em vários marcadores do cérebro e do corpo. Mas descrever essas mudanças como 'causas' de comportamentos particulares é falsear a correlação ou mesmo a consequência, tomando-a como causa.

Há anos essa questão tem levado à busca dos fatores bioquímicos e cerebrais para desordens psiquiátricas. Quando se tem resfriado, o nariz escorre. Mas o muco nasal é consequência e não causa da infecção. Quando temos dor de dente, pode ser que aliviemos a dor tomando uma aspirina, mas a causa da dor de dente não é pouca aspirina no cérebro. Tais falácias são, contudo, consequência quase inevitável dos processos de reificação e aglomeração, porque se há uma coisa que se chama, digamos, alcoolismo, então parece apropriado procurar um único agente causador para ela. É difícil lidar com a complexidade

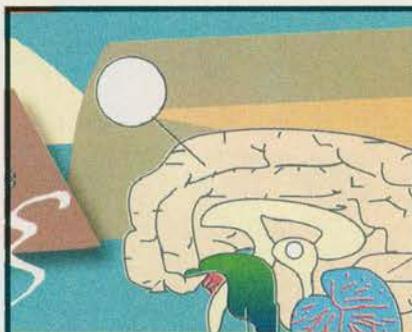
dentro dos argumentos da agenda neurogenética.

CONSEQÜÊNCIAS DO DETERMINISMO

Sabe-se que certo número de defeitos em um único gene pode causar disfunções graves da mente e do cérebro. A doença de Huntington, que aparentemente progride de modo inevitável para o colapso neurológico na meia-idade, é exemplo clássico, mas há muitos outros: a síndrome de Lesch-Nyhan, a doença de Tay-Sachs – a lista de doenças raras, porém devastadoras, é grande. A neurogenética exagera esse fato, passando de um para muitos genes, de genes com conseqüências previsíveis em quase todos os ambientes para genes com efeitos pequenos ou tão variáveis que se tornam impossíveis de prever.

Apenas em pequena percentagem de casos do mal de Alzheimer há claro envolvimento genético, mas as evidências sobre a identificação de marcadores genéticos como causa da depressão maníaca e de esquizofrenia foram alardeadas com muita publicidade. Depois, saíram silenciosamente das páginas dos jornais. Na melhor das hipóteses, a caça aos genes 'favoráveis' a essas doenças será capaz de identificar casos de anormalidade nos quais o efeito genético imita uma condição fenotípica mais ampla.

Os geneticistas falam de fenocópias para enfatizar o primado de suas explicações genéticas nesses casos. Eu propus o termo 'genocópia' para ajudá-los a avaliar sua contribuição, mais limitada. O que os dois conceitos enfatizam é em que medida múltiplos caminhos podem conduzir a uma conclusão, ao mesmo tempo bioquímica e comportamental. O que ambos mascaram é a possibilidade de que essas conclusões possam não ser idênticas em todos os casos. Algumas depressões diagnosticadas melhoram com um tipo de droga, algumas com outro, e essas diferenças foram estabelecidas com base em



“Não há sequer genes ‘para’ olhos azuis ou castanhos, quanto mais para aspectos complexos da existência humana (...), como o desejo sexual e as guerrilhas urbanas.”

diagnósticos baseados na resposta farmacológica e não na síndrome clínica. Tal critério para definição da doença que acomete o indivíduo mostra mais uma vez a insistência no primado do bioquímico sobre o comportamental, do biológico sobre o social.

Há quatro conseqüências negativas principais para tal determinismo. A primeira refere-se ao estudo da própria biologia: o prejuízo trazido para a conceitualização dos processos vitais. O primado das causas genéticas promove, mesmo entre pesquisadores cuja prática cotidiana deveria convencê-los do contrário, uma visão linear dos processos vitais, na qual a chave da própria vida está na corrente unidimensional de bases de nucleotídeos do DNA, o genoma mitopoiético (causador de mitos). Prova disso são as metáforas que os geneticistas moleculares usam para falar das metas do Projeto do Genoma Humano: ‘Santo Graal’, ‘Código dos Códigos’, ‘Livro da Vida’, ou ‘genes para’ situações

particulares, como se todas as quatro dimensões do organismo (três espaciais e uma para a história da vida e do desenvolvimento) pudessem ser lidas a partir desse código linear como um catálogo telefônico.

Poucos escritores populares são mais culpados disso do que Richard Dawkins. De seu primeiro livro, *The Selfish Gene* (*O gene egoísta*, Itatiaia/USP, 1979) ao mais recente, *River out of Eden* (*O rio que saiu do Éden*, Rocco, 1996), ele vem mostrando pendor retórico para tornar plausível a visão genética não apenas do indivíduo mas de todo o mundo vivo. Os genes, claro, não são egoístas (esse termo só tem sentido quando aplicado a um organismo, não a uma parte dele), mas, enquanto em meu livro *The Conscious Brain* (*O cérebro consciente*), dos anos 70, a simplificação no título era deliberada, Dawkins parece realmente acreditar que o mundo é feito assim.

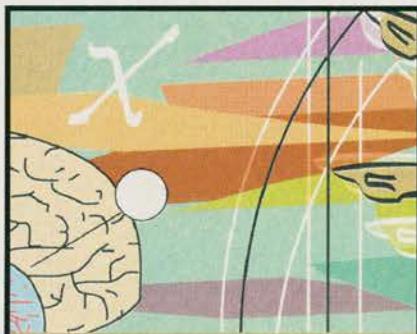
Geneticistas populacionais, evolucionistas militantes e biólogos moleculares reconhecem que há múltiplos mecanismos em jogo nos processos de evolução ou extinção das espécies, e naqueles em que novas espécies são formadas. Eles incluem, é evidente, a clássica seleção natural e possivelmente a seleção sexual, mas também podem incluir deriva genética e impulso molecular, efeito do fundador e muitos outros. Mas para Dawkins, assim como para Darwin, explicar como a seleção natural *per se* gera novas espécies continua sendo muito mais difícil do que explicar como ela consegue fazer com que as espécies já existentes evoluam de modo a executar cada vez melhor suas funções específicas.

Além disso, os processos seletivos dos quais a evolução darwiniana depende operam em muitos níveis: os do gene, do genoma, do organismo e mesmo o da população. Para Dawkins, só o gene, o ‘replicador’ primário de DNA, é que conta. É versão daquilo que nos anos 30 era chamado de ‘genética do saco de

feijão', que via cada gene como unidade individual discreta; desde então, a história da genética populacional, nas mãos de Sewall Wright, Theodosius Dobzhansky e outros, caminhou para transcender essas simplicidades, mas o esquema de popularização de Dawkins não consegue lidar com a complexidade. Por isso, ele continuamente reduz os organismos a genes e os genes a texto, ou seja, *informação*: "A vida é apenas *bytes* e *bytes* de informação digital." Ele pode pensar que é só um PC primitivamente desenhado, mas duvido que o resto de nós se veja desse modo. Não é de 'informação' que a vida trata, é de 'significado', e uma coisa não é, mesmo formalmente, reduzível à outra.

Para tornar claro aonde quero chegar, considerem o fenômeno que eu estudo – a memória. Acredita-se que a memória seja codificada no cérebro com base no estabelecimento de conexões entre as células nervosas, para criar novos circuitos potenciais. Essa descrição é um pouco rudimentar, mas no momento é suficiente. Especialistas em modelagem por computador, da área da inteligência artificial, tiveram um dia glorioso produzindo diagramas para mostrar como tais circuitos podem ser criados, e todo um universo teórico foi formado na década passada – o conexionismo –, que garante ser capaz de modelar memórias dessa forma.

Em recente *workshop* sobre a memória, um modelador entusiástico de Oxford disse ter conseguido calcular que uma estrutura particular no cérebro dos primatas, o hipocampo, pode armazenar precisamente 36 mil memórias. Para ele, memória era sinônimo de *bit* de informação. De quantos *bits* de informação precisarei para recordar a tristeza peculiar às longas sombras do outono, a cor do cabelo do meu filho, ou mesmo o que comi no jantar de ontem? Essas coisas simplesmente não são calculáveis em termos de teoria da informação. Entretanto, estão no centro



**“A imposição da culpa
à vítima gera uma
espécie de fatalismo
entre aqueles indivíduos
que ela estigmatiza:
não é nossa culpa,
a culpa é
da nossa biologia.”**

da vida – e suspeito que isso vale tanto para Dawkins, o vulgarizador de Oxford, quanto para o conexcionista de Oxford. Nem eles, nem meu envolvimento pessoal e intelectual com eles, são meros *bytes* e *bytes* e *bytes*.

O QUE OS GENES FAZEM?

Então, o que deveríamos dizer quando discutimos os genes? A simplificação que fala do gene 'para' uma determinada condição leva a equívocos profundos – afinal, não existem sequer genes 'para' olhos azuis ou castanhos, quanto mais para aspectos complexos da existência humana, modelados pela história de cada um e pela sociedade, como o desejo sexual e as guerrilhas urbanas. O desenvolvimento celular e a rota enzimática que resulta na manufatura de pigmentos particulares envolve muitos milhares de genes; o caminho que leva às manifestações comportamentais que chamamos de desejo envolve claramente genes mas não pode, de modo sensato,

ser visto como incorporado a eles.

O que há, naturalmente, são diferenças entre genomas. Assim, em qualquer genoma particular, a ausência de determinado gene pode resultar na emergência de diferenças na cor dos olhos. Os biólogos, observando os efeitos de determinadas mutações ou deficiências genéticas, estudam o funcionamento do sistema na ausência ou no mau funcionamento de um gene em particular. Além disso, o sistema não dá respostas passivas à ausência ou à má-função: em vez disso, ele procura, através da plasticidade do desenvolvimento, compensar qualquer déficit.

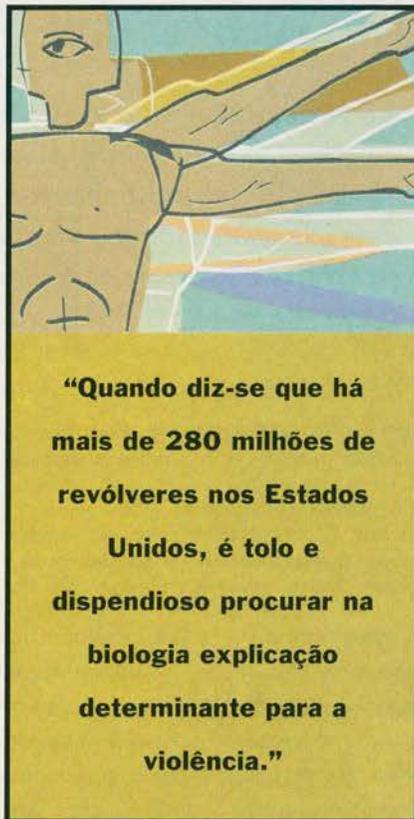
Desserviço considerável foi prestado à biologia pela emergência, nos primeiros anos deste século, de duas disciplinas separadas: a genética, que responde essencialmente a perguntas sobre as origens das diferenças entre organismos, e a biologia do desenvolvimento, que responde a perguntas sobre os processos que garantem a similaridade. A linguagem descuidada usada a respeito do DNA e da genética molecular serve para aumentar a distância entre as duas, mais do que ajuda a criar uma ponte, de modo a abrir o caminho para a biologia sintética de que tanto precisamos. Como se sabe, chimpanzés e homens compartilham mais de 98% de seu DNA, mas ninguém confundiria os dois fenótipos. Não temos idéia, no presente, das regras desenvolvimentais que em um caso levam ao chimpanzé e no outro ao homem, mas essa questão, certamente uma das maiores incógnitas da biologia, parece ser indiferente para a maioria dos geneticistas de orientação molecular.

As outras consequências do determinismo têm alcance maior que a teoria. Se as pessoas sem teto ou deprimidas estão nessas condições por causa de uma falha em sua biologia, a sociedade não pode ser culpada por sua situação, mesmo que uma sociedade humana procure, por meios farmacológicos ou outros, aliviar suas misérias. A imposição

da culpa à vítima gera, por sua vez, uma espécie de fatalismo entre aqueles que ela estigmatiza: não é nossa culpa, a culpa é da nossa biologia. Esse fatalismo pode trazer seu próprio alívio, porque o estigma é menor para o portador ou transmissor de um gene deficiente do que para quem se coloca como moralmente responsável. É surpreendente que, nos Estados Unidos, destacados ativistas do movimento *gay* tenham abraçado a explicação 'cérebro *gay* - genes *gay*' para sua orientação sexual, com a justificativa explícita de que não podem mais ser considerados moralmente culpados por um estado 'natural', nem podem mais ser vistos como perigo capaz de contagiar outros com suas inclinações 'perversas'.

A conseqüência final é a subversão das fontes de recursos, hoje tão escassas. Financiamentos para pesquisa e tratamento tornam-se malfocalizados. Um bom exemplo é a orientação dos fundos para a pesquisa na Rússia sobre a biologia molecular e a genética do alcoolismo: nenhuma tentativa racional de explicar a prevalência de bêbados, impregnados de vodka, nas ruas de Moscou consideraria a genética peculiar da população russa como ponto de partida. Da mesma forma, a Iniciativa sobre a Violência - que visa buscar as origens da violência na sociedade americana em termos de genótipos dos negros e dos brancos pobres das cidades, de problemas de 'temperamento' em crianças pequenas e em deficiências nos mecanismos de reabastecimento de serotonina em criminosos encarcerados - claramente vai manter uma geração de psicólogos, neurofarmacólogos e geneticistas comportamentais com seus fundos de pesquisas por muitos anos.

Uma das chaves do sucesso em ciência é identificar o nível adequado de análise em que os determinantes de um fenômeno complexo devem ser buscados. Contudo, quando as diferenças entre ricos e pobres são tão grandes (e



cada vez maiores), quando os lucros potenciais da violência podem ser tão altos (chegando a um ponto em que ela pode até ser sancionada socialmente) e especialmente quando, nos Estados Unidos, diz-se que há mais de 280 milhões de revólveres de propriedade privada, é diversão tola e dispendiosa procurar na biologia explicação determinante para o que está acontecendo.

Mesmo em circunstâncias menos dramáticas, a ênfase nas explicações genéticas e na pesquisa de orientação molecular impede os pesquisadores de ver e estudar o óbvio. A convicção quase universal entre os psiquiatras biologists de que a esquizofrenia é perturbação genética significa que são incapazes de responder à sugestiva evidência epidemiológica de que o diagnóstico da esquizofrenia nos filhos de casamentos mistos de brancos e negros na Inglaterra é várias vezes mais alto do que em cada uma das populações dos pais, tomadas em separado. Nenhum modelo genético

se adapta a essa descoberta, enquanto cresce a explicação em termos do racismo da sociedade na qual essas crianças são criadas.

Entretanto, sabe-se muito bem que, com algum engenho, qualquer distribuição fenotípica pode ter uma explicação genética, partindo-se de suposições sobre os efeitos incompletos ou mascarados dos genes, conhecidos tecnicamente como penetrância parcial e dominância incompleta. Não é difícil para um geneticista comportamental oferecer a alternativa de que esses dados podem ser atribuídos a um casamento preferencial - ou, em outras palavras, você deve ser maluco para manter um relacionamento com alguém de uma cor diferente da sua.

Não há dúvida de que o aumento significativo dos conhecimentos neurocientíficos está mudando e enriquecendo nossa compreensão do cérebro e do comportamento. Também não há dúvida de que, empregado de modo adequado e sábio, o novo conhecimento oferece o potencial de diminuir o nível de sofrimento humano, pelo menos em sociedades industrializadas relativamente prósperas. Mas até que as neurociências e a genética possam ser arrancadas de seu molde reducionista e colocadas dentro de compreensão mais integrada das relações entre o biológico, o individual e o social, abandonando sua visão unilateral das causas das ações humanas e reconhecendo o nível determinante e adequado da explicação para fenômenos complexos (ou seja, até que deixemos de procurar a chave embaixo do poste de luz porque ali há luz, e um momento de reflexão nos indique que a perdemos muito antes, na estrada), o potencial positivo de tais ciências permanecerá limitado e seu potencial de má-aplicação permanecerá substancial e perturbador.

TRADUÇÃO: *Maria Ignez Duque-Estrada*

Reciclar lixo é um luxo?

“Recentemente o Jornal do Brasil, citando The New York Times, publicou a informação de que a cidade de Nova York gasta quase três mil dólares para reciclar cada tonelada do lixo recolhido no município, mas gastaria apenas 200 para enterrar a mesma quantidade em aterros sanitários. Sendo assim, a reciclagem seria uma medida dispendiosa e inútil.

Afinal, reciclar lixo é um luxo de países ricos?”

Janine Esteves, Porto Alegre.

“Gostaria de iniciar em minha cidade um trabalho de coleta seletiva de lixo.

Onde posso obter informações sobre o assunto?”

Maria Nélia de Souza, Vitória.

Quem responde é André Vilhena, engenheiro químico e consultor-técnico em reciclagem e gerenciamento integrado de lixo: Existem muitos aspectos a considerar num projeto de coleta seletiva e reciclagem de lixo que não se restringem apenas ao retorno financeiro imediato. A dinâmica da reciclagem pode ser entendida como uma corrente em que todos os elos devem se interligar e funcionar em perfeito equilíbrio. A base de um projeto de reciclagem é a coleta seletiva dos materiais recicláveis. Deve-se ressaltar que estamos falando aqui da coleta seletiva de lixo domiciliar urbano.

Uma forma de coleta seletiva é a que prevê separação prévia entre os materiais recicláveis e o lixo comum, pelo próprio gerador (o usuário); outra consiste na separação, pela própria fonte geradora, dos componentes que podem ser recuperados, por meio de um acondicionamento distinto para cada componente ou grupo de componentes. Associações de bairro, grupos ecológicos, colégios e outras instituições podem organizar iniciativas de coleta e educação ambiental, usando tecnologias adequadas ao tamanho e ao volume de lixo a ser triado.

Reciclagem

Por definição, reciclagem é a recuperação e/ou a reutilização de materiais descartados. No entanto, podemos subdividir essa etapa em reciclagem direta, indireta e reutilização. Na direta, recuperam-se materiais descartados ainda na linha de produção das fábricas, tais como aparas, rebarbas, material fora de especificação etc. que entram novamente no ciclo produtivo. Na indireta, trata-se de materiais já usados e descartados no lixo (como plásticos, vidros etc.), que são coletados, separados e recuperados com a mesma finalidade ou outra qualquer. As tecnologias utilizadas para o reprocessamento podem ser as mesmas dos materiais virgens

ou sofrem alterações específicas, conforme a finalidade. Algumas vezes o material retorna a seu estado original ou próximo dele (matéria-prima básica).

Reutilização, como o próprio nome indica, é o reaproveitamento do material com um mínimo de esforço de reprocessamento, ou seja, sem necessidade de aplicação de tecnologias complexas de reciclagem (por exemplo, garrafas de vidro para vinhos e conhaque).

Quanto à reportagem do *The New York Times* citada pelo leitor, existem alguns equívocos básicos. Ela afirma, por exemplo, que, “se os EUA continuarem produzindo nos próximos mil anos a mesma quantidade de lixo que produzem hoje e enterrarem esse lixo num único lugar (um aterro com profundidade de 100 m), terão ocupado no ano 3000 uma área de 56 mil km², o que corresponde a 1% da área hoje disponível para gramados no país”. Ora, assim como o Brasil, os EUA têm dimensões gigantescas. Seria totalmente inviável colocar todo o lixo gerado no país em um único aterro sanitário. É possível imaginar o custo com transporte para aterrar o lixo gerado no Alasca para um aterro sanitário na Flórida? Esta comparação pode parecer exagerada mas não é. No Brasil, alguns municípios enfrentam problemas ao procurar espaço para aterrar seu lixo. Muitas vezes são obrigados a transportá-lo para localidades afastadas, o que aumenta muito o custo da operação. O transporte de lixo a longas distâncias só se justifica quando se trata de matéria-prima para a indústria recicladora ou se já for um produto reciclado com maior valor agregado, ou seja, maior valor de revenda. Neste caso, há um aumento da margem de lucro, que poderá cobrir custos adicionais, tais como os custos com transporte para maiores distâncias.

Além disso, a reportagem adota uma visão extremamente imediatista ao afirmar que “já está provado que a tecnologia é capaz de substituir matérias-primas em vias de extinção e



Módulo usado pela Prefeitura de Porto Alegre para coleta seletiva de papéis, plásticos, metais e vidros.

que alguns recursos naturais poupados pela reciclagem são cada vez mais abundantes e baratos”. Ao contrário: as fontes de matéria-prima dos produtos comumente encontrados no lixo domiciliar são, em sua maioria, esgotáveis, como o plástico e o alumínio. O plástico tem origem no petróleo e o alumínio é extraído do minério bauxita. Mesmo que as reservas mundiais dessas matérias-primas ainda sejam grandes, já existe o risco de se tornarem escassas no futuro (talvez em menos de mil anos), sem alternativas viáveis para substituí-las. E, mesmo que venham a existir, como garantir que serão aplicáveis, do ponto de vista técnico e econômico, em todas as partes do mundo?

São vários os exemplos de benefícios ambientais associados à reciclagem:

1. Para reciclar o alumínio, por exemplo, usa-se apenas 5% da energia utilizada para produzi-lo a partir da bauxita, matéria-prima original.
2. Quando o aço é produzido inteiramente a partir de sucata, a economia de energia chega a 70% do que se gasta com a produção a partir do minério de origem. Além disso, há uma redução da poluição do ar (menos 85%) e do consumo de água (menos 76%), e eliminam-se todos os resíduos decorrentes da atividade de mineração.
3. O papel de jornal produzido com papel reciclado requer 25 a 60% menos energia do que a necessária para obter papel da polpa da madeira. O papel feito com material reciclado reduz em 74% os poluentes liberados no ar e em 35% os que são despejados na água, além de reduzir a necessidade de derrubar árvores. Felizmente hoje a fabricação de papel não requer devastação de florestas em grande escala, pois existem plantações específicas para atender a essa finalidade.
4. Na reciclagem do vidro é possível economizar aproxima-

madamente 70% da energia incorporada ao produto original.

5. Com a reciclagem de plásticos, tem-se economizado 88% de energia em comparação com a produção a partir do petróleo e preserva-se esta fonte esgotável de matéria-prima.

Aspectos sociais

A geração de empregos diretos e indiretos é outro benefício não menos importante da reciclagem, que promove a reintegração na sociedade de pessoas que antes estavam desacreditadas e até marginalizadas, como mendigos e subempregados, que melhoram suas condições de vida.

No Brasil, algumas experiências bem-sucedidas com cooperativas de catadores estão em pleno funcionamento. Em Porto Alegre, a prefeitura vem tentando reintegrar à sociedade cerca de 500 pessoas que moravam e viviam no lixão da zona norte da cidade. Em Santos (SP), a Prefeitura também optou por dar treinamento profissional aos catadores de lixo e desde 1989 fechou seu 'lixão'. Em Salvador, cerca 400 catadores fazem catação específica em um pátio especialmente reservado para isso. A Limpurb (companhia local de limpeza urbana) desenvolveu o projeto dos postos de captação de lixo, iniciativa que será explorada, sob a forma de cooperativa, pelos próprios trabalhadores.

Em Curitiba também foi criado um programa municipal de coleta e triagem de resíduos sólidos. A mão-de-obra foi recrutada inicialmente entre os catadores de papel cadastrados pelos técnicos de serviço social da Regional Centro da Prefeitura, mas depois candidataram-se também moradores desempregados da área. Em Belo Horizonte, os galpões de reciclagem da Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis (Asmare) têm grande função social. No Rio de Janeiro, a Comlurb tem incentivado a criação de cooperativas de catadores por toda a cidade. O volume dos materiais coletados tem crescido significativamente.

O CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem) possui um *kit* para catadores que ensina de modo simples como montar e operar uma cooperativa, com dicas para alcançar bons resultados. Pode ser solicitado por carta (Rua Pedroso Alvarenga 1.254, cj. 52, CEP 04531-004, São Paulo, SP) ou por telefone (011-852-5200). Essa organização não-governamental publica periodicamente manuais que ensinam a montar um negócio com reciclagem de diferentes tipos de materiais: papel, plástico etc.

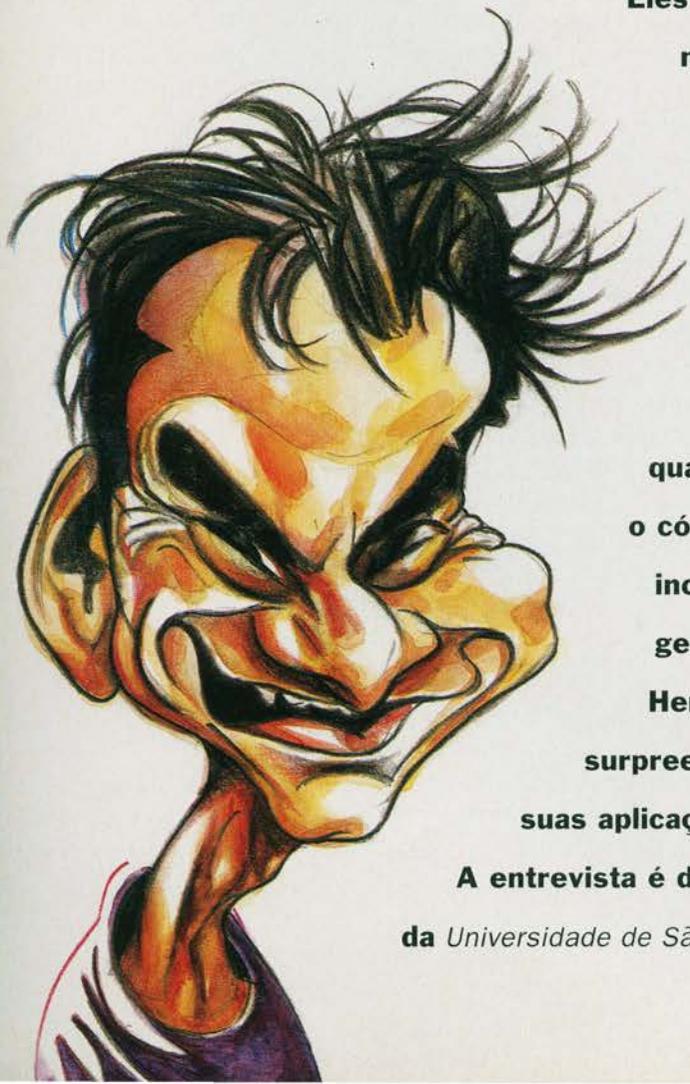
Herman Hofte

A erva daninha que sintetiza todo o mundo vegetal

A *Arabidopsis thaliana*, erva daninha típica de países temperados, é pesquisada por centenas de cientistas em todo o mundo. Entre eles, destaca-se nosso entrevistado, Herman Hofte, holandês que hoje trabalha no Instituto Nacional de Pesquisas em Agronomia, em Versalhes, na França. Mas nenhum deles busca apenas o controle dessa erva daninha. O objetivo é bem maior.

Eles a usam como porta de entrada para conhecer melhor o mundo vegetal. Ela é vista como a síntese, a simplificação, o resumo de toda uma série de plantas muito mais complexas. E permite, assim, que elas sejam muito melhor estudadas. Não por acaso, as pesquisas em torno da *Arabidopsis thaliana* fazem parte de um programa tão ambicioso quanto o Projeto Genoma, que pretende conhecer o código genético de diversos organismos, inclusive do homem (ver 'A megaciência dos genes', em *Ciência Hoje* nº 88). Herman Hofte nos conta aqui detalhes do surpreendente valor dessa simples erva daninha e de suas aplicações na agricultura.

A entrevista é de Marie-Anne Van Sluys, do Departamento de Botânica da Universidade de São Paulo, e de Luisa Massarani, da *Ciência Hoje*.



Por que é importante seqüenciar o genoma de uma planta?

O seqüenciamento permite identificar todos os genes necessários à formação de uma planta. A partir de estudos feitos com determinada espécie, no caso a *A. thaliana*, pode-se obter um modelo útil para o conhecimento de todas as plantas. No Projeto Genoma, que reúne instituições de diversos países, vários organismos estão sendo estudados. A levedura já está completamente seqüenciada e são conhecidas seqüências inteiras de várias bactérias. Com isso, já se conhecem todos os genes necessários à formação de um organismo eucariote (composto de células que têm núcleo definido).

Já se sabe para que serve cada um dos genes de um eucariote?

Os genes são conhecidos, mas não se sabe ainda para que servem. É necessário agora um grande esforço para que se saiba qual a função individual de cada gene. Após longo estudo, será possível desenvolver o modelo das interações de todos esses genes nos seres vivos. Tais estudos mudarão inteiramente a biologia, que se tornará algo como a ecologia, pois serão estudadas as interações dos diferentes componentes que formam um organismo. A primeira etapa é conhecer de fato todos os atores. Daí ser preciso identificar todos, ou seja, fazer o seqüenciamento.

*Por que a *A. thaliana* foi escolhida como modelo?*

Por ter um genoma pequeno, com apenas cinco pares de cromossomos. Seu genoma contém todas as funções básicas de uma planta e, por ser pequeno, é mais fácil de manipular. Parte-se da idéia de que a *A. thaliana* possui uma versão comprimida, sintética, do genoma de outras espécies vegetais. Seus genes são homólogos aos encontrados em outras plantas, isto é, têm a mesma função. Os genes importantes para a fotossíntese, por exemplo, são os mesmos em todas as espécies. Se você tem determinado gene de uma planta, terá



O genoma da *Arabidopsis thaliana* deverá servir como modelo para estudar outras plantas.

também o de todas as demais. Assim será possível superar barreiras ainda existentes e conhecer completamente o mundo vegetal.

*Que cromossomos da *A. thaliana* já foram mapeados e seqüenciados?*

Diferentes tipos de mapas podem ser construídos a partir desses estudos. O primeiro é o mapa físico-molecular, no qual o cromossomo é quebrado em várias partes e organizado em uma seqüência. Os mapas físicos dos cromossomos 2 e 4 já estão prontos. O DNA que compõe o cromossomo é formado por seqüências repetitivas de fosfatos e açúcares, aos quais se ligam as bases nitrogenadas. Tais bases agrupam-se aos pares, e o posicionamento destes é o principal fator que diferencia um cromossomo de outro e interfere nas características individuais. Agora, é preciso

identificar a posição dos marcadores genéticos. O mapa dos marcadores genéticos revela como os caracteres genotípicos (produtos dos genes) estão relacionados com as posições dos genes no cromossomo. Para os cromossomos 2 e 4, temos cerca de mil marcadores genéticos. O passo seguinte é o seqüenciamento, a leitura da ordem dos pares de base ao longo de cada um desses pedaços de cromossomos já ordenados.

E os outros três cromossomos?

Praticamente todo o cromossomo 3 já foi desvendado, e o trabalho que falta deve estar concluído no final de 1997. Na mesma época, teremos também o mapa físico dos cromossomos 1 e 5. Há um projeto europeu para o seqüenciamento do genoma da *A. thaliana* e um milhão de pares de base do cromossomo 4 já foram seqüenciados. Isso equivale a um centésimo do total. Os americanos têm projeto similar e vão seqüenciar 10 milhões de pares de base em três anos. Os japoneses, por sua vez, vão seqüenciar 10 milhões de pares por ano. Com esses esforços, o seqüenciamento de *A. thaliana* deverá estar concluído antes do final do século. Depois do seqüenciamento, pretende-se caracterizar regiões do cro-

mosso responsáveis pela codificação de alguma função. Com isso, poderemos identificar o gene.

Como o conhecimento resultante de todo esse trabalho pode ser aplicado na agricultura, nas variedades de interesse agrônomo?

Pode-se identificar na *A. thaliana* os genes homólogos aos de espécies de interesse agrônomo. Exemplo disso é um gene bem estudado em *A. thaliana*, responsável provavelmente pela codificação de uma proteína da via de síntese do etileno. Vimos que, no tomate, esse hormônio está associado ao amadurecimento do fruto. Portanto, para manipular o amadurecimento do tomate, pode-se controlar a expressão desse gene. Outro exemplo é o estudo que estamos fazendo em colaboração com pesquisadores franceses, visando isolar o gene responsável pelo tamanho na variedade anã da colza, planta da qual se extrai um óleo. O gene do nanismo na colza é interessante porque confere resistência mecânica à planta. Sem ele, ela se quebraria facilmente, sobretudo quando exposta à chuva ou ao vento forte. Isolamos esse gene, que tem função dominante, e podemos fazê-lo expressar-se em outra planta, como o trigo, por exemplo, no qual pode ser introduzido. Como é difícil trabalhar com o genoma da colza, que é muito grande, podemos nos beneficiar das pesquisas sobre *A. thaliana*, que é parente da colza e tem a mesma organização genômica.

O arroz também vem sendo estudado por seu grupo, não é?

Sim. Estamos estudando o arroz com o objetivo de elaborar um modelo para plantas monocotiledôneas. Também vamos analisar seu genoma, seqüenciar os genes etc. Por exemplo, o gene responsável pela codificação da enzima nitrato-redutase, que torna o nitrogênio do solo acessível às plantas para a síntese de proteínas, ácidos nucleicos e outras substâncias, é de grande importância. Se quisermos estudá-lo na banana, podemos comparar a seqüência do gene com essa função no arroz e a seqüência do gene em questão na *A. thaliana*. Em seguida, procuramos as seqüências que existem em comum e podemos isolar as partes homólogas na banana ou em

A. thaliana possui uma versão comprimida, sintética, do genoma de outras espécies vegetais. Os genes importantes para a fotossíntese, por exemplo, são os mesmos em todas as espécies. Mapear esse genoma tornará possível conhecer completamente o mundo vegetal.

qualquer outra planta. A idéia é que, se tivermos um modelo, poderemos acessar o gene através da função e isolar o gene equivalente nas espécies agronomicamente importantes.

*Como foi o processo de escolha da *A. thaliana*?*

Dois pesquisadores foram fundamentais nesse processo: Chris Sommerville e Meyero-vich. Eles tiveram a idéia de fazer um estudo genético da planta e viram que era viável. Foram eles que descobriram que o genoma de *A. thaliana* era pequeno e que ela tinha muitos pontos em comum com outras plantas. Foi a partir do estudo desses dois cientistas

que a comunidade científica percebeu que *A. thaliana* era um modelo ideal, e muitos pesquisadores começaram então a trabalhar com ela. Hoje, um congresso sobre a *A. thaliana* é sinônimo de um congresso sobre biologia vegetal.

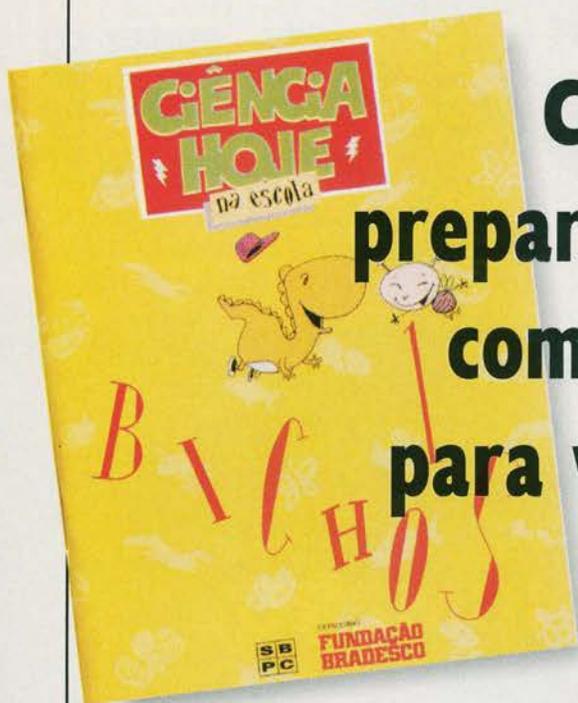
Por que é importante que muitos pesquisadores estudem uma mesma planta? Não seria mais enriquecedor estudar plantas diferentes?

Em centenas de laboratórios de todo o mundo, principalmente nos Estados Unidos, um grande número de pesquisadores decidiu trabalhar com a *A. thaliana*. Assim, uma enorme quantidade de informações sobre essa planta vem sendo gerada. Com tanta gente estudando o mesmo modelo, os resultados podem ser comparados entre si. Não é só na área de plantas que isso ocorre. Muitos pesquisadores usam também a levedura ou a drosófila como modelo, e o conhecimento obtido fica disponível a todos. No caso de *A. thaliana*, as seqüências determinadas são imediatamente disponibilizadas em um banco de dados público, e o pesquisador pode então ter acesso às informações sobre a planta. Além disso, há um grupo de discussão e um jornal eletrônico na Internet.

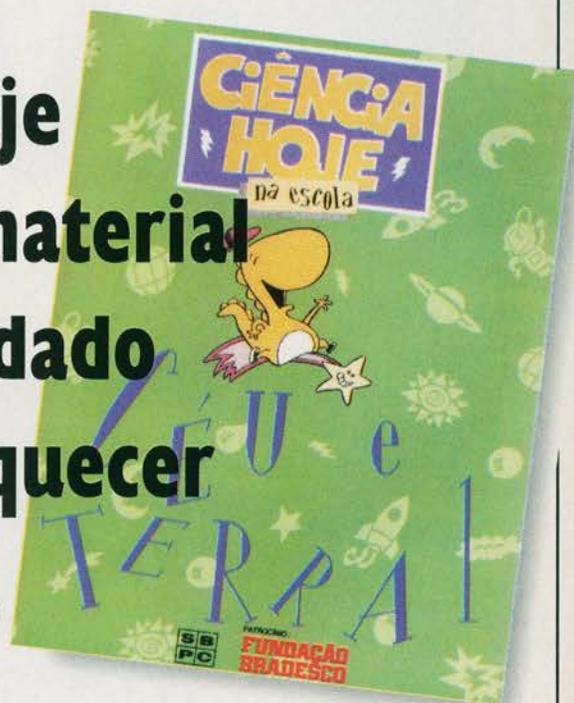
Como se pode ter certeza de que os pesquisadores estão cumprindo o acordo e não sonegam informações?

Não se pode ter certeza, pois sempre há quem esconda informações. Mas se há algo importante que o pesquisador possa patentear, considero eticamente correto que ele guarde a informação até obter a patente.

P R O F E S S O R



**Ciência Hoje
preparou este material
com todo cuidado
para você enriquecer
sua aula.**



Agora, conte aqui como foi a aula.

Ciência Hoje na Escola reúne, em volumes temáticos, artigos e experiências publicados na revista *Ciência Hoje das Crianças*. São textos e desenhos selecionados para você planejar suas aulas com segurança e de acordo com os temas curriculares.

Foi um esforço e tanto. Agora, ninguém melhor que você, com sua experiência, para nos relatar sobre os resultados alcançados.

Escreva-nos contando como transcorreu aula e como reagiram os alunos.

Queremos publicar sua carta na revista *Ciência Hoje*.

Ela pode ser muito útil tanto para nós como para outras escolas do Brasil inteiro.

ENVIE SUA CARTA PARA CIÊNCIA HOJE

Av. Venceslau Brás 71, Casa 27, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22290-140.

Ou pelo fax (021) 541-5342.

Para adquirir seu exemplar ou para qualquer esclarecimento, ligue para:

0800 264846

CIÊNCIA HOJE

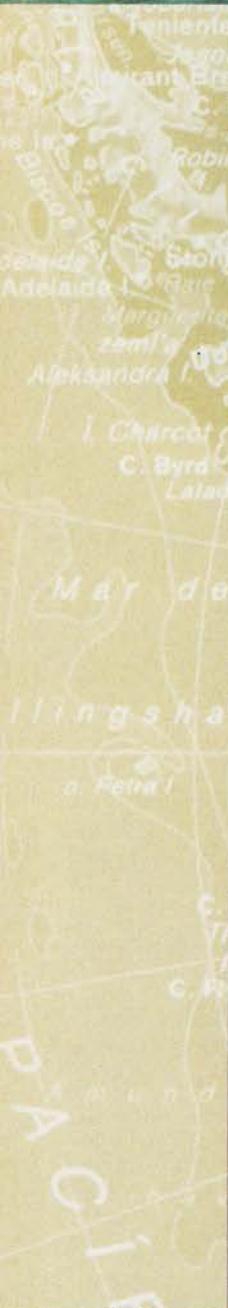
Entre neste coro: Educação! Educação! Educação!



as AVES dos GEL

Edison Barbieri
Vicente Gomes
Phan Van Ngan
Maria José de A. C. R. Passos
*Laboratório de Ecologia Polar,
Departamento de
Oceanografia Biológica,
Instituto Oceanográfico
da Universidade de São Paulo.*

**CAI O NÚMERO
DE ESPÉCIES,
MAS AUMENTA
O NÚMERO DE
AVES DA MESMA
ESPÉCIE**



OS do SUL



Por que grande número de aves faz seus ninhos e cuida dos filhotes em rochedos e praias da Antártida e das ilhas vizinhas, onde o frio é intenso, mesmo no verão? A resposta está, principalmente, na abundância de alimento oferecida pelos mares austrais, na disponibilidade de espaço para a reprodução e na relativa ausência de predadores. Tais vantagens explicam por que cerca de 30 espécies põem seus ovos no continente antártico e nas ilhas adjacentes, número que triplica se incluídas outras ilhas daqueles mares. São aves adaptadas à vida no mar e às condições climáticas adversas – adaptação que atinge o nível mais elevado nos pingüins, verdadeiros símbolos do continente gelado do Sul.

A ANTÁRTIDA, continente com 14 milhões de km², onde está situado o Pólo Sul, é uma das regiões mais inóspitas da Terra. O frio intenso faz com que, mesmo no verão, 98% de sua área sejam permanentemente cobertos por espessa camada de gelo. No inverno, o congelamento dos mares litorâneos aumenta ainda mais a extensão do continente, que passa de 14 milhões para cerca de 30 milhões de km². As condições climáticas tornam muito pobre a vida terrestre na Antártida, o que contrasta com a abundância de vida nos mares que circundam o continente.

A grande quantidade de recursos marinhos é ainda mais acentuada durante o verão. Por causa da inclinação do eixo de rotação da Terra, as áreas próximas aos pólos recebem a luz do Sol ininterruptamente durante metade do ano e ficam sem ela na outra metade, e nas latitudes dos mares austrais os períodos de luz são muito longos no verão e muito curtos no inverno. Nos verões antárticos, aproximadamente entre dezembro e fevereiro, o longo período de luz, o degelo e a grande disponibilidade de nutrientes aceleram o crescimento do fitoplâncton (conjunto dos organismos vegetais microscópicos em suspensão na água), base da cadeia alimentar que sustenta a rica comunidade animal dos oceanos. O alimento abundante no mar e a existência de locais protegidos para procriação explicam por que as ilhas subantárticas, entre 47° e 66° de latitude Sul, e a orla do continente são visitadas por mamíferos aquáticos (focas, leões-marinhos e outros) e por muitas aves durante o curto período de verão.

Quando os navios zarpam do porto de Punta Arenas (Chile) e rumam para a Passagem de Drake, que separa a América do Sul da Antártida, são sempre seguidos e assediados por um cortejo de aves, em busca de alimento fácil. É comum observar albatrozes e petréis acompanhando os navios, e ainda – com um pouco de sorte e atenção – focas, baleias e golfi-





Figura 1. Albatroz-errante (*Diomedea exulans*), ao centro, rodeado de albatrozes-de-sobrancelha (*D. melanophris*). Embaixo, à direita, uma pomba-do-cabo (*Daption capense*).



Figura 2. O albatroz-de-sobrancelha, como todas as aves da mesma ordem, levanta vôo desajeitadamente, em terra ou no mar.

nhos. Já que a principal fonte de alimento é o mar, todas as aves que fazem ninhos nas terras do Sul são adaptadas à vida aquática, exceto algumas espécies terrestres que habitam certas ilhas próximas. Quando o frio do outono começa a congelar a superfície oceânica, os animais iniciam a migração de retorno, buscando águas mais quentes ao norte, nas Ilhas Malvinas, na Patagônia, no litoral do Chile e mesmo no litoral brasileiro, onde permanecem até o início do próximo verão antártico.

OS ALBATROZES

Na tempestuosa Passagem de Drake pode-se ver o albatroz-errante (*Diomedea exulans*), maior ave marinha do mundo, planando sobre o oceano com sua majestosa envergadura, de até 3,5m. Outras espécies de albatrozes – aves da ordem Procellariiformes e da família Diomedidae – são encontradas na Antártida (figura 1), distinguindo-se pelo bico grande e forte, de diferentes cores (amarelo, cinza, preto ou azul), e pela plumagem, que varia entre o branco, o negro-azulado ou o pardo. Fazem seus ninhos até o limite de 60° S, formando colônias em ilhas com depressões pedregosas, distantes da costa continental,

repletas de musgos, carapaças de moluscos e guano (excrementos de aves). Alimentam-se de peixes, lulas e restos de animais mortos.

Quem os observa enquanto se preparam para voar não compreende o encanto que exercem sobre os navegadores, e talvez os considere desajeitados. Com bico forte em forma de gancho, cauda muito curta e grandes pés palmados que servem de nadadeiras, os albatrozes decolam com dificuldade, correndo pela superfície da água ou do solo, mantendo as asas rijas (figura 2). No ar, ao contrário, quando contam com ventos fortes, são capazes de acompanhar um navio – sobretudo os de pesca, para obter comida fácil – durante horas a fio, sem praticamente movimentar as asas.

A aventura do albatroz começa no meio do verão, quando as aves jovens, depois de ficarem em média cinco anos consecutivos em mares distantes, voam pela primeira vez ao lugar onde nasceram para o início do processo de acasalamento. Ali começa a longa maratona coreográfica através da qual os machos conquistam as fêmeas. Outras cinco 'temporadas' de dança serão necessárias antes que um albatroz encontre seu par e inicie a procriação. Uma vez formados

os pares, as aves permanecem unidas e fiéis pelo resto de suas vidas.

Para saber o quanto um albatroz viaja em busca de alimento, os pesquisadores aplicam uma tinta inofensiva em grande número de aves e solicitam, a todos os navios que viajam pela região, que comuniquem o aparecimento de aves marcadas dessa forma. Assim, foi possível medir a área de pesca do albatroz-errante, que chega a ter um raio de 240 km. Outro método bastante usado para acompanhar as migrações das aves é o de prender, nos pés das aves, anéis com inscrições que identificam cada indivíduo.

Durante os 10 meses em que permanecem no mar, os albatrozes circunvagam o continente antártico, acompanhando os ventos predominantes. Ainda não se sabe como conseguem percorrer tamanhas distâncias dentro da imensidão do oceano, encontrando sempre seu caminho – acredita-se que se orientem pelo Sol. Essa viagem, na qual as aves percorrem em torno de 22 mil km, repete-se em anos alternados durante os cerca de 50 anos (em média) de vida adulta dos albatrozes. Eles fazem seus ninhos a cada dois anos e o período reprodutivo dura aproximadamente 12 meses.



Figura 3. Os albatrozes-de-sobrancelha, embora façam ninhos em regiões antárticas, podem ser vistos alimentando-se em águas brasileiras.



Figura 4. O petrel-gigante (*Macronectes giganteus*) adulto mede cerca de 3m de uma ponta da asa à outra.

Diversas espécies de albatrozes que se reproduzem em ilhas subantárticas também são vistas em águas brasileiras durante o ano inteiro, seguindo os barcos de pesca, como o albatroz-de-sobrancelhas (*Diomedea melanophris*), o albatroz-errante (*D. exulans*), o albatroz-real (*D. epomophora*), o albatroz-de-nariz-amarelo (*D. chlororhynchos*) e o albatroz-de-cabeça-cinza (*D. chrysostoma*). Em sua maioria, são aves imaturas que perambulam pelos oceanos até atingirem a maturidade sexual (figura 3).

PETRÉIS E BIGUÁS

Já os petréis – que como os albatrozes pertencem à ordem Procellariiformes – formam um grupo numeroso, composto por três famílias: a dos petréis propriamente ditos (Procellariidae), a dos petréis-das-tormentas (Hidrobatidae) e a dos petréis-mergulhadores (Pelecanoididae). Seus integrantes apresentam diferentes cores e tamanhos, desde os pequenos petréis-das-tormentas (*Oceanites oceanicus*), com 19cm de envergadura, até os petréis-gigantes (*Macronectes giganteus*), com 3m de envergadura (figura 4). As 11 espécies de petréis que fazem ninhos na região antártica pertencem a 11 gêneros distintos,

distribuídos pelas três famílias.

É fácil distinguir esses animais pelo bico forte, sobre o qual há dois tubos nasais por onde é expelido o excesso de sal retirado do sangue pela glândula de sal. Alguns fazem seus ninhos sobre tapetes de musgo, como a pomba-do-cabo (*Daption capense*) ou o petrel-prateado (*Fulmarus glacialisoides*), ou em covas escavadas no chão, como o petrel-das-tormentas-de-ventre-negro (*Fregetta tropica*), ou ainda em terreno pedregoso, como o petrel-gigante (*M. giganteus*). Alimentam-se principalmente de peixes, lulas, medusas, restos de outros animais e do krill, pequeno crustáceo abundante nos mares austrais.

A distribuição geográfica das espécies de petréis varia amplamente, desde os petréis-das-neves (*Pagodroma* sp.), encontrados apenas no continente antártico, até espécies que se reproduzem na Antártida mas migram, durante o outono-inverno austral, para zonas mais cálidas de regiões temperadas, como o petrel-prateado (*F. glacialisoides*) e a pomba-do-cabo (*D. capense*), e podem até chegar a regiões tropicais, como o petrel-das-tormentas (*O. oceanicus*) e o petrel-gigante (*M. giganteus*). Tal diversidade tem óbvio significado evolutivo: as es-

pécies que fazem migrações sazonais mais longas – o petrel-das-tormentas, por exemplo – são aparentadas com espécies de zonas temperadas e subtropicais, o que não ocorre com os petréis que vivem apenas em regiões polares, tanto do hemisfério Norte quanto do hemisfério Sul.

Os biguás e os pingüins são outras aves que podem ser encontradas nas terras austrais, no verão. Os primeiros formam grandes colônias em ilhas escarpadas de difícil acesso, enquanto nas ilhas com praias de cascalho, entrecortadas por costões rochosos e geleiras, estão as famosas pingüineiras, com centenas de milhares de indivíduos fazendo seus ninhos. A reunião desses grupos, mais ou menos densos, conhecidos como ninhais, tem a função social de sincronizar a reprodução: todos os casais põem os ovos mais ou menos ao mesmo tempo, ajustados ao ciclo de produtividade do mar. A concentração de muitas aves também facilita o encontro e a formação dos casais, além de promover proteção contra predadores como a skua, ou gaivota-rapineira.

Os biguás (ordem Pelecaniformes, família Phalacrocoracidae) são facilmente vistos nas imediações da Estação An-



Figura 5. Os biguás-de-olhos-azuis (*Phalacrocorax atriceps*) são encontrados em ilhas rochosas. À esquerda, duas skuas ou gaivotas rapineiras.

Shackleton

Wichaway Nu

tártica Brasileira Comandante Ferraz, na Ilha Rei George, próxima à Península Antártica. A espécie encontrada na região é o biguá-de-olhos-azuis (*Phalacrocorax atriceps*), que se destaca pelo pescoço longo e o bico curvado para baixo, em forma de gancho (figura 5). Suas penas são negro-azuladas e brancas, e seu vôo é característico: quando em bando, voam em formação de 'V', rentes à água.

O biguá constrói ninhos com seus próprios excrementos, agregando-o com

algas e musgos. Os montículos de guano crescem de ano para ano, à medida que novos ninhos são sobrepostos. Geralmente, a fêmea põe três ovos e os filhotes nascem sem penas. Por isso, durante os primeiros dias de vida, dependem do calor dos pais para sobreviver, mas logo desenvolvem uma penugem marrom que os protege do frio. O biguá antártico alimenta-se de peixes e invertebrados, no verão, e de algas, no inverno.

TRINTA-RÉIS, GAIVOTÕES E SKUAS

O continente gelado abriga também três espécies de trinta-réis, aves da ordem Charadriiformes e da família Laridae. Uma delas é a *Sterna virgata*, com distribuição limitada praticamente às ilhas de uma parte da Antártida (o Setor Índico). A segunda, o trinta-réis-antártico (*Sterna vittata*), ave costeira que algumas vezes vai ao interior do continente, faz ninhos no continente e em diversas ilhas, como a Ilha Rei George – seus ninhos podem ser encontrados perto da Estação Comandante Ferraz. Pequeno, de vôo rápido, de bonita plumagem acinzentada com pequeno capuz negro e bico avermelhado, o trinta-réis-antárti-

co faz os ninhos entre musgos e pedras e deposita neles dois ou mais ovos de casca manchada, muito bem camuflados no solo pedregoso, para evitar predadores como a skua. Quando uma skua se aproxima de um ninho de trinta-réis, essas pequenas aves defendem seus ovos e filhotes com valentia, mesmo sendo bem menores que o predador.

A terceira espécie, o trinta-réis-ártico (*Sterna paradisaea*), vive nos dois pólos da Terra, migrando para a Antártida quando o inverno chega nas altas latitudes do hemisfério Norte e voltando quando o frio aumenta no Sul. Por isso, talvez seja o animal que desfrute da maior quantidade de luz diurna em todo o planeta. Essa estratégia está associada à alimentação: a espécie aproveita o verão, quando a produtividade é maior, nas duas regiões polares. Da Península Antártica até o norte do Canadá e a Groenlândia, o trinta-réis-ártico cobre, duas vezes por ano, uma distância superior a 16 mil km.

O gaivotão (*Larus dominicanus*), também da ordem Charadriiformes e da família Laridae, habita praticamente toda a costa sul atlântica, mas é encontrado com facilidade na Antártida. Lá reproduz-se também uma subespécie, o



Figura 6. O gaivotão-austral (*Larus dominicanus australis*) também procura os mares do Sul, no verão, para procriar.



Figura 7. As skuas, representadas por duas espécies (*Catharacta lonnbergi* e *C. maccormicki*) são as principais aves predadoras da Antártida

gaivotão-austral (*L. d. australis*), de plumagem branca, com um manto de penas negras nas asas e no dorso (figura 6). Muito sociáveis, fazem ninhos em barrancos, junto ao mar, e alimentam-se de moluscos (como *Nacella concinna*), além de krill, filhotes de peixes, ovos, filhotes de outras aves e restos de animais mortos. A competição por alimento faz os gaivotões lutarem entre si frequentemente, disputando o mesmo recurso. Como diversas outras aves antárticas, também é agressivo na defesa do ninho.

Ave bem exótica para quem a vê pela primeira vez é a pomba-branca-antártica (*Chionis alba*), da ordem Charadriiformes e da família Chionidae: é a única, entre todas as que procriam no continente antártico, sem as membranas entre os dedos comuns nas aves aquáticas. Essa espécie obtém alimento do mar, mas também retira seu sustento dos restos de outras aves, como pingüins, petréis e biguás antárticos. Frequentemente observa-se a pomba-branca-antártica comendo fezes de pingüins.

As principais aves predadoras da Antártida são as skuas, também conhecidas como gaivotas-rapineiras, representadas por duas espécies: *Catharacta lonnber-*

gi e *C. maccormicki* (ordem Charadriiformes e família Stercorariidae). Parentes das gaivotas, as skuas aparecem em geral associadas a colônias de pingüins. Têm plumagem marrom-escura, o que as camufla com as rochas onde fazem seus ninhos e com os campos de musgos e líquens que ajudam a manter o calor e a umidade necessários à incubação dos ovos (figura 7). As skuas atacam ninhos de pingüins como se fossem falcões, à procura de ovos e filhotes, mas alimentam-se também de restos de animais mortos na praia, como krill, aves e focas, e chegam a vitimar filhotes e ovos de outras skuas descuidadas.

Em geral, porém, tais aves defendem seus ninhos com todas as forças. Quando um homem, por exemplo, se aproxima do ninho de uma skua, esta procura expulsar o 'invasor' para longe de seus filhotes (geralmente dois) com vôos rasantos por cima de sua cabeça, chegando a golpeá-lo com os pés, as pontas das asas ou o bico. É uma das aves mais abundantes nas proximidades da Estação Comandante Ferraz.

OS PINGÜINS

Os maiores símbolos da vida antártica, sem dúvida, são os pingüins, aves da

ordem Sphenisciformes e da família Spheniscidae. É difícil falar em Antártida sem mencioná-los. Fósseis com 50 milhões de anos comprovam que são antigos moradores da região. Das 17 espécies descritas de pingüins, cinco ocorrem na região antártica e três preferencialmente na subantártica. As demais distribuem-se pela América do Sul, Austrália, Nova Zelândia e Sul da África. Vivem em colônias muito numerosas, formadas durante o verão. Os mais abundantes são o pingüim-adélia (*Pygoscelis adeliae*), o pingüim-antártica (*P. antarctica*) e o pingüim-papua (*P. papua*), que atingem de 60 a 90cm de altura (figuras 8, 9 e 10). Começam a chegar aos sítios onde fazem seus ninhos no final de outubro, quando parte do mar ainda está congelada, percorrendo muitas vezes mais de 120km sobre o gelo marinho até seu destino em terra. Durante esse trajeto, alimentam-se entrando na água através de rachaduras produzidas no gelo pelas marés.

Os pingüins são uns dos raros tipos de aves que evoluíram – modificando as asas para que tivessem a forma de remos – nas ilhas e nos continentes abaixo da linha do Equador, provavelmente em função do pequeno número de mamí-



Figura 8. Pingüim-adélia (*Pygoscelis adeliae*).



Figura 9. Grupo de pingüins-antártica (*Pygoscelis antarctica*).

feros predadores. Tais aves não estão restritas à Antártida: algumas espécies são encontradas em zonas temperadas ou subtropicais do hemisfério Sul, como o pingüim-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*), comuns no extremo sul da costa brasileira no inverno (figura 11), ou em regiões tropicais, como o pingüim de Galápagos (*Spheniscus mendiculus*).

Os pingüins são aves monogâmicas: formam casais para toda a vida. Em geral, põem de dois a três ovos por estação reprodutiva (algumas espécies põem

apenas um), chocados pelos casais em regime de turnos. Em geral, o primeiro turno da incubação é de responsabilidade do macho, pois a fêmea, exausta pela tarefa do desenvolvimento do ovo e da postura, volta ao mar à procura de alimento, principalmente krill. Os filhotes são alimentados pelos pais, que também se revezam no cuidado com a prole. Entretanto, quando há três ovos, freqüentemente um deles é excluído do ninho ou, caso chegue a eclodir, o filhote mais fraco acaba morrendo.

Aves de hábitos sociais, os pingüins

vivem em comunidades que em alguns casos ultrapassam 150 mil indivíduos. Fazem quase tudo em conjunto, como nadar, alimentar-se e reproduzir-se. O pingüim-imperador (*Aptenodytes forsteri*) apresenta o interessante hábito de formar 'creches' tão logo os filhotes consigam caminhar, mas ainda dependem dos pais para obter alimento. Nessas 'creches', alguns poucos adultos protegem e sustentam todos os filhotes até que percam as penugens e passem ao estado juvenil. Quando os filhotes tornam-se aptos a sobreviver sozinhos, iniciam a migração juntamente com os adultos.

Entre todas as aves da região, o pingüim-imperador é, sem dúvida, uma das mais polares. Apesar de sua distribuição não alcançar as latitudes mais altas, mais próximas do pólo, como acontece com o petrel-das-neves, é a espécie de pingüim que pode ser vista mais ao sul. Esse pingüim destaca-se pelo tamanho, medindo até 122cm, e pela corpulência. A fêmea põe apenas um ovo, no final de maio, pesando em torno de 400g, e rapidamente o macho coloca o ovo sobre seus pés, cobrindo-o com uma espécie de prega de sua pele. Após alimentar-se, a fêmea reveza a tarefa com o macho. O ovo é incubado



Figura 10. Pingüim-papua (*Pygoscelis papua*).

CIÊNCIA HOJE NA INTERNET

Navegue pela ciência hoje do Brasil e do mundo e não
deixe de dar uma paradinha nas seções
CH das Crianças e Serviços da CH on-line

<http://www.ciencia.org.br>

LEIA E ASSINE AS PUBLICAÇÕES DA SBPC

Ciência Hoje

14 anos de divulgação
científica de qualidade
Assinatura anual
11 números – R\$ 64,50 ou
três parcelas iguais
de R\$ 21,50



Ciência Hoje das Crianças
Dez anos de experiência em
divulgação científica
para crianças
Assinatura anual
11 números – R\$ 42,00 ou
três parcelas iguais
de R\$ 14,00

Jornal da Ciência

Único jornal especializado
em política científica no
Brasil
Assinatura anual
24 números – R\$ 48,00 ou
03 parcelas iguais
de R\$ 16,00



Você pode comprar também



Ciência Hoje na Escola

A única revista brasileira de
divulgação científica para
crianças agora em volumes
temáticos para uso em sala
de aula e em pesquisas
escolares. Os livros vêm
acompanhados por encarte
para os professores, com
dicas para o uso. Os índices
para crianças e professores
são práticos e fáceis de
consultar.
R\$ 14,80 cada à vista

De 2ª a 6ª, das 9h às 18h
LIGUE GRÁTIS: 0800 264846



SOCIEDADE BRASILEIRA
PARA O PROGRESSO
DA CIÊNCIA

L I G U E :

0800 264846

FAX (021) 541-5342

ou envie para:

Departamento de Assinaturas

Av. Venceslau Brás 71, casa 27

CEP 22290-140 - Botafogo, Rio de Janeiro/RJ

Código da assinatura: _____

Quero assinar

Ciência Hoje

Jornal da Ciência

Quero renovar

Ciência Hoje das Crianças

Nome _____ CPF _____

Endereço _____

_____ Bairro _____

CEP _____ Cidade _____ Estado _____

Fone _____ Fax _____ Idade (opcional) _____

Escolho a seguinte forma de pagamento:

parcela única

três parcelas

COBRANÇA BANCÁRIA

CHEQUE (nominal à SBPC) ou

Autorizo o débito em meu CARTÃO DE CRÉDITO*

Nome do titular _____

Nome do cartão _____ validade ____ / ____ / ____

Número _____

Assinatura (igual à do cartão) _____

* Visa (Ourocard, Nacional, Bradesco), American Express, Sollo, Credicard, Diners

CIÊNCIA HOJE

para sua família:

mais qualidade

na informação

que chega à sua casa

CIÊNCIA HOJE

JORNAL da CIÊNCIA



E não esqueça! Presentear com Ciência Hoje é sempre uma boa idéia

dessa forma durante os 66 dias mais frios do ano, quando as temperaturas não raras vezes caem abaixo dos 50 graus negativos.

Ter filhotes durante o inverno é uma atitude diferente da adotada pela maioria das aves antárticas. A taxa de natalidade do pingüim-imperador é baixa, pois as brigas entre as aves adultas da colônia pela proteção do ovo pode causar sua quebra ou sua perda e congelamento. A reprodução no inverno tem sido explicada como uma estratégia para maximizar as chances de sobrevivência da prole, compensando a baixa taxa de natalidade: os filhotes saem do ninho na primavera, quando o alimento é mais abundante. Além disso, esse comportamento do pingüim-imperador evita os predadores – as skuas, por exemplo, passam o inverno em zonas mais quentes. A reprodução no verão, por sua vez, eleva ao máximo a condição física do adulto nos períodos de ovoposição, incubação e criação do filhote, favorecendo a qualidade do ovo e o crescimento da prole durante sua permanência no ninho. As diferentes épocas reprodutivas das várias espécies que fazem ninhos na Antártida ajudam a evitar a competição por espaço e por alimento.

ENDEMISMO E DIVERSIDADE

Biogeograficamente, as aves antárticas estão distribuídas segundo sua tolerância às condições climáticas e suas características adaptativas para conseguir alimento. O albatroz pode ser considerado antártico porque faz ninhos em ilhas situadas ao sul da chamada convergência antártica (entre 47° e 63° S), embora só uma espécie de albatroz (*Phoebetria palpebrata*) atinja a Antártida propriamente dita. Entre os pingüins, o imperador e o adélia alimentam-se nas costas do continente antártico, enquanto o pingüim-antártico, o papua e o macaroni (*Eudyptes chrysolophus*) ocupam faixas de terras mais externas.



Figura 11. O pingüim-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*) às vezes chega ao litoral sul do Brasil.

Nas regiões antárticas, as aves apresentam um grau de endemismo (fixação em uma área restrita) que sugere a existência de forte isolamento. Os pingüins são exemplos típicos, por serem exclusivos do hemisfério Sul. Já no caso dos petréis, apesar de diversas espécies apresentarem distribuição mundial em águas salgadas, existe um número considerável de formas exclusivamente antárticas.

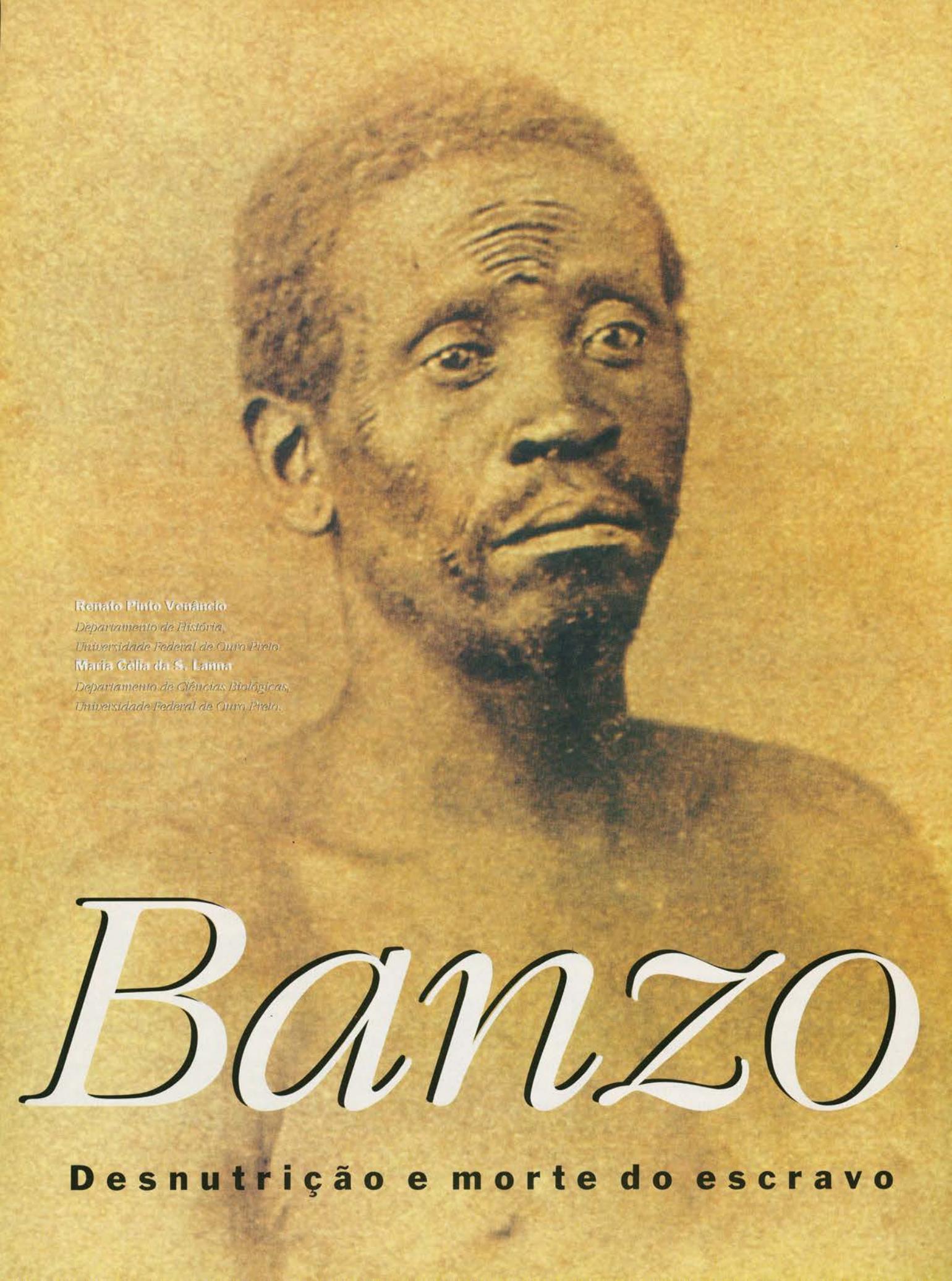
Cerca de 30 espécies fazem ninhos no continente antártico, na Península Antártica e nas ilhas subjacentes. Considerando também as ilhas subantárticas, o número triplica. Mesmo assim, a diversidade é relativamente baixa, comparada à de regiões temperadas e tropicais. O número total de indivíduos, no entanto, é bastante elevado, em relação ao de aves de outras áreas. Quanto mais distante do Equador vive a ave, ou qualquer outro grupo animal, o número de espécies tende a diminuir e o número de indivíduos de cada uma delas tende a aumentar. Esse tipo de estratégia evolutiva deve estar relacionada com os recursos alimentares e a disponibilidade de espaço. Nas altas latitudes, o alimento é abundante, mas os locais adequados para a reprodução são escassos, provocando grandes concentrações de aves

da mesma espécie nas áreas disponíveis.

As formas endêmicas e os migrantes sazonais têm como fontes principais de alimento os peixes, o krill, lulas e outros invertebrados. Mesmo que o rigor do ambiente provoque mortalidade elevada de ovos e filhotes, a viabilidade entre os adultos é excepcionalmente favorecida pela abundância de recursos alimentares. Os perigos a que são expostos, desde as intempéries (como ventos fortes e temperaturas muito baixas) até os predadores (como a skua), prejudicam principalmente indivíduos imaturos. Apesar disso, os poucos ovos postos por casal a cada ano (ou mesmo a cada dois anos, no caso de algumas espécies de albatrozes, petréis e pingüins) são suficientes para manter populações estáveis, situadas entre as maiores existentes na classe das aves.

Sugestões para leitura:

- PALO Jr., H. *Antártica: Expedições Brasileiras*, Cor/Ação Editora Ltda., Rio de Janeiro, 1989.
- SICK, H. *Ornitologia Brasileira*, vol. 1, Editora Universidade de Brasília, Brasília, 1985.
- VOOREN, C.M. & FERNANDES, A.C. *Guia de albatrozes e petréis do sul do Brasil*, Editora Sagra, Porto Alegre, 1989.
- WILLIAMS, T.D. *The penguins*, Oxford University Press, Oxford, Nova York e Tokyo, 1995.



Renato Pinto Venâncio

*Departamento de História,
Universidade Federal de Ouro Preto*

Maria Célia da S. Lima

*Departamento de Ciências Biológicas,
Universidade Federal de Ouro Preto*

Banzo

Desnutrição e morte do escravo



Uma das grandes causas de mortalidade entre os negros africanos trazidos como escravos para o Brasil colonial era a chamada 'doença da saudade' — o banzo. Dizia-se que os cativos não suportavam as lembranças da pátria distante, tornavam-se apáticos, sem apetite e até suicidavam-se por causa dessa 'nostalgia'. Mas seriam apenas emocionais as causas do mal, tão citado em descrições históricas? Uma série de evidências aponta em outra direção: os escravos muitas vezes perdiam as forças e se deixavam morrer de fome em função de doenças específicas, resultantes basicamente de carências nutricionais. Assim, por trás das definições clássicas do banzo, aceitas em muitas análises atuais sobre a escravidão, esconde-se, além de problemas psicológicos, um conjunto bastante complexo de manifestações orgânicas, que a bioquímica pode ajudar a compreender.

Os cronistas do período colonial brasileiro deixaram registradas muitas impressões a respeito da escravidão, que na prática começou com as ocupações pioneiras das terras descobertas em 1500, nas primeiras décadas do século XVI, e só foi extinta em 1888, já no período imperial. Sabe-se, por exemplo, que era muito alto o índice de mortalidade entre os escravos, nas senzalas, mas são poucas as informações sobre doenças, já que os negros cativos não tinham qualquer assistência médica. Entretanto, uma moléstia que produzia elevado número de mortes de escravos é bastante citada nos relatos da época: o banzo.

Banzo é um termo de origem africana, comum às línguas *kikongo*, *kimbunu* e *mband*, faladas correntemente entre tribos pertencentes ao território da atual Angola. De época em época, de etnia em etnia, essa palavra africana revestiu-se de significados diferentes: serviu para designar certos tipos de mercadorias e pássaros ou então febres e distúrbios mentais.

Os traficantes de escravos, ao longo dos séculos XVI e XVII, tomaram o termo emprestado diretamente do vocabulário africano. Luiz Antônio de Oliveira Mendes, em 1793, ao listar as

doenças que acometiam “os pretos recém-tirados da África”, escreveu: “Uma, e das principais moléstias crônicas, que sofrem os pretos escravos, a qual pelo decurso do tempo os leva à sepultura, vem a ser o banzo.” Os dicionários portugueses do século XVIII mostram que o termo foi aceito pela cultura erudita. Banzo era então definido como “pasmarse com pena, (...) estar inquieto ou mal seguro” ou “pasmarse com pena, (...) desgosto”.

Com o passar do tempo, o comportamento do africano vitimado por banzo despertou a atenção de médicos e de romancistas. Para alguns, a palavra assumiu um significado romântico: o verbo banzar era definido como “estar pensativo sobre qualquer caso; triste sem saber de que; sofrer do *spleen* dos ingleses, tristeza e apatia simultâneas; sofrer de nostalgia”. Para outros, o termo designava moléstias psicossomáticas. Em sua defesa de tese de doutorado na Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro, em 1844, Joaquim Manuel Macedo propôs: “O africano recém-chegado de sua pátria deve conservar as lembranças dela ainda muito vivas, e por consequência muito suscetíveis de inflamar-se, (...) mais que nunca estará então pre-

disposto a padecer a nostalgia mortal.”

De 1850 em diante, médicos, literatos e filólogos passaram a utilizar o termo para designar a ‘doença da saudade’. Tal moléstia se manifestava através da perda de apetite, acompanhada de melancolia e apatia. Segundo cronistas do Império, a doença resultava dos efeitos devastadores causados pela escravidão sobre a saúde mental dos africanos. De um momento para outro, homens e mulheres viam-se em um mundo estranho, que os obrigava a romper laços de parentesco e costumes alimentares e lingüísticos herdados de remota tradição. Muitos não sobreviviam aos custos emocionais da escravidão, sucumbindo tempos após o desembarque no Brasil, em decorrência dessa ‘loucura nostálgica’. O banzo, dessa forma, acarretava a morte, às vezes entendida como uma forma de suicídio.

A explicação mais adequada para a moléstia provavelmente reúne fatores de variadas origens, mas alguns deles são com certeza biológicos. Este trabalho procura investigar esses aspectos biológicos do mal africano, tentando esclarecer os mecanismos fisiológicos e bioquímicos relacionados às clássicas definições do banzo.



A incidência do banzo

A historiografia da escravidão relaciona com frequência o banzo ao suicídio. José Alípio Goulart, em estudo sobre a rebelião dos escravos, publicado em 1972, é um exemplo: “O suicídio foi o mais trágico recurso de que se valeu o negro escravo para fugir aos rigores do regime que o oprimia – excesso de trabalho, maus-tratos, humilhações – e, em muitos casos, para eliminar, juntamente com a própria vida, o banzo, isto é, aquela irreprimível saudade da pátria distante.”

A morte em decorrência do banzo, como confirmam os relatos históricos, tinha como principais características a perda de apetite e a apatia dos cativos. Nem todos os escravos, é óbvio, morriam dessa forma. Muitos se enforcavam ou tomavam veneno, frustrados por causa de uma fuga malsucedida, ou mesmo em função do temor de ser vendido para regiões distantes, o que levaria à ruptura dos laços familiares e comunitários construídos ao longo da vida.

Em muitos casos, porém, os jornais e relatórios oficiais do século passado registravam suicídios de escravos motivados por ‘desgostos’, ‘aborrecimentos da vida’ e ‘alienação mental’. Embora o termo banzo não seja utilizado nesses relatos, é possível perceber certa semelhança entre o comportamento dos suicidas e aquele referente à suposta ‘moléstia da saudade’.

A incidência do banzo entre os escravos pode, até certo ponto, ser avaliada através dos levantamentos sobre suicídios. O estudo estatístico das mortes voluntárias, no entanto, implica alguns riscos, já que o terreno das estatísticas do período escravista é nebuloso. Os registros oficiais dos séculos XVIII e XIX são falhos: inúmeros senhores não se davam ao trabalho de registrar o suicídio dos cativos e na maior parte do Bra-

sil o sistema policial só muito tardiamente se interessou pela questão. Apesar de incompletas, as informações dos relatórios de governo mostram que os escravos, minoritários no conjunto da população, respondiam pela maior parcela dos suicídios registrados (figura 1).

<i>Província</i>	<i>Nº total de suicídios</i>	<i>Suicídios de escravos</i>	<i>% de suicídios de escravos</i>
Bahia (1848)	33	28	84,8
Sergipe (1865)	5	4	80
São Paulo (1873)	20	11	55

FONTES: SER ESCRAVO NO BRASIL, DE KÁTIA Q. MATTOSO (1982), E AS RELIGIÕES AFRICANAS NO BRASIL, DE ROGER BASTIDE (1971).

Figura 1. Incidência de suicídios no Brasil, no século XIX.

Os dados, embora referentes a apenas um ano, em três províncias, revelam que os escravos respondiam por 55% a 85% dos casos de suicídios. Em outras províncias, a situação era semelhante: na província de Minas Gerais, em cada grupo de três mortes voluntárias ocorridas em 1885 e 1886, duas provinham do mundo da senzala. No Rio de Janeiro, entre 1869 e 1872, os números não diferiam dos de outras partes do Brasil (figura 2). Os escravos matavam-se em proporção bem mais elevada do que os homens e mulheres livres. As cifras seriam ainda maiores se incluídas as tentativas de suicídio, bem mais numerosas do que os casos que terminavam em morte (figura 3).

Todos essas estatísticas devem ser

vistas com cautela. Elas são simplesmente uma ordem de grandeza, que sugere hipóteses interessantes. Em momento algum deve ser esquecido que vários registros de suicídios encobriam mortes violentas praticadas por senhores e seus familiares. Por outro lado, o número

elevado de mortes voluntárias também podia decorrer do falso entendimento das autoridades quanto às origens das moléstias dos escravos. Entretanto, é possível dizer que, por trás da definição vaga do suicídio ou da tentativa de suicídio causada pela ‘doença da saudade’, escondia-se um universo extremamente complexo de manifestações orgânicas e psicológicas.



As deficiências nutricionais

Vários autores – como Orlando Sattamini-Duarte (1951), Kátia Queirós Mattoso (1982) e Kenneth Kiple (1989) – relatam

<i>Ano</i>	<i>Taxa geral por 100 mil habitantes</i>	<i>Suicídios de escravos</i>	
		<i>Nº absoluto</i>	<i>Taxa: 100 mil hab.</i>
1869	11,2	16	32
1870	14,8	13	26
1871	16,4	9	18
1872	20,4	18	36

FONTE: O SUICÍDIO NA CAPITAL FEDERAL, DE FRANCISCO JOSÉ VIVEIRO DE CASTRO (1894).

Figura 2. Índice de suicídios de livres e escravos no Rio de Janeiro.

a precariedade dos alimentos dados aos escravos. A dieta das senzalas era constituída basicamente por farinha de mandioca e carne seca. Além disso, tais alimentos eram ingeridos em quantidades insuficientes, por serem recebidos na forma de rações reduzidas e em função da falta de apetite resultante de tabus alimentares. O conjunto desses fatores levava à carência calórico-protéica, com graves conseqüências para o organismo dos cativos.

Em qualquer processo de desnutrição existem fatores predisponentes e fatores deflagradores, segundo estudos médicos. O fator predisponente, em geral, é representado pelas más condições socioeconômicas e culturais, enquanto o fator deflagrador básico é a dieta insuficiente, tanto em quantidade quanto em relação à perda das correlações normais entre os elementos do complexo nutriente. A subnutrição, um dos processos seqüenciais envolvidos, leva à atrofia de vários órgãos e de partes do cérebro, como o córtex cerebral associado à tolerância emocional. Como a medicina sabe atualmente, uma das etapas da síndrome psicopatológica do desnutrido é a apatia intensa, bem como uma paradoxal perda de apetite (anorexia).

Os traficantes perceberam logo a relação entre a anorexia e o mal africano. L.A. Mendes (1793) relatou: "Raimundo

Jalama, sujeito de probidade, digno de toda a crença, que conta 80 anos de idade (...) que por 10 anos vivera na cidade de São Paulo de Loanda (...) estava na posse de comprar e remeter para o Brasil (...) um grande número de escravos em todas as estações do ano; fielmente me informou no tempo de sua administração, e sucessiva compra de escravos, em um dos lotes tivera certa escrava (...) que se entregara a um total fastio por efeito do banzo, que nada queria comer, ainda oferecendo-se-lhe as melhores comidas, assim do nosso trato e costume, como as de seu país, para cujo fim tinha cozinha própria."

Entre os modernos historiadores a relação entre o banzo e a perda de apetite também é registrada, como afirma K.Q. Mattoso no livro *Ser escravo no Brasil*, publicado em 1982: "Pois o escravo decidido a morrer perde apetite, emagrece e morre: é o famoso banzo, suicídio lento, doença da saudade." Até o presente momento, no entanto, as análises repetem testemunhos de época, sem investigar o substrato biológico por trás da anorexia comum aos escravos.

O controle do apetite, sabe-se atualmente, envolve interações entre várias áreas reguladoras do cérebro, algumas das quais recebem informações do estômago e do intestino, através de opiáceos moduladores produzidos pelo próprio organismo (encefalinas e endorfinas). A

produção de tais 'informantes' depende da presença de determinadas proteínas e vitaminas. Quando ocorre carência protéica, o controle do apetite fica desregulado e outras moléstias podem se desenvolver, dando lugar a quadros clínicos específicos.



Considerando os tipos de alimentos dados aos escravos e sua quantidade, K. Kiple demonstrou, em trabalho publicado em 1989, que uma das características da dieta alimentar das senzalas era a carência em tiamina (vitamina B1). A explicação bioquímica para o papel dessa vitamina no cérebro não está completa. Sabe-se, no entanto, que ela participa como um co-fator em grande número de sistemas enzimáticos que ocorrem no interior das células, e que a redução de sua presença no organismo tem efeitos negativos na síntese de neurotransmissores.

Conforme a interpretação proposta por Richard H. Haas em 1988, no livro *Thiamin and the Brain (A tiamina e o cérebro)*, a tiamina atua metabolicamente na forma de coenzima pirofosfato (TPP), um co-fator em três complexos enzimáticos importantes (piruvato dehidrogenase, alpha-cetoglutarato dehidrogenase, alpha-cetoisovalerato dehidrogenase) e na enzima transcetolase. Na maioria dos tecidos, a oxidação de piruvato e de alpha-cetoglutarato desempenha papel fundamental na produção e uso de energia. A deficiência de tiamina reduz a atividade das duas reações de dehidrogenase, resultando num decréscimo da produção de adenosina trifosfato (ATP, molécula envolvida na produção de energia dentro das células), o que dificulta o funcionamento celular.

Em certos casos, a carência de tiamina compromete o tecido nervoso. Alguns

Ano	Suicídios consumados	Tentativas de suicídio
1870	13	27
1871	9	17
1872	18	22
1873	11	20
1874	8	10

FONTE: VIVEIRO DE CASTRO (1894).

Figura 3. Suicídios e tentativas de suicídio de escravos no Rio de Janeiro.

dos mais comuns sinais neurológicos indicadores dessa carência são neuropatia periférica (distúrbios nos nervos distribuídos pelo corpo), depressão, confusão mental e perda da coordenação motora – sintomas relatados por vários testemunhos do banzo escravo. Em algumas situações, também ocorre demielinização (perda da bainha de mielina dos nervos) e degeneração do tecido nervoso. Myrtle L. Brown, em trabalho de 1990, também aponta a diminuição da acetilcolina, importante neurotransmissor, como outro problema resultante da deficiência de tiamina.

Em experiências com animais de laboratório, Haas observou que, mesmo quando não há alteração significativa nos níveis de acetilcolina, os mecanismos centrais do cérebro parecem estar deprimidos, o que pode levar ao desenvolvimento de psicoses, especialmente a síndrome de Wernicke-Korsakoff (que combina encefalopatia aguda com psicose, considerada a forma cerebral do beribéri, doença caracterizada por desordens cardiovasculares e neurológicas). Ele afirmou ainda que homens e mulheres adultos, em situação de estresse ou de intenso desgaste físico – caso de boa parte dos escravos –, podem se tornar mais suscetíveis às complicações

decorrentes da deficiência de tiamina. Isso ocorre principalmente em indivíduos com dieta pobre em gorduras, como os escravos. Nesse caso, o organismo passa a utilizar carboidratos como principal fonte de energia, e isso exige tiamina.

A deficiência de tiamina também acarreta várias alterações metabólicas, e sua manifestação clínica mais comum é o beribéri propriamente dito. Nessa doença, o coração aumenta de tamanho e seu rendimento torna-se insuficiente, obrigando o organismo a reter líquido, o que provoca edema generalizado – quadro predominante na forma clínica denominada beribéri aquoso. Em geral, o paciente apresenta danos no sistema nervoso periférico, manifestando dor e fraqueza muscular. Tais sinais são ainda mais acentuados na forma clínica chamada de beribéri seco. Já no início da doença, o paciente – como os escravos vitimados por banzo – perde o apetite e apresenta cansaço e distúrbios mentais. A evolução desses sintomas leva rapidamente à morte.

No Brasil, a primeira descrição de uma doença semelhante à beribéri foi feita pelo médico Aristides Moll, em 1648. Ele referiu-se a uma moléstia causadora de profundo torpor, considerando-a crônica e comum no mundo colonial. Quase um século e meio depois, em 1783, Alexandre Rodrigues Ferreira utilizou o consagrado termo beribéri ao descrever a doença no Brasil. Kiple, em trabalho (1989) sobre a mortalidade infantil no Brasil do tempo da escravidão, apresenta depoimentos de vários autores que consideravam a moléstia endêmica no território brasileiro, naquela época.

Várias informações sugerem que o beribéri era muito comum entre os escravos do Brasil, e a primeira delas está na dieta básica dos cativos: mandioca e carne seca. A farinha de mandioca é mais pobre em tiamina do que o próprio arroz sem casca – clássico fator de deficiência de vitamina B1. Além disso,

embora a carne fresca seja a principal fonte de tiamina, a carne seca é totalmente desprovida dessa vitamina, em função dos processos de secagem ao sol e salga. A vitamina é destruída sob a radiação solar, e o pouco que resta é retirado com a água, na reidratação da carne, ou destruído no cozimento.

Considerando como sinais clínicos dessa doença a anorexia, os distúrbios mentais e a exaustão física, interpretada à primeira vista como indolência e preguiça, Kiple argumentou que são fortes os indícios para se considerar o banzo dos escravos como casos de beribéri.



A dieta oferecida nas senzalas também implicava carência de outras substâncias importantes, como niacina e piridoxina. A niacina (ácido nicotínico) não é uma vitamina no sentido estrito do termo, pois o corpo humano é capaz de fabricá-la, a partir do aminoácido triptofano. A conversão de triptofano em niacina, no entanto, é relativamente ineficiente: ocorre apenas depois que o organismo satisfaz todas as suas exigências de triptofano, tanto para síntese protéica como para produção de energia.

Como o fosfato piridoxal (forma coenzimática da vitamina B6) é necessário, entre outras vitaminas, para a síntese de niacina, esta não está presente nas populações submetidas a dietas pobres. Da mesma forma que a vitamina B1, a niacina é obtida pelo consumo de carne fresca, legumes e cereais integrais – não incluídos nas rações alimentares dos escravos brasileiros. Sua ausência leva à síndrome denominada pelagra, caracterizada por três sintomas: dermatite (inflamação da pele), diarreia e demência. Se não for tratado, o indivíduo vitimado por pelagra evolui rapidamente até a morte.



Repetindo o que ocorre com a tiamina, a carne seca tem quantidades insignificantes de niacina. Tal deficiência pode ter sido crítica, a ponto de interferir no suprimento energético necessário ao metabolismo cerebral e contribuir para a mudança de comportamento dos escravos – a demência é um dos sinais clínicos comuns ao banzo e à pelagra.

A piridoxina (vitamina B6) aparentemente também não fazia parte da dieta dos escravos. No organismo, essa vitamina é convertida em fosfato piridoxal, coenzima que participa obrigatoriamente das reações de síntese, catabolismo e interconversões de aminoácidos necessárias à produção dos neurotransmissores serotonina e norepinefrina. O fosfato piridoxal é essencial para a produção de energia a partir de aminoácidos e pode ser considerado uma vitamina envolvida nos processos de liberação de energia. Assim, alguns dos sintomas de deficiência grave de vitamina B6 são semelhantes aos da deficiência de niacina.

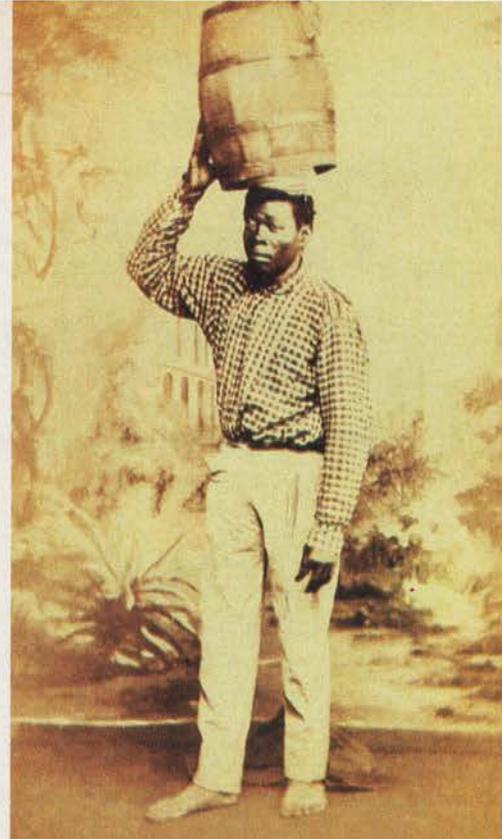
Os alimentos que fornecem piridoxina são carne, vegetais, cereais integrais e gema de ovo. A falta dessa vitamina afeta diretamente as funções cerebrais. Como o fosfato piridoxal é indispensável para a síntese de neurotransmissores, mesmo moderadas deficiências da piridoxina acarretam irritabilidade, nervosismo e depressão emocional. Nos casos graves, surgem neuropatias periféricas e convulsões. A redução na produção dos neurotransmissores serotonina ou norepinefrina, ou de ambos, leva o indivíduo a um quadro clínico definido como psicose da depressão mental. A desnutrição, associada às pressões emocionais decorrentes do cativo, certamente exacerbou as manifestações neurológicas resultantes da carência de piridoxina.

Além disso, a dieta dos escravos também incluía álcool – S.B. Schwartz, em livro sobre os ‘segredos’ da escravidão, revela que os senhores forneciam bebida aos escravos já na refeição

matinal: “Recebiam pão e um copo de cachaça ao saírem para o campo.” É sabido que o consumo de bebida alcoólica aumenta os riscos de deficiências nutricionais, principalmente de tiamina e piridoxina. O álcool altera o trato gastrointestinal, interferindo na absorção de certos nutrientes, e os danos hepáticos interferem na estocagem e ativação de fatores nutritivos. O acetaldeído, produto intermediário do metabolismo do álcool, retira o fosfato piridoxal da proteína que o carrega através do plasma. Uma vez livre, o fosfato piridoxal é logo degradado, o que acaba afetando o sistema neurológico.

Recentes estudos neuropatológicos realizados por José Eymard Pittella (ver ‘Álcool mata neurônio?’, em *Ciência Hoje* nº 97, 1994) indicaram que a deficiência da tiamina decorrente do alcoolismo, por exemplo, não leva à morte dos neurônios e sim à lesão dos seus prolongamentos (dendritos). Na fase crônica do alcoolismo, tais lesões podem ser irreversíveis, comprometendo em definitivo as atividades neuronais. Portanto, considerando o alcoolismo expressivo entre os escravos, é possível interpretar o comportamento suicida das vítimas do banzo como uma decorrência de psicoses bem definidas, como a síndrome de Wernicke-Korsakoff, por exemplo.

A pesquisa sobre os possíveis fatores biológicos envolvidos na chamada ‘doença da saudade’ dos escravos, apoiada por estudos de diversos outros cientistas, salienta a importância de enfoques multidisciplinares em qualquer análise da escravidão. Ao escreverem a propósito do banzo, os historiadores brasileiros reproduziram as imagens criadas pelos romancistas do século XIX, sugerindo que as modificações do comportamento escravo decorriam de uma inverossímil ‘doença da saudade’. A interpretação aqui proposta caminhou em outra direção. Na moléstia dos escravos foi identificada uma gama variada de distúrbios orgânicos decorren-



tes de carências nutricionais. O banzo é uma página da história da fome e as ciências biológicas podem ajudar a entender isso, sem que os historiadores incorram em abordagens reducionistas.

Sugestões de leitura:

- DEVLIN, T.M. (ed.). *Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations*, Wiley-Liss Inc., Nova York, 1993.
- GOULART, J.A. *Da fuga ao suicídio: aspectos da rebeldia dos escravos no Brasil*, MEC/Conquista, Rio de Janeiro, 1972.
- KIPLE, K.F. ‘The Nutritional Link with Slave Infant and Child Mortality in Brazil’, in *Hispanic American Historical Review*, vol. 69 (4), pp. 681-690, 1989.
- MACEDO, J.M. *Nostalgia* (tese de doutorado apresentada na Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro), Typographia Imparcial, Rio de Janeiro, 1844.
- MATTOSO, K.Q. *Ser escravo no Brasil*, Brasiliense, São Paulo, 1982.
- MENDES, L.A.O. ‘Discurso acadêmico ao programa: determinar com todos os seus sintomas as doenças agudas e crônicas que mais frequentemente acometem os pretos recém-tirados da África; examinando as causas de sua mortalidade depois de sua chegada ao Brasil (...) (1799)’, in *Memórias Econômicas da Academia Real de Ciências de Lisboa*, Tomo IV, pp. 40-61, 1812.
- SATTAMINI-DUARTE, O. ‘Contribuição ao estudo clínico-histórico do banzo’, in *Revista Fluminense de Medicina*, pp. 1-28, 1951.
- SCHWARTZ, S.B. *Segredos internos: engenheiros e escravos na sociedade colonial*, Cia. das Letras, São Paulo, 1988.

Origem das espécies: o que há de novo?

CERTAS ESPÉCIES RENUNCIARAM AO PRAZER DO SEXO

François Taddei

Ivan Matic

Miroslav Radman

Laboratório de Mutagênese do Instituto Jacques Monod,
Universidade de Paris-VII.

As bactérias praticam uma sexualidade primitiva mas especialmente eficaz, que lhes permite adaptar-se a ambientes hostis. Dois sistemas de reparo do DNA, conhecidos como SRM e resposta SOS, exercem papel fundamental. Agindo sucessivamente ou combinados, eles organizam a capacidade de uma população de bactérias de reagir diante de uma situação de estresse. O acionamento desses dois sistemas pode induzir um processo de especiação, ou seja, criação de novas espécies. É possível que o mesmo aconteça com os eucarióticos (organismos compostos de células com núcleo definido), quer eles pratiquem ou não uma sexualidade sofisticada.

É bastante difundida a opinião de que a sexualidade é uma vantagem decisiva para a sobrevivência das espécies – portanto, um motor da evolução. Mas a realidade reserva surpresas. Certas espécies dispensam perfeitamente o sexo e não parecem condenadas a desaparecer por causa disso. Matthew Meselson, célebre biólogo de Harvard, demonstrou que habitantes microscópicos das águas estagnadas, os rotíferos denominados 'bdelóides' (espécies de 'vírgulas' com uma hélice), não têm qualquer vida sexual, mas existem sem dúvida há 40 milhões ou mesmo 80 milhões de anos,

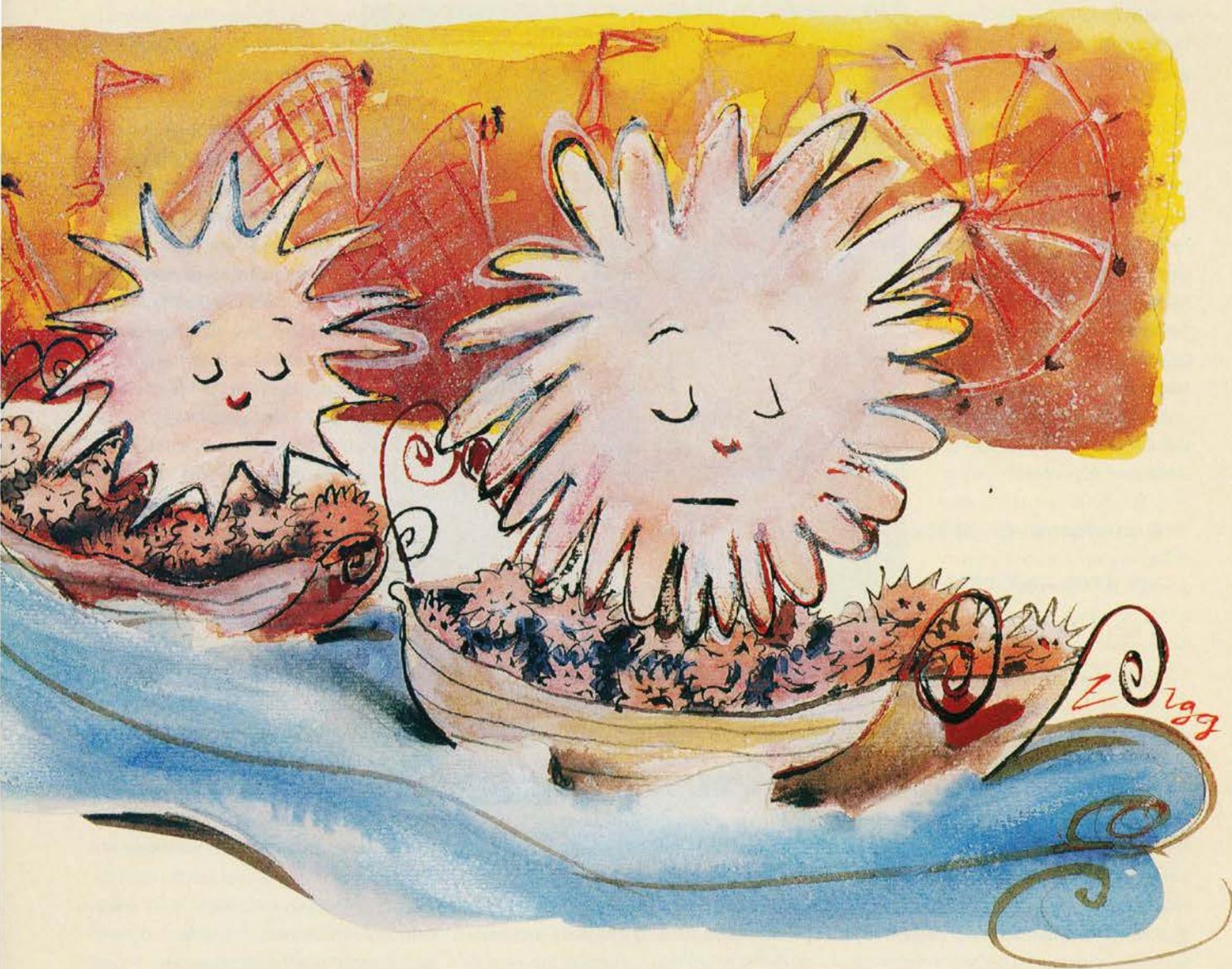
período que cobre o episódio da extinção dos dinossauros. Por uma razão desconhecida, eles renunciaram ao prazer do sexo. Esses animais, cujo genoma é constituído do mesmo material que o nosso – uma dupla hélice de DNA – reproduzem-se por clonagem.

Eles coexistem tranquilamente com outras espécies de rotíferos que sempre recorreram à reprodução sexuada. Alimentam-se de bactérias e são incrivelmente resistentes: se a água na qual vivem seca, podem resistir ao gelo e até mesmo a altas temperaturas. Conhecem-se 500 espécies dos rotíferos bdelóides.



Eles são encontrados em todos os continentes, nos meios mais hostis (até nos intestinos humanos). De acordo com o conhecido biólogo britânico John Maynard Smith, especialista em evolução, os rotíferos bdelóides são "um escândalo evolucionista". Eles nos obrigam a indagar se a ausência de vida sexual representa de fato uma desvantagem.

Contrariando outra opinião corrente, as bactérias, por sua vez, têm certamente uma vida sexual, descrita há mais de 40 anos por Joshua Lederberg, Elie Wolman e François Jacob. Elas não precisam da sexualidade para se reproduzir, pois



o fazem por simples divisão celular. Mas também podem trocar genes. É uma forma de sexualidade primitiva. Para praticá-la, dispõem basicamente de dois mecanismos. No primeiro, um plasmídeo (DNA independente do cromossomo, localizado no citoplasma) codifica proteínas que vão permitir à bactéria aderir à outra. Em seguida, o plasmídeo atravessa as duas paredes bacterianas e instala-se em outra bactéria. Se estiver associado ao cromossomo da bactéria de origem, ele pode carregar consigo uma parte dele, que poderá recombinar-se com o cromossomo da célula hos-

pedeira. É isso que chamamos de conjugação e que permite transferir várias centenas de milhares de bases, até mesmo milhões.

Segundo mecanismo: um vírus passa de uma bactéria para outra carregando um pedaço do cromossomo da primeira. É o que chamamos de transdução, pela qual podem ser transferidas várias dezenas de milhares de bases. Há ainda um terceiro mecanismo de troca de genes entre bactérias, a transformação, pela qual alguns milhares de bases, no máximo, são transferidos. Parece ser menos comum, e não nos referiremos a

ele aqui. Basta lembrar, por enquanto, que a sexualidade nas bactérias é facultativa.

Quando se fala em sexualidade, fala-se em escolha de parceiro. Pode-se imaginar que uma bactéria não troque seus genes com qualquer um, nem receba os genes de qualquer outra. A julgar, aliás, pelo que se passa no mundo vivo, ela não o poderia fazer, em princípio, senão com uma bactéria da sua própria espécie. Mas o que significa o conceito de espécie no universo das bactérias? Segundo a definição clássica, proposta por Ernst Mayr, uma espécie é um conjunto

de indivíduos fecundos entre si e somente entre si. Portanto, isolados de outros grupos de seres vivos. É nesse sentido que se fala em espécie humana. É nesse sentido também, mas de modo menos evidente, que cães e lobos são considerados como pertencentes à mesma espécie. Em relação às bactérias, isso significaria que somente as capazes de intercambiar genes são da mesma espécie. Mas a realidade é mais complicada. John Maynard Smith, por exemplo, hesita em aplicar o conceito de espécie ao mundo bacteriano. Uma objeção que ele faz, justamente, é que entre as bactérias existem fluxos de genes considerados de outras espécies.

A inativação de apenas um gene multiplica por mil a taxa de recombinação entre as duas espécies de bactérias

O estudo desses fluxos de genes entre bactérias tornou-se nos anos recentes um campo de pesquisa especial. Seus resultados foram tão fundamentais que chegaram a lançar nova luz sobre o que Darwin chamava de origem das espécies e também sobre a interação entre genes e meio ambiente. O modelo mais estudado diz respeito às interações entre as duas 'espécies' de bactérias mais conhecidas pelos geneticistas: *Escherichia coli* e *Salmonella typhimurium*. Acredita-se que essas duas espécies começaram a se afastar, a partir de um ancestral comum, há cerca de 150 milhões de anos, portanto mais ou menos na época do aparecimento dos primeiros mamíferos. São bactérias irmãs, no sentido de que conservaram mais de 80% do seu DNA igual. Entre os genes presentes nas duas espécies, a divergência entre as seqüências é de cerca de 16%.

Essa divergência basta, contudo, para impedir, como regra geral, o intercâmbio de genes entre essas duas bactérias. Tanto a análise das seqüências de DNA quanto as experiências em laboratório mostram que a freqüência de eventos de recombinação é muito baixa, 100 mil vezes mais baixa que a freqüência de recombinações fora dessas duas espécies. Existe, assim, uma barreira de espécie – embora às vezes ela possa ser ultrapassada. Foi possível demonstrar que essa barreira depende de modo muito direto e preciso de um pequeno grupo de genes. Se esses poucos genes são inativados, a barreira explode. Dois deles desempenham um papel central. Concretamente, é possível multiplicar a taxa de recombinação entre essas duas espécies por mil, em laboratório, inativando um desses dois genes.

O pequeno grupo de genes em questão é um dos sistemas de reparo do DNA. Durante a divisão celular, o cromossomo é submetido a coações importantes, que se tornam ainda maiores com as agressões ao meio ambiente. Existem vários sistemas de reparo destinados a recomodar diferentes tipos de alteração – lesões químicas e falhas de cópia. Uma falha comum é o emparelhamento inadequado. É o que se produz quando duas bases da molécula de DNA ficam mal 'casadas'. Em princípio, os emparelhamentos de bases descritos por Crick e Watson são A-T e C-G (adenosina-timina e citosina-guanina). Se A não está diante de T, mas diante de C ou de G, ocorre um problema. A informação levada pelos dois eixos da molécula de DNA deixa de ser idêntica. O mesmo acontece se uma base se encontra sem par. A hélice deixa de ser perfeita. Essas duas falhas sutis podem ser provocadas por diversos mecanismos. Mas seja qual for sua origem, elas são identificadas por um grupo de proteínas encarregadas de corrigi-las.

Se apresentarmos um texto de algumas linhas em azul sobre um fundo

transparente, depois um texto idêntico em vermelho sobre outro fundo transparente, e se colocarmos um sobre o outro, observaremos de imediato um erro pontual. O sistema de reparo dos desemparelhamentos defeituosos funciona da mesma forma. Chamemos esse sistema de SRM, para simplificar (existem várias outras categorias). O SRM compara os dois eixos de cada molécula de DNA recém-formada e localiza imediatamente um erro pontual. Foi ao ativar os genes desse sistema de reparo que se percebeu que uma porta se abria – através de *coli* e *Salmonella* – para recombinações importantes. Em outras palavras, a troca de genes entre duas espécies diferentes. As recombinações se produzem tão bem por intermédio de plasmídeos quanto por intermédio de vírus. Na realidade, basta provocar uma mutação em um dos dois principais genes do SRM, chamados *mutS* e *mutL*, para inibi-lo e autorizar essa sexualidade interespecífica. Em tempos normais, a proteína codificada para *mutS* fica especialmente encarregada de reparar a falha de emparelhamento. O papel de *mutL* é menos claro.

Na natureza, o SRM é efetivamente inativado em 0,1% a 1% dos *E. coli*. Inativar o SRM, bem entendido, tem como principal efeito deixar as falhas de emparelhamento se multiplicarem. A taxa de erro – normalmente de 10^{-10} ou 10^{-9} por nucleotídeo replicado nas duas bactérias – passa a 10^{-7} ou 10^{-6} . A facilitação da recombinação entre o DNA das duas bactérias deve-se ao fato de que *mutS* e *mutL* exercem também, em tempos normais, uma ação de freagem sobre as recombinações possíveis. Sem que saibamos exatamente como, o SRM desempenha o papel de guardião do templo: quando duas porções do DNA, postas em contato entre si, tentam se recombinar, o SRM cuida para que a divergência entre as seqüências não seja muito grande. À medida que a divergência aumenta, a probabilidade de um

Como age o SRM

A molécula de DNA é uma hélice de dois eixos, cada um deles comportando, do lado externo, uma sucessão de pares açúcar-fosfato. A cada um desses pares se liga, do lado interno, uma das quatro bases nitrogenadas cuja seqüência contém a informação genética. Os dois eixos associam-se um ao outro por meio de ligações entre as duas bases que se pareiam. Durante a replicação necessária para a divisão celular, o sistema se duplica. Cada eixo se encontra duplicado por uma seqüência complementar nova e em princípio idêntica à original. Na realidade, diversos incidentes podem se produzir, acarretando anomalias. Existem vários sistemas de reparo. O dos desemparelhamentos (SRM) age ao mesmo tempo para reparar as falhas periódicas do DNA e para controlar o que se chama de recombinação homóloga.

Reparo de erros periódicos

A) O SRM age por meio de enzimas que intervêm quando um eixo do DNA recém-sintetizado sai errado. O eixo paterno serve de referência para eliminar essas anomalias surgidas no novo eixo: base errada (mutação periódica), base em excesso (expansão), base ausente (contração). Os sinais desencadeadores da intervenção do SRM são sinais bioquímicos bem localizados no DNA, distantes do lugar de desemparelhamento das bases, e servem para discriminar o original da cópia.

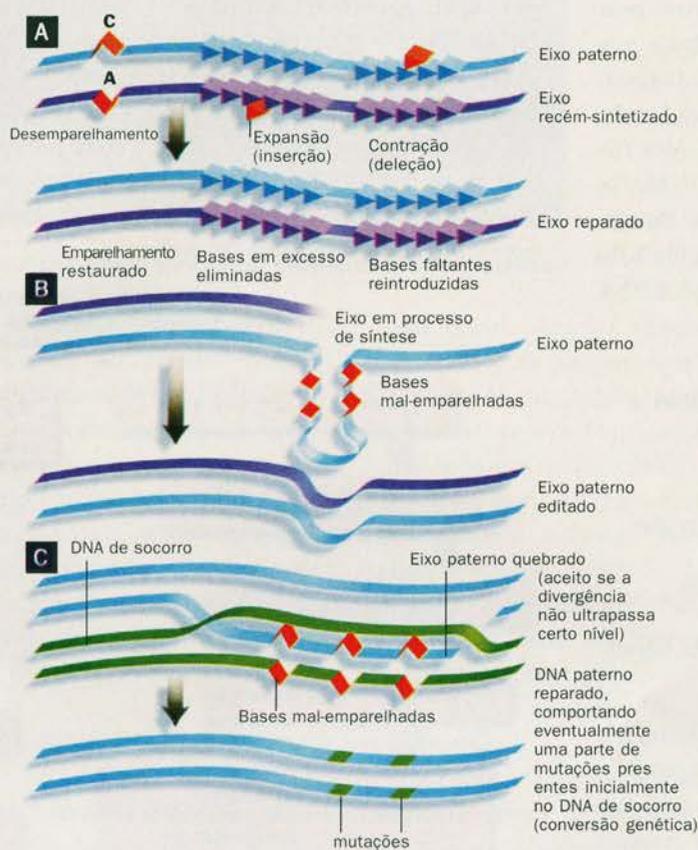
B) O SRM intervém também a montante da síntese, sobre o eixo paterno, para prevenir o aparecimento de deleções

nos trechos onde existem estruturas secundárias contendo os desemparelhamentos de bases (transposons). O SRM age desenrolando o eixo paterno.

Preservação da integridade da espécie

C) A recombinação homóloga é outro sistema de reparo, que intervém quando os dois eixos ficam simultaneamente

prejudicados ou quando os erros permanecem depois da replicação. Neste caso, uma proteína especializada (RecA) vai buscar (em uma molécula de DNA sintetizada durante a replicação) uma região com suficiente identidade de seqüências com o eixo lesado e põe ambos em contato com uma espécie de nó, para restaurar a informação faltante. O SRM assegura que, quando essas seqüências de DNA parcialmente diferentes (divergentes) forem recombinadas, a diferença não excederá um certo limite, sem risco de provocar rearranjo cromossômico ou autorizar a recombinação com uma seqüência oriunda de uma espécie diferente. Se o SRM não for ativado, o DNA lesado pode se parrear



com o DNA vindo de outra espécie.

A recombinação homóloga é a única maneira de reparar o DNA quando os dois eixos estão quebrados. A proteína RecA vai restaurar a seqüência faltante procurando o original do texto genético em outra molécula de DNA, o que permite à polimerase resintetizar os dois eixos. A recombinação introduz apenas de modo secundário uma variabilidade genética aumentada. Seu primeiro objetivo é reparar.

cruzamento fértil diminui e acaba por se anular (ver 'Como age o SRM').

A exploração desse sistema talvez esteja abrindo o caminho para um começo de explicação da origem das espécies no plano molecular. Com efeito,

não é absurdo imaginar que, se o SRM for entravado por uma razão qualquer, várias recombinações eficazes serão selecionadas, o que acabará levando ao nascimento de uma nova espécie. Essa hipótese é reforçada pela existência de

um segundo sistema, chamado de SOS, que age ao contrário do SRM e desempenha papel complementar.

O sistema SOS entra em ação quando a integridade do genoma é ameaçada ou, pelo menos, quando o mecanismo

de replicação é entravado ou freado. Sua existência foi postulada desde o início dos anos 70, para permitir explicar uma multiplicidade de fenômenos até então considerados sem ligação. Chega-se hoje a uma compreensão cada vez mais sutil desses mecanismos em nível molecular. Esse sistema é constituído de pelo menos 20 genes, que se coordenam para desempenhar um papel regulador – o grupo é denominado *regulon*. Como o SRM, a resposta SOS tem por função fundamental reparar o DNA. Mas enquanto o SRM reacomoda de modo rotineiro as lesões pontuais e em pequeno número, o SOS se desencadeia no caso de um evento ameaçador para a sobrevivência do genoma.

Os dois sistemas, SRM e SOS, agem sobre a variabilidade genética de modo oposto: o SRM reprime o que o SOS ativa.

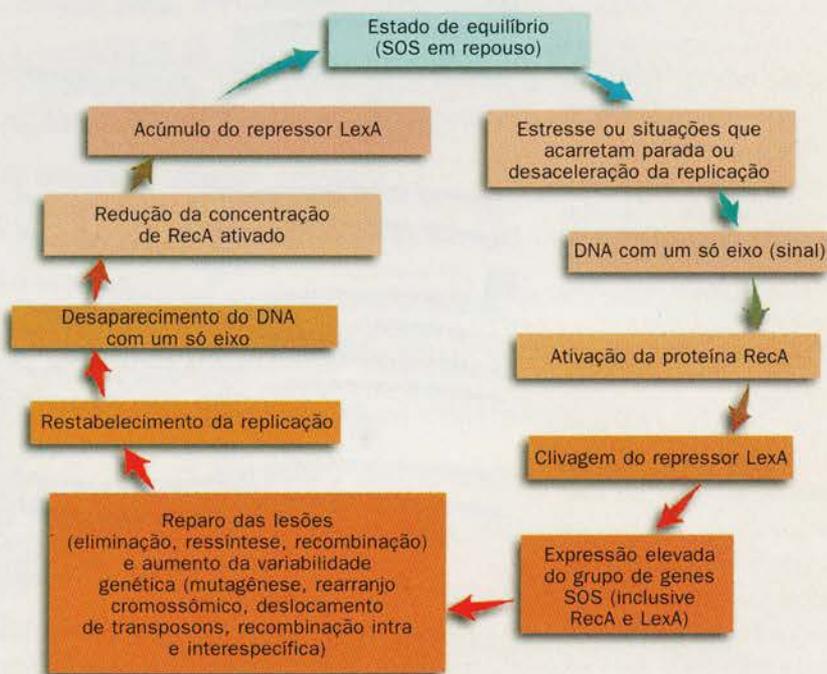
Isso se produz se o cromossomo fica exposto a certos raios, como os ultravioleta, a agentes químicos, a uma mudança de temperatura ou a uma carência nutricional. A replicação do DNA não se processa bem e ele aparece com um único eixo. Do mesmo modo que o SRM repara imediatamente uma base mal emparelhada, o SOS repara o eixo do DNA. O processo é relativamente complexo (ver 'Como age o SOS'). O principal papel cabe a uma proteína de choque, RecA, produzida por um dos genes do *regulon* SOS. RecA é também a molécula que desempenha o papel de orientação em todas as operações de recombinação, de casamento entre fragmentos de DNA idênticos ou semelhantes.

No caso em questão, ela não realiza qualquer recombinação: cola-se ao DNA de um só eixo, muda de conformação e

Como age o SOS

O SOS é sempre ativado quando uma situação de estresse acarreta alteração da replicação do DNA e produção do DNA de um só eixo, o que serve de sinal desencadeador. O SOS pode até mesmo ser ativado na ausência de fonte exógena de lesões do DNA. Ele é induzido, por exemplo, ao final de 48 horas, em colônias bacterianas em processo de envelhecimento, cujas taxas de crescimento declinaram, situação comum na natureza. A recombinação induzida por SOS pode também explorar segmentos de DNA estranhos, cortados pelas enzimas de restrição.

O SRM não entrava, mas freia continuamente a recombinação interespecífica, mesmo em casos de ativação do SOS. O SOS exerce múltiplas funções, muitas certamente ainda pouco conhecidas, e entra em ação com intensidade variável. Acredita-se que o equivalente do SOS poderia estar na origem das doenças genéticas esporádicas dos homens: poderia ser uma espécie de preço a pagar para termos direito à capacidade de evoluir.



finalmente inativa uma proteína-chave de controle, LexA. O gene 'legislador' (*lex* significa lei, em latim) que codifica essa proteína tem por função, em ocasiões normais, inibir a expressão do grupo de genes do SOS. Mas às vezes um atraso mínimo pode significar um risco: RecA interfere para que LexA se rompa, e o grupo de genes (entre eles o que codifica RecA) é liberado. Logo que ficam ativados, eles fazem a síntese das proteínas correspondentes e esforçam-

se para reparar as lesões do genoma. Ao agir assim, eles preenchem uma segunda função: aumentam a variabilidade genética. E é então, de novo, que aparece a ligação com a manutenção, ou não, da integridade da espécie.

Em uma situação de estresse que ameace a replicação fiel do genoma, o sistema SOS age, portanto, em duas frentes. De um lado, ele repara, por eliminação, síntese e recombinação. Mas também, como outro meio de defesa,

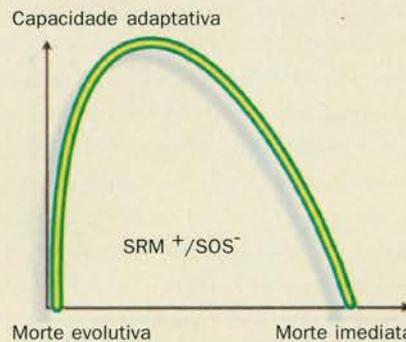
ele abre o campo dos possíveis. Como faz isso? Alguns dos genes liberados vão diminuir a fidelidade da polimerase, enzima encarregada de replicar o DNA. Se compararmos esse trabalho de replicação com o dos monges copistas da Idade Média, veremos que de tempos em tempos um monge também cometia um erro: o SRM está aí para corrigi-lo.

Em situações de estresse intenso, o SOS funciona no sentido inverso, estimulando a mutação. É como se ele desse um gole de aguardente para o monge copista beber: o número de erros aumenta. O SOS aumenta também a variabilidade genética, provocando rearranjos cromossômicos e ativando os transposons, genes saltadores que se deslocam de uma parte do genoma para outra. Finalmente, o SOS aumenta a taxa de recombinação, inclusive entre seqüências de DNA que não são rigorosamente idênticas. Ao fazer isso, ele facilita a integração eventual de fragmentos de DNA provenientes de uma outra espécie.

Reflitamos agora sobre a maneira pela qual esses dois sistemas, o SRM e o SOS, combinam sua ação. Ambos agem sobre a variabilidade genética e são portanto capazes de interferir no processo de especiação. Mas fazem isso de maneira oposta. Como regra geral, aquilo que o SRM reprime, o SOS ativa. O SRM reprime a produção de mutações (mutagênese) e reprime a recombinação. A resposta SOS, ao contrário, estimula a mutagênese e a recombinação. Vários elementos esclarecem o contexto no qual funciona essa dupla paradoxal.

Diversas experiências mostram, primeiro, que nas bactérias o tempo necessário para passar de uma geração a outra varia muito, de acordo com o meio ambiente: de dezenas de minutos a 210 dias. Além disso, ao contrário do que se poderia crer, as taxas de mutação de uma população de bactérias não são constantes na natureza. Conhece-se a taxa de base de mutação das bactérias:

AMBIENTE FAVORÁVEL



AMBIENTE DESFAVORÁVEL

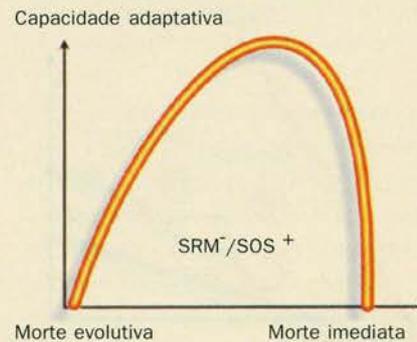


Figura 1. Taxa de mutação ótima. Quando o ambiente é favorável, o SRM está plenamente ativado e controla rigorosamente a barreira de espécie. O SOS não está ativado. Quando ocorre estresse ambiental capaz de prejudicar o bom funcionamento da replicação e, portanto, de atingir a integridade do genoma, o SRM é inibido e o SOS ativado. As duas parábolas exprimem a idéia de que, entre uma taxa de mutação muito alta, responsável por morte imediata, e uma taxa insuficiente, traduzida pela incapacidade de adaptação, existe uma taxa de mutação ótima, que eleva ao máximo a capacidade adaptativa.

é da ordem de uma mutação em 300 gerações. Mas essa é a taxa medida quando tudo vai bem, quando o número de bactérias cresce de modo exponencial. O ritmo varia em função do ambiente. A taxa de mutação aumenta sensivelmente, por exemplo, no caso de carência alimentar. Assim, ela aumenta com o envelhecimento de uma colônia cujas reservas nutritivas se esgotam.

Sabe-se também que a taxa média de mutação varia acentuadamente de um gene a outro. Uma mutação em um gene essencial tem em geral efeito muito negativo. Mas certos genes, mesmo importantes, podem ter interesse em mudar de tempos em tempos. Por exemplo, todos os receptores de açúcares parecem ser da mesma família. Isso significa que sem dúvida existiu há muito tempo um receptor primordial para um açúcar. Depois a natureza trabalhou um pouco, como diz François Jacob, e esse receptor primordial passou por mutação, gerando outros receptores adaptados a outros açúcares. Sabe-se, finalmente, que a taxa média de mutação varia dentro de uma mesma espécie, entre dois ramos diferentes.

Assim, os relógios moleculares, que deveriam nos permitir a reconstituição

do passado com a ajuda das árvores filogenéticas, não funciona sempre e em todas as circunstâncias com a mesma cadência. Em outras palavras, não se confirma o ponto de vista clássico, segundo o qual a taxa de mutação deve ser mínima. Sem dúvida, vale mais falar, pelo menos no caso das bactérias, em busca de uma taxa ótima.

Essa taxa ótima é a que maximiza o valor adaptativo, isto é, as chances de sobrevivência a longo termo de uma determinada população. Ela varia em função da adaptação ao ambiente no genoma típico dos indivíduos dessa população. Se a adaptação é boa, o SRM funciona normalmente. Se ela é má, o SRM fica em parte inibido e o SOS é selecionado (figura 1). Se, por exemplo, a alimentação é abundante, de nada serve modificar o receptor de açúcar. Em situação de penúria, é diferente. Pode ser interessante ir buscar um novo alimento, um açúcar até então inexplorado. Outro exemplo: nos mamíferos, as bactérias patogênicas (como as células cancerígenas em proliferação), que devem se adaptar a seu novo ambiente e escapar ao sistema imunológico, têm vantagem em aumentar sua taxa de mutação.

POLIMORFISMO DO DNA

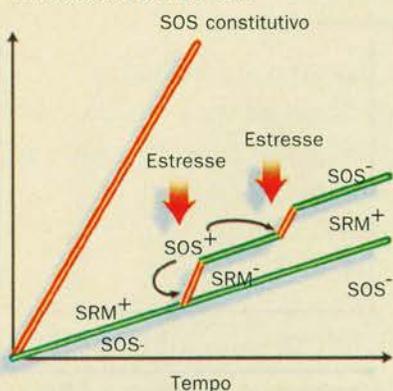


Figura 2. Estresse e SOS. Um estresse ambiental induz uma resposta do tipo SOS, que aumenta a mutagênese de maneira transitória. A operação pode se repetir. Após o período de estresse, o SOS é desativado e o SRM retoma sua função de guardião do tempo. O polimorfismo do DNA se torna mais incrementado do que se os episódios de estresse não houvessem ocorrido.

Resultados recentes enriquecem esse esquema. Sabemos que as trocas entre indivíduos de uma mesma espécie tendem a diminuir à medida que se acumula o polimorfismo, ou seja, as diferenças entre seus DNA. Esse crescimento é lento em tempo normal, em ambiente estável, e é controlado pelo SRM. Se ocorre estresse, o SOS é ativado. A taxa de mutação sobe rapidamente, permitindo a seleção de mutantes adaptados ao novo ambiente, sem que a troca de genes entre mutantes e não-mutantes seja sustada. O processo pode se reproduzir, criando uma alternância de ativações e de desativações do SOS (figura 2). Mas descobriu-se que, se a pressão de seleção e o tamanho da população forem suficientes, a eficácia do SRM é afetada. Ele pode ser inativado de modo transitório, e mutantes do SRM podem também ser selecionados. Essa eficácia menor favorece uma taxa de mutação mais alta no genoma, que perdura depois do término do período de estresse e da inativação do SOS. Durante o período de estresse, a seleção natural privilegia as bactérias mutantes

até que elas estejam adaptadas de maneira ótima ao novo ambiente (figura 3).

Esses dados e outros mais nos permitem propor um esquema do processo de especiação em nível molecular. Em um período de estresse prolongado, assiste-se a uma seleção acentuada dos genes, aumentando a variabilidade genética: não só as mutações favoráveis, mas também as neutras e as deletérias. Do ponto de vista da barreira de espécie, só conta o número total de mutações, seja qual for a sua natureza. No caso extremo, pode-se conceber dois organismos absolutamente indistinguíveis quanto à sua funcionalidade e morfologia (portanto, sob o aspecto fenotípico), mas separados por uma barreira de espécie radical, como resultado do acúmulo de mutações neutras. Aliás, existem rãs de espécies diferentes mas que não somos capazes de distinguir. Como exemplo oposto, vemos cães totalmente diferentes gerar bastardos em plena forma – porque o polimorfismo genético ainda não teve tempo para se acumular suficientemente.

Propomos nova definição de espécie, pelo menos para as bactérias, a partir da possibilidade de transferência de genes

Quando termina o período de estresse e o ambiente novamente se estabiliza, o SOS é desativado e a população volta a uma taxa de mutação normal. Os mecanismos preservadores da estabilidade do genoma de novo se tornam privilegiados. Mas o polimorfismo pode ter aumentado o suficiente para que uma barreira de espécie tenha se formado entre duas ou várias subpopulações. Barreira que o SRM mais uma vez vigia de modo ciumento, da mesma forma

que vigiava a barreira da população inicial, antes do episódio de estresse (figura 4).

Um esquema como esse privilegia o ponto de vista gradualista, segundo o qual a especiação, possibilitada pela interrupção da troca genética entre duas populações, raramente se deve a funções completamente novas. Entretanto, não apoiamos a tese gradualista estrita, segundo a qual a evolução se faz por uma série de pequenas mutações produzidas a uma taxa constante. Acreditamos que se trata, de fato, de uma série de pequenas mutações, mas com acelerações repentinas, provocadas pelo estresse ambiental. E, também, esse esquema não exclui processos mais radicais.

Sabe-se que nos *coli* e nas *Salmonella* existem uns 40 genes, até mesmo *opérons* inteiros (ou seja, grupos de genes que agem articulados), presentes em uma espécie e não na outra, e cujo aparecimento atribui-se a uma transferência horizontal, via plasmídeo ou via vírus. Há, por exemplo, motivos para pensar que os genes *mutS* e *mutL* do SRM deixaram os *coli* em uma determinada

POLIMORFISMO DO DNA

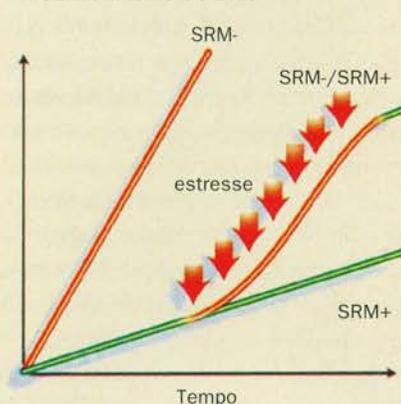


Figura 3. Estresse prolongado e SRM. Em caso de estresse prolongado, o SRM fica suscetível à mutação. Os alelos mutantes selecionados favorecem uma taxa de mutação cerca de 100 vezes mais alta. A reta SRM- indica a velocidade em que o polimorfismo se acumularia se o SRM estivesse totalmente desativado. Existe uma sinergia entre os efeitos do SRM e os do SOS (efeito aditivo, ou mesmo multiplicador).

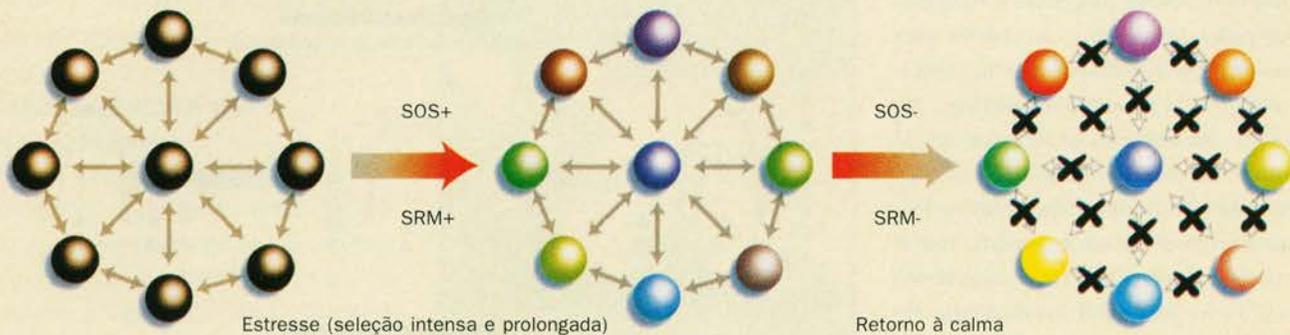


Figura 4. Hipótese: o processo de especiação. Uma espécie se compõe de populações de indivíduos (círculos) que trocam material genético (setas entre os círculos). Quando ocorre estresse ambiental, como a necessidade de adaptar-se a novo habitat, o SRM é inibido e o SOS ativado. A mutagênese intensifica-se e o polimorfismo acumula-se rapidamente (a composição dos círculos diversifica-se). Quando o genoma se adapta ao novo habitat, os mecanismos que preservam sua integridade são de novo selecionados. Mas alguns genomas poderão ter divergido a ponto de levar o SRM a instaurar uma ou várias barreiras novas, impedindo ou limitando fortemente as trocas entre as espécies assim criadas.

época, e depois voltaram, por transferência horizontal. Outro exemplo: o *opéron* lactose, que permite à bactéria alimentar-se do açúcar lactose, existe nos *coli* mas não nas *Salmonella*. Acredita-se que o *opéron* lactose foi transferido para os *coli* a partir de uma outra espécie de bactéria. No caso, a chegada desse *opéron* não resultou no nascimento de uma nova espécie, mas modificou-a, dotando-a de um trunfo essencial, e nada nos impede de pensar que transferências de genes dessa importância possam, em certos casos, contribuir para um processo de especiação. É também com frequência por transferência horizontal que as bactérias adquirem genes de virulência ou de resistência a um novo antibiótico.

Esta concepção nos leva a sugerir, pelo menos para as bactérias, uma definição de algum modo estatística de espécie, baseada na medida da probabilidade de transferência de genes de uma espécie a outra. Tal definição levaria em conta o fato de que essa probabilidade depende não só da taxa de divergência entre as seqüências de DNA, mas também do impacto do ambiente ao qual as populações de referência se confrontam através do efeito do SRM e do SOS.

Quando realizamos experiências de

hibridação entre *coli* e *Salmonella*, é possível medir a competitividade desses híbridos em comparação com a dos pais. Como regra geral, os híbridos são menos competitivos e não sobrevivem, ou não se reproduzem: eles não são selecionados. Também são encontrados raramente na natureza. Mas nas experiências podemos apreciar as trocas de genes. Como aparecem? Partindo da idéia de que o ambiente exerce provavelmente um papel, colocamos colônias bacterianas em condições que desfavorecem os dois pais: a um, porque ele não sabe preencher a função A, ao outro porque não sabe preencher a função B. Vemos então os híbridos mostrarem-se mais competitivos que um dos pais, ou até mais do que os dois.

É possível criar, em laboratório, condições nas quais os híbridos vão ser sistematicamente selecionados. Na natureza, os recombinantes nascidos de duas espécies diferentes são habitualmente eliminados. Mas pode-se admitir que, de tempos em tempos, para certas espécies e certas combinações de genes, o resultado seja eficaz. Isso é ainda mais admissível se pensarmos que no universo bacteriano esses processos operam sobre números gigantescos, em ambientes os mais diversos, e que comu-

mente mudam com grande rapidez. Basta imaginar que só o corpo humano abriga 400 espécies de bactérias, e no total tem 10 vezes mais bactérias que células.

Nossa concepção sobre o modo de operar da especiação no plano molecular nos leva a adaptar o paradigma darwiniano clássico. Segundo este, existe um polimorfismo genético significativo, e a seleção natural favorece os alelos, isto é, as cópias dos genes, cuja seqüência tem maior capacidade adaptativa. Nesse modelo, as mutações aparecem independentemente de qualquer pressão seletiva, de qualquer estresse ambiental. Segundo o paradigma lamarckiano, ao contrário, o polimorfismo é fraco e o alelo favorável não existe na população antes do surgimento da pressão seletiva, sendo induzido por ela. Podemos nos orientar por esquemas elaborados em 1983 pelo geneticista John McDonald (figura 5). No paradigma que sugerimos, pode-se assistir, sob o efeito do estresse, a uma extensão do polimorfismo, graças ao sistema SOS, com um forte acúmulo de alelos inúteis mas também com alguns alelos interessantes para a adaptação, que serão selecionados.

Tomemos o exemplo clássico dos patógenos. No modelo lamarckiano,

quando um novo patógeno é reconhecido pelos anticorpos, ele suscita uma mutação genética *ad hoc* que lhe permite escapar ao sistema imunológico. No modelo darwiniano, o alelo capaz de permitir-lhe escapar ao sistema imunológico já está presente antes do desencadeamento do referido sistema, mas é pouco freqüente. O sistema imunológico pode fazer com que a freqüência do alelo varie, levando-o a suplantá-lo por outro alelo. Nesse paradigma, é o sistema SOS que, em resposta ao estresse imposto pelo sistema imunológico, estimula a taxa de mutação geral e assim gera o aparecimento de um grande número de alelos diferentes, aumentando a probabilidade de que pelo menos um deles seja eficaz (ver 'As bactérias lamarckianas').

A questão fundamental é, bem entendido, saber-se em que medida essa adaptação do paradigma darwiniano ocorre, não só nas bactérias, que possuem um cromossomo único e não têm núcleo, mas no conjunto do mundo vivo. Todos nós temos na cabeça a fórmula de Jacques Monod: "O que é verdade para *E. coli* é verdade para o elefante." O que podemos dizer hoje?

O sistema SRM parece existir em todos os seres vivos. Para o sistema SOS, o quadro é menos claro.

O sistema de reparo dos defeitos (SRM) parece existir com variantes em todos os seres vivos em que foi procurado, inclusive no homem. Em toda parte encontram-se os homólogos de *mutS* e *mutL*. A única exceção é uma micobactéria cujo genoma acaba de ser integralmente seqüenciado. Mas é um minúsculo parasita de células eucarióticas, com um genoma muito pequeno, submetido à pressão do sistema

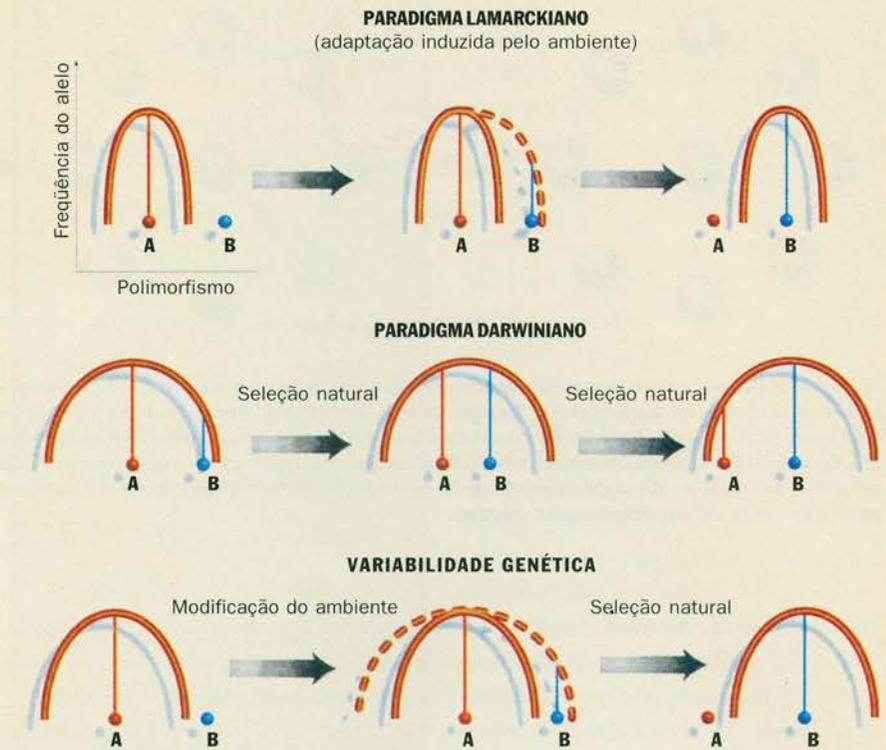


Figura 5. Uma adaptação do paradigma darwiniano. Histogramas da freqüência dos alelos. Segundo o paradigma lamarckiano, a população responde a um estresse ambiental criando uma mutação *ad hoc*. No caso da figura, o alelo B contendo a mutação não está, portanto, presente na população de origem. Segundo o paradigma darwiniano, o alelo B já estaria nela, mas pouco representado na população. Depois do período de estresse e da adaptação, o alelo B vai suplantá-lo o alelo A que, entretanto, sobrevive. Na realidade, poderia acontecer que a simples extensão do polimorfismo causada pelas reações dos sistemas SOS e SRM ao estresse ambiental aumente a variabilidade genética, e que o alelo B, ausente do genoma original e surgido no contexto dessa extensão do polimorfismo, seja favorecido pela seleção natural.

imunológico. Pode-se supor que, nele, o custo das mutações seja mais fraco e o benefício que ele tira delas bem maior, o que favoreceria de modo permanente uma taxa de mutação alta, como nos vírus humanos.

Nos eucarióticos, parece existir um SRM especializado para os genes do núcleo e outro especializado nos genes das mitocôndrias. Existem também funções separadas, segundo se trate de reparar os genes durante a mitose (divisão celular) ou durante a meiose (formação das células sexuais). O levedo tem seis *mutS*. O homem tem, sem dúvida, muito mais. O *mutS* dos *coli* é, paradoxalmente, mais próximo de certos *mutS* huma-

nos do que alguns desses genes entre si.

Isso significa, sem dúvida, que esses últimos vêm de muito longe na história dos seres vivos. No homem, sabe-se não faz muito tempo – uma descoberta feita simultaneamente por duas equipes – que mutações em *mutS* e *mutL* permitem prever um câncer no cólon por volta dos 50 anos de idade. Outras anomalias do SRM são talvez associadas à arteriosclerose e de um modo mais amplo ao envelhecimento. Os dados mais recentes indicam que o SRM desempenha um papel na proteção da barreira de espécie na levedura e, talvez, também no camundongo: foram criadas em laboratório linhagens de células embrio-

nárias de camundongo privadas do equivalente ao SRM e constatou-se que suas taxas de mutação, de recombinação entre seqüências divergentes e de cânceres aumentou expressivamente.

Quanto ao sistema SOS, o quadro não é tão claro. Ele foi encontrado em todas as bactérias nas quais foi pesquisado. No mundo dos eucarióticos, encontramos mecanismos análogos ao SOS, mas talvez não homólogos: não foi demonstrado que eles tinham um ancestral comum. Tratar-se-ia então de mecanismos reguladores inventados diversas vezes ao longo da evolução para resolver o mesmo tipo de problema.

Como já foi visto por Barbara McClintock, um deles está presente nas plantas, onde se manifesta em diversas situações de estresse (choque térmico, agente químico, radiações). Na drosófila, o grupo de Jean-Claude Bregliano, em Marselha, mostrou que uma resposta do tipo SOS é desencadeada por agentes que prejudicam o DNA, ou ainda pelo envelhecimento. Constata-se que os transposons começam a se deslocar e vê-se a recombinação aumentar. Certos parceiros moleculares desses mecanismos são encontrados desde a bactéria até o homem. É o caso da enzima RecA, ou ainda de proteínas capazes de modificar a fidelidade da polimerase, enzima encarregada da replicação do DNA. Mas LexA, por exemplo, não parece ser conservada.

Digamos, para resumir, que os pares do gênero SRM-SOS parecem existir em

todos os seres vivos, mas é um pouco cedo para afirmar isso de modo conclusivo. Esse é um domínio de pesquisas em plena ascensão, do qual esperam-se muitas respostas novas. Além disso, um ensinamento do estudo comparado das seqüências mostra, desde já, que, para analisar as divergências entre espécies, é mais interessante concentrar-se no modo de regulação das proteínas do que nas próprias proteínas. A diferença entre o homem e o chimpanzé, aliás, é um bom exemplo: quase 99% de suas proteínas são idênticas. O que os distingue, sem dúvida, são determinados mecanismos de regulação, implicando a parte não-codificadora do DNA (que representa mais de 90% do genoma e na qual se constata uma variabilidade bem maior).

A descoberta dos genes homeóticos, esses genes de regulação do desenvolvimento nos quais uma simples mutação permite transformar uma asa em pata, também colabora neste sentido. É a grande descoberta dos últimos 20 anos em biologia do desenvolvimento. Seria interessante conhecer a taxa de mutação desses genes homeóticos, saber se essa taxa difere da de outros genes. Interessante também é saber se esses genes respondem ao estresse e de que maneira.

Retornemos, para concluir, à questão da sexualidade. Nos eucarióticos superiores, a maior parte dos cromossomos é constituída de seqüências repetidas que não codificam nenhuma proteína: é o DNA 'lixo'. No caso em questão, o SRM serve para impedir a re-

combinação entre seqüências repetidas, que traz o risco de afetar a integridade dos cromossomos. Ele age exercendo uma proteção muito mais fechada do que nos organismos que se reproduzem por simples divisão celular. Assim, nos mamíferos, o polimorfismo não ultrapassa 0,1 a 0,5%. Nos rotíferos sexuais, o polimorfismo não ultrapassa 0,1%, como nos humanos. Enquanto nos rotíferos assexuados, o polimorfismo atinge 10%.

É plausível que nos seres que se reproduzem misturando os cromossomos paternos e maternos, e que portanto recorrem ao sofisticado mecanismo da meiose, o SRM intervenha, nesse exato momento, para impedir as recombinações entre seqüências muito divergentes. É o caso da levedura, organismo-modelo para o estudo da meiose. Não seria surpreendente que seja a intervenção do SRM que provoca a esterilidade dos híbridos, como a mula. O polimorfismo do nosso DNA 'lixo' constituiria, nesse caso, o material privilegiado de nossa barreira genética.

Sugestões para leitura:

- RIDLEY, M. *The Red Queen, Sex and the Evolution of Human Nature*, Penguin Books, 1994.
 SMITH, J.M. *The Evolution of Sex*, Cambridge University Press, 1978.
 MICHOD, R. & LEVIN, B.R. *The Evolution of Sex*, Sinauer, Sunderland, Mass., 1988.
 FRIEDBERG, E. et al. *Repair and Mutagenesis*, Washington DC, ASM Press, 1995.

TRADUÇÃO: Maria Ignez Duque-Estrada



Darcy Ribeiro

O construtor de sonhos



“A UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA ESTÁ ENTRE AS MINHAS PRINCIPAIS CRIAÇÕES. QUANDO TIVE A OPORTUNIDADE DE CRIÁ-LA — EU SERIA INCAPAZ DE PENSÁ-LA SOZINHO —, A SBPC ME DEU MAIS DE 100 ASSESORES, OS MELHORES CIENTISTAS BRASILEIROS DA ÉPOCA. POR SER UM PROJETO AVANÇADO, A UNB FOI RESPEITADA INTERNACIONALMENTE. ISSO SERIA IMPOSSÍVEL SEM MAURÍCIO ROCHA E SILVA, HAITY MOUSSATCHÉ, JOSÉ LEITE LOPES, JOSÉ REIS OU CAROLINA BORI.”

D A R C Y R I B E I R O (1 9 2 2 - 1 9 9 7)

Este texto aparece na entrevista que Darcy Ribeiro concedeu a CIÊNCIA HOJE, publicada no nº 113, de setembro de 1995.



antes de entrar para o mundo da política, Darcy Ribeiro foi cientista e educador e possivelmente estão nessas áreas suas contribuições mais indiscutíveis e relevantes para o país. Assim, é nestes aspectos da sua atividade que se concentra a homenagem de *Ciência Hoje* ao ilustre brasileiro que não cansou de sonhar. Sua personalidade controvertida, mas sempre encantadora, inspirou um belíssimo retrato pintado por Glauco Rodrigues, aqui apresentado ao público pela primeira vez. A obra do cientista é abordada por Roque de Barros Laraia, professor emérito da UnB, que lembra o papel

importante desempenhado por Darcy no estabelecimento da antropologia brasileira e testemunha a saudade que o etnólogo deixou nas aldeias por onde passou. Wanderley de Souza, primeiro reitor da Universidade Estadual do Norte Fluminense, participou dos últimos projetos do educador e relata como a UENF foi construída em tempo recorde e apresenta o derradeiro sonho de Darcy no campo da educação: a Universidade Aberta do Brasil. Por essas realizações mereceu a homenagem especial da 47^a reunião anual da SBPC, realizada em julho de 1995, em São Luís (MA).

Darcy na Terra sem Males

O retorno do etnólogo

ROQUE DE BARROS LARAIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Para escrever sobre o etnólogo Darcy Ribeiro é necessário deixar de lado o Darcy Ribeiro que, nos anos 60, dirigiu o Centro Brasileiro de Pesquisa Educacional e tornou-se famoso pela defesa da escola pública durante a discussão da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Na mesma época, preocupava-se com a formulação de um projeto de colonização da Amazônia, idealizando assentamentos rurais que, com certeza, inspiraram as agrovilas da década de 70 (conforme Primeiro Plano Quinquenal da Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia, SPEVEA, 1955). É preciso deixar de lado, também, o político Darcy Ribeiro, que desempenhou importante papel na criação da Universidade de Brasília, além de ocupar os cargos de chefe da Casa Civil e de Ministro da Educação do governo João Goulart e que, em 1964, foi obrigado a se exilar, vivendo então no Uruguai, Chile e Peru. Ainda é necessário separá-lo do Darcy vice-governador, senador, criador do sambódromo e dos Cieps e, mais uma vez, fundador de universidade e autor de nova lei de reforma educacional, para reencontrar o Darcy Ribeiro que exerceu papel importante no estabelecimento de uma antropologia brasileira. É sobre este reencontro que pretendemos falar.

Em 1967, quando realizei minha pesquisa entre os índios Urubu-Kaapor em uma aldeia não muito distante do igarapé Gurupiuna, afluente do Gurupi, vários de meus informantes perguntaram sobre o 'doutor Darcy', que ali estivera, pela última vez, 14 anos antes. Tanto tempo depois ainda lembravam do jovem etnólogo, o primeiro que ali estivera desde que Raymundo Lopes os visitara na época da 'pacificação', em 1928. Mais do que

isso, apontaram-me um menino de uns seis ou oito anos que também se chamava 'doutor Darcy'. Nessa mesma época, a preocupação com o retorno do etnólogo não era apenas dos índios. Todos que o conheciam estavam perplexos com a maneira brilhante, surpreendentemente rápida, que transformou o jovem etnólogo em político do primeiro escalão e, por fim, em exilado político. Muitos lamentavam esse fato, considerando ser o Brasil um país de muitos políticos e poucos cientistas. Acontece que Darcy tinha optado por novos rumos e, mesmo após sua volta ao Brasil, continuou a carreira política e foi eleito vice-governador do Estado do Rio de Janeiro, e, depois, senador pelo mesmo Estado.

Foi somente menos de um ano antes de sua morte que o etnólogo Darcy Ribeiro iniciou seu retorno, ao publicar *Diários índios. Os Urubu-Kaapor* (Companhia das Letras, São Paulo, 1996). Não há um ato de maior coragem e generosidade, para um antropólogo, do que a publicação de seus diários de campo. Não resta dúvida de que este foi um acontecimento importante para a antropologia brasileira, no ano de 1996, porém um comentário mais adequado sobre *Diários índios* requer mais tempo e espaço do que agora dispomos. Mas, a partir deste fato, achamos conveniente fazer um retrospecto da carreira de Darcy Ribeiro como etnólogo.

Tudo começou nos anos 40 quando, em companhia de sua esposa, a antropóloga Berta G. Ribeiro, visitou os índios Kadiwéu, no sul do então Mato Grosso. Dessa pesquisa, entre os índios cavaleiros, resultou a publicação de dois livros, *Religião e mitologia Kadiwéu* (Conselho Nacional de Proteção aos Índios, nº 106, Rio de Janeiro, 1950)



Os Urubu-Kaapor, que vivem no Maranhão, foram objeto de estudo de Darcy Ribeiro na década de 50.

e *A arte dos Kadiwéu* (separata de Cultura, Rio de Janeiro, 1951), além do artigo 'Sistema familiar Kadiwéu', no volume 2 da *Revista do Museu Paulista* (São Paulo, 1948).

Em 1949, Darcy Ribeiro foi estudar os Urubu-Kaapor, grupo extremamente isolado na floresta tropical, mesmo tendo já decorridos 25 anos do primeiro contato. Este não é um procedimento usual entre os etnólogos que, na maioria das vezes, preferem passar a vida toda estudando um mesmo grupo, ou pelo menos sociedades indígenas de uma mesma família lingüística. Fica então uma dúvida: o que fez o etnólogo deixar de lado as suas pesquisas sobre uma sociedade falante de uma língua isolada para estudar um grupo da grande família Tupi-Guarani?

Darcy efetivamente publicou muito pouco sobre os Kaapor: apenas um artigo a respeito do 'Ciclo das atividades de subsistência de uma tribo da floresta tropical', incluído inicialmente nos Anais do XXXI Congresso Internacional de Americanistas, realizado em São Paulo, em 1954. Considero este um importante trabalho pioneiro sobre adaptação ecológica de um grupo de floresta tropical. Em 1957, publicou 'Uirá vai ao encontro de Maíra: as experiências de um índio Urubu que saiu a procura de Deus' (Anhembi, vol. XXIV, nº 76, São Paulo), comovente relato das desventuras de um índio Kaapor que, revoltado pela morte prematura de um filho, sai em busca do herói mítico dos Tupi, Maíra, refazendo a caminhada de seus ancestrais na perene busca da terra sem males, onde todos vivem eternamente. E, junto com Berta G. Ribeiro, publicou *A arte plumária dos índios Kaapor* (Rio de Janeiro, 1957), coleção de magníficas pranchas policromáticas sobre a arte desses índios, que, segundo Darcy, eram capazes de transformar simples penas de aves em deslumbrantes jóias.

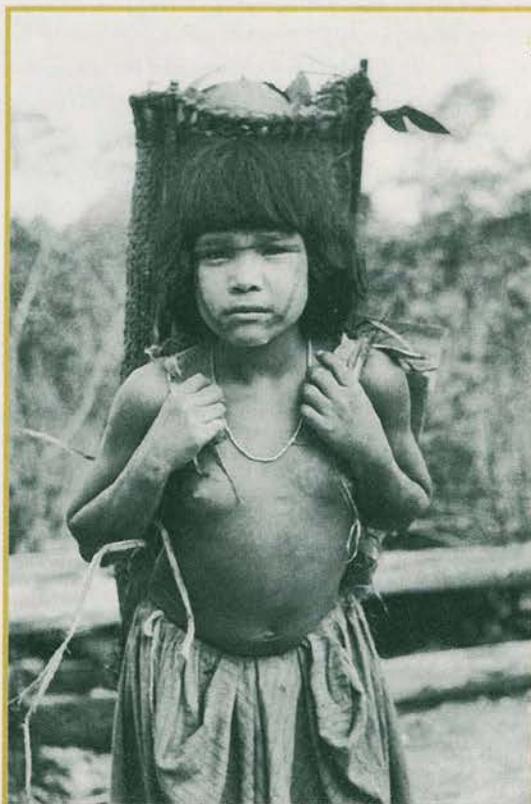
Nos anos 50, quando se intensifica a marcha para o Oeste, iniciada na década anterior e estimulada por uma retórica desenvolvimentista, Darcy Ribeiro, preocupado com o destino dos índios brasileiros, concluiu que tão importante quanto analisar os sistemas mágico-religiosos ou a estrutura social dos grupos em que trabalhava era avaliar as conseqüências do contato das sociedades indígenas com as frentes pioneiras da sociedade

nacional, na maioria das vezes extremamente desastrosas para as primeiras.

Exemplos significativos da preocupação de Darcy Ribeiro com a sorte dos índios são alguns de seus trabalhos: 'Convívio e contaminação' (in *Sociologia*, XVIII, nº 1, São Paulo, 1956), referente à dizimação de grande parte da população indígena brasileira pela contaminação por bactérias e vírus contra os quais não tinham qualquer imunidade; 'Culturas e línguas indígenas do Brasil' (in *Educação e Ciências Sociais*, II, Rio de Janeiro, 1957), tentativa pioneira de realizar um censo indígena e, mais que isso, uma classificação de cada grupo em função de sua situação de contato; e, finalmente, *A política indígena brasileira* (Serviço de Informação Agrícola do Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 1962), livro em que critica a ação governamental em relação aos índios e faz recomendações bastante pertinentes, mas nunca levadas em conta pelos dirigentes do Serviço de Proteção ao Índio, hoje Funai. Todos esses trabalhos, publicados primeiro em veículos de divulgação limitada, foram reunidos em seu livro, bastante difundido, *Os índios e a civilização* (Civilização Brasileira, Rio de Janeiro, 1970).

Em 1968, publicou *O processo civilizatório. Etapas da evolução sociocultural* (Civilização Brasileira, Rio de Janeiro) que, contudo, não teve nos meios acadêmicos a mesma repercussão dos anteriores. As teorias neoevolucionistas em que se baseava, de grande aceitação nos anos 40, já estavam sendo muito contestadas. Com a publicação de *As Américas e a civilização* (Civilização Brasileira, Rio de Janeiro, 1969), encerra-se a fase dos trabalhos verdadeiramente antropológicos. Depois disso, Darcy Ribeiro se dedicaria, com imenso sucesso, à publicação de textos ensaísticos ou literários, até que em 1996 publicou, como já vimos, os *Diários índios*, matando a curiosidade relativa aos seus trabalhos de campo entre os anos 1949 e 1951. Talvez seja possível, ainda, a publicação de seus diários sobre o período ligado aos índios Kadiwéu.

Oxalá de fato exista 'a terra sem males' – o paraíso dos Tupi-Guarani – e lá o etnólogo possa completar o seu retorno e reencontrar os seus informantes Mirá, Kosó, Koatá e Antonio Hu que, em 1967, me perguntou por Darcy.



Em *A arte plumária dos índios Kaapor* Darcy e Berta Ribeiro mostram penas transformadas em jóias.

Darcy Ribeiro, **a Universidade Estadual do Norte Fluminense** **e a Universidade Aberta do Brasil**

WANDERLEY DE SOUZA

EX-REITOR DA UENF

Pelo telefonema de uma colega de trabalho, enquanto realizava uma experiência na Universidade de Illinois, tomei conhecimento do falecimento de Darcy Ribeiro. Ainda que acompanhasse de perto o seu estado de saúde, a notícia me surpreendeu, pois Darcy vinha mostrando incrível resistência, uma forte vontade de viver e ver alguns dos seus últimos projetos florescerem. Perdi alguém com quem convivi intensamente nos últimos anos, participando da montagem de duas universidades: a Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), hoje realidade em Campos dos Goytacazes, e a novíssima Universidade Aberta do Brasil, que esperamos inicie suas atividades em agosto próximo.

Minha admiração pelo Darcy antropólogo, escritor e político é antiga. O relacionamento estreitou-se com o convite para participar da equipe que iria pensar e estruturar a UENF. Durante vários encontros, pude perceber seu grande entusiasmo pelas questões educacionais. Desde o início ficou clara a sua crença no poder da ciência e na necessidade de dotar a nova universidade de um corpo de pesquisadores de alto nível. No início fiquei desconfiado, pois, como é do conhecimento de todos, Darcy nada fez pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj) à época do primeiro governo Brizola, quando a presidiu. Cheguei a discutir este assunto com ele, que justificou sua omissão pelo fato de desempenhar simultaneamente várias atividades, inclusive a de vice-governador, e por estar mergulhado no início do projeto Ciep.

Com o passar do tempo, inúmeras reuniões foram realizadas para discutir aspectos filosóficos da nova universidade. Posteriormente, com sua enorme capacidade de persuasão, convenceu-me a pedir demissão da direção do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, da UFRJ, para ser o primeiro reitor da UENF. Ao longo do período em que exerci a reitoria, recebi de Darcy apoio integral. Com seu prestígio junto ao governo Brizola foi possível conseguir o aval para um empréstimo da Alemanha, via CNPq, que permitiu a compra de quase todos os equipamentos hoje existentes na UENF.

Com recursos próprios do orçamento estadual, outros projetos de vulto foram aprovados, permitindo equipar novos laboratórios. No começo, foi contra a construção de edifí-

cios para a universidade. Acreditava ser possível utilizar vários prédios existentes na cidade de Campos para abrigar a nova instituição. Aflitos, verificamos a impossibilidade de usar esses prédios. Tornava-se imperativo construir e o tempo corria, desanimando alguns colegas. Tínhamos ainda relativamente pouco tempo de governo e, como todos sabem, os processos licitatórios são lentos.

Lembro-me muito bem do dia em que, indo a Campos com Jorge Guimarães, ele fez a seguinte observação: e por que não montar a universidade em prédios tipo Ciep? Logo visitamos um e verificamos que, com algumas adaptações, seria perfeitamente possível montar laboratórios nesse tipo de edifício. Em seguida telefonei para Darcy em Brasília e comuniquei o fato, o que o deixou exultante, pois para Ciep não seria necessário fazer licitação. Oscar Niemeyer foi consultado e, apesar de preferir um projeto novo, entendeu a situação e projetou um edifício anexo. Assim, os três primeiros prédios da UENF passaram a ser chamados de Cieps 501, 502 e 503. As obras se iniciaram com grande intensidade, havendo épocas em que cerca de 1.500 operários trabalhavam dia e noite. Foram momentos maravilhosos, em que tínhamos novidades todas as semanas.

O resultado das eleições, quando Marcelo Alencar venceu Garotinho, deixou Darcy preocupado com a continuidade do processo de implantação física da universidade. Com o agravamento de seu estado de saúde, conseguiu junto ao governador Nilo Batista e Assembléia Legislativa aprovar a idéia de que todos os recursos provenientes de uma dívida da Petrobrás com o estado, e que seria paga em parcelas mensais ao longo dos próximos anos, fosse destinada à consolidação da UENF. Nada mais justo, já que das plataformas da bacia de Campos se obtém a maior parte do petróleo brasileiro, sem que quase nada fique para a pobre região produtora.

Recebemos a primeira parcela, que utilizamos para adquirir alguns equipamentos, entre os quais destaco uma centrífuga geotécnica, que seria a primeira do país. A centrífuga foi comprada e, para vergonha de todos, até hoje não foi instalada, pois falta um prédio, de valor bem menor que o do equipamento. Uma das primeiras medidas do novo governo, em relação à UENF, foi argüir a constitucionalidade do repasse

dos recursos da Petrobrás, suspendendo-o imediatamente, estrangulando por completo o crescimento da universidade.

Ao final de 1994, num momento em que a saúde de Darcy piorava, fui obrigado a me afastar da reitoria por intrigas políticas, o que abriu uma crise de intervenção na universi-

dade. Esta se mantém até hoje sem nenhuma independência, sendo tutelada diretamente pela Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado, que, mesmo agora, quando é necessário escolher um novo reitor, procura interferir no processo, patrocinando um nome externo aos quadros da universidade.

Três meses após minha saída, Darcy me convidou para um jantar em sua residência e me pediu desculpas por ter concordado com o meu afastamento. Desde então, todos os meses, nos encontrávamos para discutir ora a Lei de Diretrizes e Bases para a Educação, à qual se dedicou intensamente até vê-la aprovada, ora à UENF. Nos últimos meses estava bastante desencantado com a UENF, canalizando toda a sua energia para a nova Universidade Aberta do Brasil.

Na nossa última conversa, em dezembro, chegamos à conclusão da necessidade de irmos ao governador Marcelo Alencar discutir os rumos da UENF, o que planejavamos fazer agora em março. Apesar do meu freqüente estado de desapontamento com a universidade, convenceu-me a dela não me afastar e a continuar lutando para que, uma vez



Darcy Ribeiro visita o campus no primeiro aniversário da UENF em 16/08/94. Os prédios seguem o projeto dos Cieps.

libertada do intervencionismo, venha a florescer no sentido de auxiliar no desenvolvimento científico do país e, por consequência, no desenvolvimento da região norte do estado. Fique tranquilo, Darcy, que um grupo significativo segue acreditando no projeto UENF.

Por fim, não poderia deixar de mencionar seu último projeto na área universitária: a Universidade Aberta do Brasil. Esta visa abrir a possibilidade para que milhões de brasileiros tenham acesso, via televisão, vídeos e Internet, a um ensino universitário de alto padrão e baixo custo, dirigido por pesquisadores de grande experiência científica e capacidade didática, a serem selecionados em diferentes instituições.

Fiquei encantado com o projeto e aceitei o convite para ser o decano de ciências biológicas e biomédicas da nova universidade. Foi fácil convencê-lo de que o Centro de Biotecnologia e Biotecnologia da UENF fosse a matriz básica da área biológica, unindo, assim, as duas universidades, com a participação complementar de professores de outros centros. Nos últimos dois meses, trabalhei no projeto e deveria entregar-lhe o documento final na primeira semana de março, para então iniciar a seleção de professores convidados a gravar as aulas, escolher e redigir os textos básicos. Espero sinceramente que as pessoas encarregadas da gestão da Fundação Darcy Ribeiro dêem continuidade a esse importante projeto.

História de um *retrato*

MARTHA NEIVA MOREIRA

Ciência Hoje/RIO DE JANEIRO

Em 1996, a pedido da Fundação Darcy Ribeiro (Fundar), o pintor gaúcho Glauco Rodrigues concebeu um quadro que retrata a personalidade forte e dinâmica de Darcy Ribeiro. A idéia de encomendar a obra foi de Vera Brandt, grande amiga do senador e diretora administrativa da Fundação. Segundo Glauco, o trabalho demorou 40 dias para ser concluído. "O primeiro passo foi vasculhar fotos antigas no arquivo da casa de Darcy. Passei uma tarde selecionando imagens que mostrassem Darcy Ribeiro no auge de sua vida. Acabei encontrando as fotos de campanha e uma seqüência tirada nas

areias de Copacabana", conta.

Em um primeiro momento Glauco começou a pintar em uma tela horizontal e pequena, mas achou que alguma coisa estava errada e explica "o Darcy não caberia em uma tela pequena e, além disso, a tela horizontal por si só é estática, não combina com a vida empreendedora que Darcy levou. O quadro precisava de um movimento". Passou então para uma tela vertical, na qual retratou a personalidade forte e dinâmica do senador.

A luta e a força do temperamento aparecem na foto de

campanha, em primeiro plano. Logo em cima estão as imagens do antropólogo pulando sem os sapatos e olhando para o alto, o que passa a idéia de que existe alguma coisa além da tela. Segundo Glauco, quando Darcy veio ver o quadro falou que sua imagem com o dedo



Darcy Ribeiro visita o seu retrato pintado por Glauco Rodrigues.

apontando para cima sugeria que ele estava falando com Deus. O dinamismo fica por conta do movimento verde e amarelo que permeia as imagens. O pintor explica que isso também é uma referência ao mapa do Brasil. “Essa idéia de movimento vem de um desenho dos índios Kadiwéu. Eu peguei em um livro que Darcy escreveu sobre essa tribo.”

ele me disse que ela nunca tinha fechado”, lembra o pintor. Segundo Glauco, ele ficou satisfeito também de não haver elementos folclóricos na pintura. “Seria muito óbvio”, afirma Glauco. O destino do quadro é a Fundação Darcy Ribeiro (Fundar), em Brasília, que será construída em terreno doado pela Universidade de Brasília (UnB).

Em julho de 96, Darcy Ribeiro foi à casa do pintor e viu a tela. Como ele estava de cadeira de rodas e o ateliê é na cobertura do apartamento, o retrato foi trazido para o andar de baixo. “Quando Darcy olhou o quadro constatou que duas imagens pareciam saídas de sua própria moleira. Então

Fundação Darcy Ribeiro

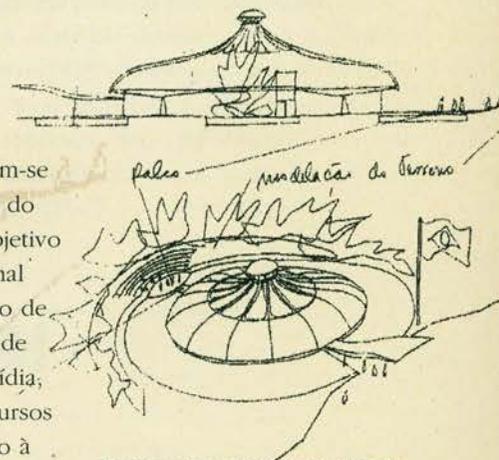
A Fundação Darcy Ribeiro (Fundar), uma instituição não-governamental, auto-sustentável e sem fins lucrativos, foi criada pelo senador para reeditar sua obra e dar continuidade aos projetos elaborados ao longo da sua vida. Está funcionando, provisoriamente, na rua Bolívar, no Rio de Janeiro, onde Darcy morou. Porém, a Universidade de Brasília (UnB) doou um terreno dentro do *campus* e vai financiar a construção da sede, um projeto muito bonito do arquiteto João Figueira Lima –

caracterizado por uma grande cobertura com 34 m de diâmetro, vazado e revestido de material transparente e lâminas externas de fibra de vidro que evitam a transferência de calor para o interior do prédio. O apartamento da rua Bolívar será o escritório no Rio.

Para este prédio serão enviados todos os livros, quadros e documentos do antropólogo, assim como os retratos de Darcy pintados por Carlos Scliar e Glauco Rodrigues.

Entre os projetos que estão sendo desenvolvidos

pela Fundação, incluem-se a Universidade Aberta do Brasil, que tem por objetivo criar uma Escola Normal Superior para formação de professores; a Central de Teleducação e Multimídia, na qual funcionarão cursos técnicos e de educação à distância para adultos e o Projeto Caboclo, um plano alternativo de ocupação da Amazônia. Para implementá-los a Fundar firmou convênios com a Fundação Roquette Pinto, Ministério da Educação e Cultura, Ministério do Trabalho, governo do Distrito Federal



Esboço do projeto da Fundação Darcy Ribeiro, de autoria do arquiteto João Figueira Lima.

e algumas organizações não-governamentais nacionais e estrangeiras. Os bens deixados pelo senador, assim como o produto dos seus direitos autorais também serão revertidos para a instituição.

A andança dos continentes

Pesquisa muda teoria sobre movimentos tectônicos e acha vulcão fóssil em São Paulo

Que forças deslocam os continentes, ou, como dizem os geólogos, as placas continentais? Os cientistas ainda buscam uma resposta. Pesquisa do Instituto Astronômico e Geofísico (IAG) da USP, com a colaboração do Departamento de Magnetismo Terrestre da Carnegie Institution of Washington (EUA), obteve novos dados a respeito, ao examinar os movimentos da placa sul-americana. Há evidências de que as placas são carregadas pelos movimentos do manto superior da Terra (camada imediatamente abaixo da crosta rochosa), em vez de ficarem 'boiando' de modo independente sobre esse manto, como até agora se acreditava.

Geofísicos do IAG, nos últimos três anos, coletaram dados sobre tremores de terra em 15 estações sismográficas no Estado de São Paulo, ao sul de Minas Gerais e em parte de Mato Grosso do Sul, regiões geológicas que se acreditava serem muito antigas. "A idéia era fazer uma tomografia sísmica dessas regiões e comparar os dados com outros, obtidos no Canadá", explicou o coordenador do trabalho, Marcelo Assumpção, interessado em entender como a crosta terrestre teria se formado naquelas localidades. Outro objetivo era descobrir a espessura da

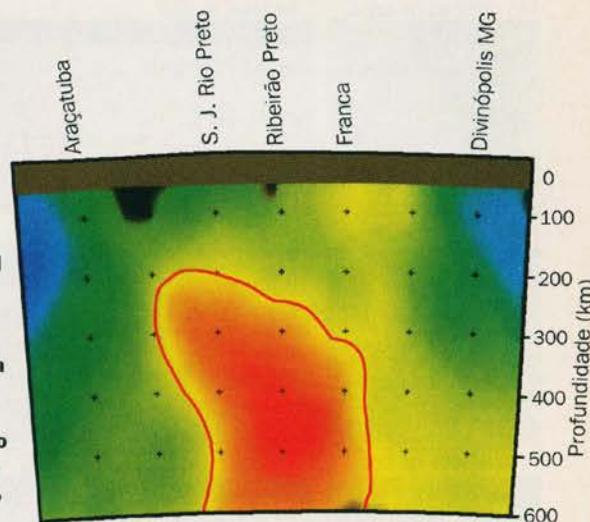
crosta terrestre no Sudeste brasileiro, até então desconhecida, e comprovar a suspeita de que no centro da bacia do Paraná, no Estado de São Paulo, a crosta seria tão antiga quanto a do cráton do São Francisco, em Minas Gerais.

Um vulcão na bacia do Paraná

A análise dos dados obtidos comprovou a suspeita e foi além: revelou a presença de uma coluna de rocha quente a nordeste da bacia do Paraná, provavelmente a parte que sobrou de um vulcão que estava em atividade há cerca de 135 milhões de anos. "Esse vulcão pode ter sido responsável pelo derrame de lavas que originou as rochas basálticas de cuja decomposição resultaram os férteis solos conhecidos como 'terras roxas', encontrados em São Paulo e no Paraná", revelou Assumpção.

A presença da coluna de rocha quente – chamada no jargão geológico de 'pluma' – pôde ser detectada a partir do registro das ondas sísmicas provocadas por tremores de terra. Sabendo que a velocidade com que essas ondas chegam às estações detectoras é proporcional à temperatura e à espessura da rocha que atravessam, os pesquisadores puderam traçar perfis

Figura 1. Perfil geológico em profundidade mostrando a coluna de rocha quente sob os municípios de São José do Rio Preto, Ribeirão Preto e Franca, em São Paulo.



da litosfera (a crosta rochosa) e do manto das regiões estudadas. Simulações em computador permitiram 'visualizar' as estruturas geológicas das camadas mais profundas da Terra, entre as quais a coluna de rocha quente sob a bacia do Paraná.

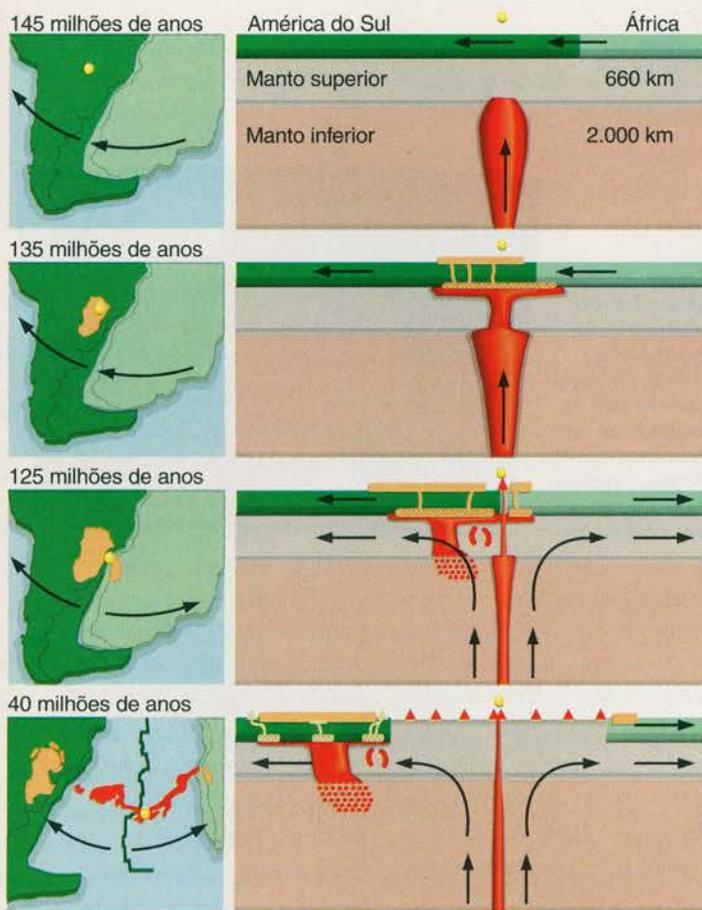
O resultado final do trabalho foi uma 'surpresa' para os pesquisadores. Segundo Marcelo Assumpção, eles sequer suspeitavam da existência de algo parecido. A pluma revelada, descreve o geofísico, situa-se entre 200 e 600 quilômetros de profundidade, na altura dos municípios de São José do Rio Preto, Ribeirão Preto e Franca, em São Paulo. A temperatura da coluna de rocha é estimada em cerca de 1.700°C, 200°C mais quente do que a rocha à sua volta (figura 1).

Vestígios da separação

A descoberta da pluma já é relevante, mas a explicação de sua origem aumenta a importância do trabalho. Para

os pesquisadores, a existência dessa região de rocha mais quente é vestígio da coluna de lava que se formou quando da separação entre os continentes sul-americano e africano. Eles supõem que, "quando os continentes se separaram, uma coluna de rocha quente, proveniente do manto inferior da Terra, ascendeu à superfície e derramou lava, formando a bacia do Paraná".

Parte da coluna, então, acompanhou o movimento de milhares de quilômetros da placa sul-americana para oeste e, com o passar do tempo geológico, a lava derramada esfriou e o que restou da coluna ficou contido no interior da Terra (ver figura 2). A fonte desse 'vulcão fóssil', crêem os pesquisadores, permanece ativa, gerando rochas vulcânicas no meio da cordilheira submarina do Atlântico Sul, na mesma posição em que se encontrava o Brasil 135 milhões de anos atrás. Na visão deles, "a parte que restou sob o território



■ Basalto derramado ▲ Montanhas submarinas ▲ Vulcanismo alcalino (80 a 90 m.a)
■ Regiões de fusão de rochas basálticas ● Local da coluna ■ Regiões de fusão de rochas alcalinas

Figura 2. Diagrama esquemático dos principais estágios de separação dos continentes sul-americano e africano e da formação da pluma ao longo do tempo geológico. À medida que os continentes se afastam, o continente sul-americano leva consigo parte da coluna de rocha quente que emergiu no momento da separação. Parte dessa coluna – que emergiu há 135 milhões de anos – localiza-se atualmente sob a bacia do Paraná.

brasileiro continua inativa, embora mais quente que a rocha à sua volta e sem possibilidade de retomar sua atividade vulcânica”.

O estudo, publicado na revista *Nature*, fortalece a teoria de que as placas tectônicas deslocam-se em razão de forças geradas pelos movimentos de convecção do interior da Terra. Essa hipótese já havia sido aventada antes,

mas faltavam dados consistentes para comprová-la. Os resultados obtidos agora indicam que será preciso repensar a teoria de que os continentes se deslocam por deriva, flutuando sobre o magma, a camada de rochas liquefeitas pelo calor existente abaixo da crosta terrestre.

Vera Rita Costa

Ciência Hoje/ São Paulo.

ADAPTADA DE NATURE, VOL. 378, 2 DE NOVEMBRO DE 1995.

A vida sem oxigênio

Há muito o que apreender com animais que sobrevivem em ambiente com pouco oxigênio

As pessoas que sofrem problemas cardíacos, como angina do peito e infarto do miocárdio, ou estão para ser submetidas a transplante de órgãos, podem ser beneficiadas pelos estudos sobre os animais que dependem de oxigênio mas sobrevivem sem ele durante meses. Tais pessoas padecem de falta de oxigênio no coração ou em áreas em que a circulação sanguínea é reduzida e, o

que é pior, os danos são ainda mais graves quando o oxigênio volta a circular.

Um ambiente não tem oxigênio, ou tem pouco, por vários motivos. Em rios e lagos, o problema é causado pela poluição e pelo congelamento, que causam a morte de muitos animais. Há, no entanto, espécies de rãs, cobras e peixes que conseguem sobreviver em tais condições. Eles reduzem seu metabo-

lismo e, quando o oxigênio volta a circular, retomam o ritmo normal. “Alguns animais ficam sem oxigênio em todo o corpo, mas os maiores danos se observam é nas pessoas que permanecem sem oxigênio em apenas uma parte do corpo”, afirma Marcelo Hermes-Lima, que pesquisa o assunto no Departamento de Biologia Celular da Universidade de Brasília.

Hermes-Lima estuda os

mecanismos desenvolvidos por algumas espécies para se defenderem dos efeitos destrutivos da volta do oxigênio. “Se entendermos os mecanismos usados por esses animais para enfrentar a redução ou ausência de oxigênio, talvez seja possível descobrir uma forma de proteger as pessoas”, suspeita o pesquisador.

Tanto em células humanas como nas de animais que sobrevivem à falta de oxigênio, as mitocôndrias funcionam e atuam como verdadeiras fábricas de energia. Nessas organelas celulares, há uma cadeia de proteína e outras biomoléculas com elé-

Animais no gelo

No Canadá e norte dos Estados Unidos, onde o inverno dura até mais de cinco meses, uma camada de gelo cobre os lagos, impedindo que o oxigênio se renove na água. A compreensão das estratégias adotadas por alguns animais para sobreviver nesses ambientes congelados pode ser útil nos transplantes de órgãos em humanos. A idéia futurista é do pesquisador Kenneth Storey, da Universidade Carleton (Canadá), que orientou Hermes-Lima em seu pós-doutoramento. Hoje, um dos principais problemas na área de transplantes é a demanda de órgãos, muito maior que a oferta. Além disso, quando disponíveis, tais órgãos resistem no máximo dois dias. Para contornar o problema, Storey propõe a criação de um banco de órgãos congelados. "Copiando a 'tecnologia' desenvolvida pelos animais que sobrevivem sob o gelo, garantiríamos a preservação dos órgãos por alguns meses", calcula.

A principal tática usada por esses animais para resistir à

adversidade do ambiente é a produção elevada de um tipo de açúcar, o glicogênio, cuja concentração chega a ser até 10 vezes superior às encontradas em mamíferos. "Portanto, se alterarmos bioquimicamente o fígado humano a ser estocado, de forma que ele produza mais glicose, estaríamos copiando a estratégia usada por esses animais", sugere Storey. Outra possibilidade seria adicionar glicose externamente ao fígado. "O problema é que esse órgão não é capaz de absorver grandes quantidades da substância", lamenta. "Talvez possamos alterar geneticamente as moléculas transportadoras de glicose presentes na membrana, tornando-as mais eficientes, como ocorre com animais que sobrevivem no gelo", propõe o pesquisador. Storey sugere ainda alterar órgãos humanos para dotá-los de proteínas nucleantes de gelo. Presentes em animais que suportam congelamento, essas proteínas ligam-se ao gelo e tornam sua forma arredondada e não cortante, como normalmente ocorre.

trons livres que reagem com o oxigênio para produzir água. Mas parte dos elétrons (entre 1% e 2%) reage diretamente com o oxigênio para formar o íon superóxido, um radical livre. Em baixa quantidade, o superóxido não traz prejuízos.

Se há corte no fornecimento de oxigênio, as mitocôndrias acumulam muitos elétrons. A maioria desses elétrons interage diretamente com o oxigênio quando ele é restabelecido, gerando grande quantidade de radicais livres, que destroem membranas e proteínas, rompendo o equilíbrio celular e levando as células à morte. Além disso, durante a ausência de oxigênio no coração humano, há redução das defesas antioxidantes naturais, que interagem com os radicais superóxidos anulando seus efeitos.

Hermes-Lima analisou cinco enzimas antioxidantes de

As pesquisas sobre animais que sobrevivem em ambientes sem oxigênio realizadas na Universidade de Brasília envolveram a rã-leoparda (*Rana pipiens*) e uma espécie de cobra (*Thamnophis sirtalis*)



diversos órgãos da rã-leoparda (*Rana pipiens*) e da cobra (*Thamnophis sirtalis*), submetidas a ambiente desprovido de oxigênio. "Ao contrá-

rio do que ocorre nas pessoas, houve aumento dessas enzimas, chegando-se, em alguns casos, a um acréscimo de até 100%", revela Hermes-



Lima. Como o trabalho é essencialmente de pesquisa básica, ele ainda não sabe como reverter suas conclusões em benefício da medicina. Mas sugere que injetar moléculas antioxidantes em pacientes com problemas cardiovasculares talvez evite ou reduza os males causados por radicais livres. Outra possibilidade seria a terapia gênica, para aumentar os níveis de certas enzimas.

Luisa Massarani

Ciência Hoje/ Rio de Janeiro.

RAMI: O SUCESSOR DO ALGODÃO

Nova técnica de retirada da goma natural da fibra pode revolucionar indústria têxtil

Os consagrados tecidos de algodão poderão ser substituídos com vantagens por fios de rami, planta da família *Urticaceae* originária da China, graças ao processo de retirada da goma natural das fibras desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Minas Gerais. As fibras da milenar *Urticaceae* – usadas pelos egípcios no sistema de mumificação de faraós – brilham como a seda, são mais absorventes e leves que o linho, mais rijas que o cânhamo e mais fortes que o náilon. Espera-se que a pesquisa tenha forte impacto sobre nossas indústrias de tecidos.

Antes de transformar-se em fio adequado ao uso têxtil, o

rami precisa sofrer um processo de degomagem, pois suas fibras estão soldadas a uma substância denominada pectina, que funciona como uma espécie de cola. “Nosso trabalho consiste em usar enzimas capazes de derreter essa cola, deixando a fibra macia e intacta”, diz o microbiologista Daison Olzany, que coordena a pesquisa no Núcleo de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (ver ‘Biotecnologia a serviço da sociedade’).

O novo sistema visa substituir a degomagem convencional do rami, semelhante ao processo de fabricação de papel. Para extrair a cola da fibra, usa-se soda cáustica,

agente químico drástico, poluente e que requer equipamentos caros. É preciso cozinhar a fibra numa enorme panela de pressão de aço inoxidável, capaz de atingir até 150°C. Em seguida, a fibra é lavada para retirar a soda, o que gera um danoso processo de poluição dos rios.

A degomagem enzimática desenvolvida nos laboratórios do Bioagro é feita por meio de enzimas isentas de celulase, que atuam quebrando ligações químicas da pectina sem atacar a fibra. “É um sistema semelhante ao diges-

tivo, em que as enzimas são acionadas para transformar o alimento em glicose sem agredir o organismo”, compara Olzany. Depois de passar uma noite mergulhada num recipiente contendo água com enzima, a fibra de rami amarece completamente limpa,



Figura 2. Mais longas e mais resistentes do que o algodão, as fibras de rami atingem comprimento médio de 1,50m.



Figura 1. Três etapas do processo de produção da fibra de rami: o caule da planta, de onde se retiram as cascas para extrair a parte fibrosa, a fibra em estado bruto e beneficiada pelo processo enzimático.

TÉCNICAS DE EXTRAÇÃO

Mais longa e mais forte entre as fibras de origem vegetal, a do rami atinge comprimento médio de 1,50m e sua resistência à ruptura varia de 20 a 40Kg. O processo de extração da fibra, que deve ser feito 24 horas após a colheita dos caules, vai da rudimentar técnica chinesa aos modernos sistemas mecanizados. Mesmo hoje, a China ainda recorre ao processo de extração manual, que consiste em raspar as cascas retiradas do caule da planta utilizando facas de osso e bambu. Obtém-se assim uma fibra bruta, de textura rígida e cor amarelada. É um processo lento, que rende cerca de cinco quilos diários por pessoa, índice considerado inviável economicamente em regiões onde a mão-de-obra é mais cara.

Já a extração feita com o auxílio de máquinas operadas manualmente permite um rendimento de até 100kg de fibra bruta em 10 horas de trabalho. Por esse sistema, constituído de barras batedoras e um cilindro rotativo, os caules de rami são quebrados em pequenos pedaços e raspados mecanicamente. As fibras são então lavadas, colocadas em varais de bambu para secar e finalmente prensadas em moldes, de onde saem em formato de fardos. Para garantir bom valor comercial, as fibras brutas de rami devem ser bem lavadas e decorticadas, de forma a perder a epiderme e partículas lenhosas, e alcançar comprimento superior a 1,50m. A cor ideal varia do amarelo claro ao creme palha. Mas para tornar-se um produto apto à fabricação de cordas, barbantes e sacaria, o rami requer um beneficiamento industrial destinado a retirar o excesso de tecido lenhoso aderente às fibras.

livre de qualquer vestígio de cola.

Esse processo, a rigor, não é inteiramente novo. Por solicitação da empresa Tupy Fios e Linhas, de Amparo (SP), os pesquisadores da UFV iniciaram em 1986 a pesquisa de degomagem de fibras naturais, recorrendo de início a uma tecnologia tradicionalmente empregada na fabricação de vinhos e sucos. Nesses casos, a enzima é usada para clarear as bebidas, abolindo o aspecto leitoso causado pela pectina. Mas os testes iniciais feitos com uma enzima produzida pela multinacional Novo Nordisk, da Dinamarca, revelaram-se ineficientes: a fibra de rami também era destruída no processo de dissolução da cola.

Diante do malogro dos primeiros experimentos, a equipe da UFV decidiu investir ela própria em pesquisa básica com o objetivo de produzir enzimas sem celulase. Após pesquisar quase 30 fungos na natureza, conseguiu isolar dois microrganismos – *Penicillium expansum* e *Penicillium griseoroseum* – capazes de atacar apenas a pectina, preservando a fibra.

TRANSFERÊNCIA PARA A INDÚSTRIA

Os resultados atuais do projeto da UFV, aliados às qualidades naturais do rami, aumentam as possibilidades de transferência dessa tecnologia para a indústria têxtil. É processo simples e de baixo custo, que requer como equipamento só uma caixa d'água de amianto. Além de não ser poluente, a degomagem en-

BIOTECNOLOGIA A SERVIÇO DA SOCIEDADE

Criado pela Universidade Federal de Viçosa em agosto de 1988, o Núcleo de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (Bioagro) tem por princípio desenvolver pesquisas cujos resultados atendam à demanda presente e futura da sociedade. O núcleo ocupa área de 4.600m², onde estão instalados 24 laboratórios destinados à geração e aplicação de novos conhecimentos técnico-científicos em projetos biotecnológicos. Com financiamentos obtidos dos setores público e privado, o Bioagro tem hoje como principais linhas de pesquisa a genética molecular aplicada ao melhoramento de plantas, associações micorrízicas, fermentações industriais, controle biológico (feromônios de insetos e bionematicidas), cultura de tecidos vegetais, patologia florestal, marcadores moleculares, virologia molecular de plantas e produção e saúde animal.

Entre suas atividades prioritárias, administra um programa de treinamento de estudantes em biotecnologia, promove a reciclagem de pesquisadores em laboratórios especializados no exterior, além de visitas técnico-científicas de especialistas nacionais e estrangeiros, gerencia convênios financiados por agências nacionais e internacionais e incentiva a interação universidade-empresa, adotando estratégias para a transferência de tecnologia à comunidade.

zimática permite o reaproveitamento da enzima pelo menos sete vezes e, ao final, o produto pode ser usado como adubo.

Por ser mais rápido, o processo à base de soda cáustica é, no momento, o mais usado para a degomagem do rami

no Brasil. Para tornar a degomagem natural competitiva com o processo químico, será preciso ampliar em 10 vezes a atividade da enzima pelo mesmo volume de fermentação. “Se conseguirmos isso, teremos um processo desejável, econômico e patenteável”, admite Olzany. Segundo ele, hoje pesquisadores de todo o mundo concentram esforços no aprimoramento do processo enzimático, já utilizado com sucesso na Europa para a degomagem do linho.

Em relação às plantas fi-

Figura 3. Depois de processados pelo sistema enzimático, pelo qual se dissolve a cola presente na fibra, os fios de rami podem ficar tão brilhantes como a seda, mais macios e absorventes do que o linho.



Figura 4. Após o beneficiamento industrial, as fibras de rami transformam-se em fios de diversas espessuras, usados na fabricação de tapetes e na indústria de sacaria, até os fios mais finos, destinados à confecção de tecidos.



Figura 5. Absorventes e leves como o linho e mais rijas do que o cânhamo, as fibras de rami prestam-se tanto à confecção de roupas finas quanto à fabricação das resistentes cordas usadas na sustentação de pára-quadras.



brozas, o rami apresenta múltiplas vantagens. Do ponto de vista agrônômico, rende no mínimo três colheitas anuais, enquanto o algodão limita-se a uma. Experiências de cultivo do rami no Planalto Central, onde a luminosidade e a temperatura são mais favoráveis à planta, confirmaram ser possível obter até cinco cortes anuais. É uma planta tropical de cultura perene, altamente resistente a pragas e doenças. No município paranaense de Uraí, maior centro produtor do país, existem lavouras que mantêm a produtividade há mais de duas décadas.

Do ponto de vista técnico, a fibra de rami é tida como matéria-prima altamente qualificada para a produção de tecidos, cordas e tapetes: é fácil de lavar, não desprende fiapos, não encolhe, não alarga, não desbota com o tempo de uso e resiste bem aos agentes atmosféricos e bacteriana-

nos. Sua resistência à tensão é quatro vezes maior que a do linho, três vezes a do cânhamo e oito vezes a do algodão. Por tudo isso, o rami é considerado ideal para a fabricação de cabos para içar velas navais, cordas de pára-quadras e mangueiras de combate a incêndio. Do plantio ao produto final, estima-se que o custo do rami seja menor do que qualquer outra fibra vegetal.

OCULTA-SE O PERCENTUAL

Embora o Brasil seja hoje o segundo maior produtor mundial de rami (o primeiro é a China), o emprego da planta no mercado têxtil interno ainda é tímido. Sua fibra vem sendo usada há apenas seis anos na produção de tecidos que imitam o algodão ou o linho. Calcula-se que o custo do tecido pode tornar-se seis vezes menor se o rami for

misturado ao algodão na proporção de 50%. “Por isso, vende-se rami como linho ou oculta-se seu verdadeiro percentual em tecidos mistos com algodão”, alerta o pesquisador da UFV.

Apesar de todas essas vantagens competitivas, as fibras de rami, depois de processadas, ainda conservam pequenas pontas ásperas em seus fios, o que contra-indica seu uso integral na produção de tecidos. Por isso, a próxima etapa da pesquisa da UFV visa produzir enzimas que eliminem completamente a aspereza da fibra, tornando-a lisa. “Aí teremos um fio em condições de substituir integralmente o algodão”, afirma Olzany. Segundo ele, o caminho para atingir essa meta foi aberto na Dinamarca, onde se desenvolveu um produto enzimático com a propriedade de eliminar as indesejáveis bolinhas formadas em tecidos de algodão após algum tempo de uso.

O RAMI ATRAVÉS DA HISTÓRIA

As primeiras referências sobre o uso do rami como planta têxtil datam dos séculos X a V a.C. Sua fibra era uma das principais matérias-primas para a confecção de tecidos na China, onde o algodão só seria introduzido no ano de 1.300 a.C. Tecidos confeccionados com fios de rami foram identificados em bom estado de conservação em múmias do antigo Egito. De acordo com registros da época, o rami era uma fibra de grande valor, usado exclusivamente pelos faraós. Só ganharia importância mundial no século XIX, quando foi introduzido em vários países da Europa e da América. A partir daí, iniciou-se o desenvolvimento de tecnologias para a extração mecânica de fibras, em substituição ao primitivo processo chinês de raspagem manual da casca da planta.

No Brasil, a ramicultura experimentou algum crescimento após a Primeira Guerra Mundial, mas só se expandiria a partir de 1950, quando foram implantadas as primeiras indústrias que utilizam sua fibra em aplicações que vão desde a confecção de retenedores de hélices de navios até a fabricação de papel-moeda. Hoje, com o retorno das fibras naturais em substituição às sintéticas na produção de tecidos, crescem as perspectivas de consolidação do rami como o mais provável sucessor do algodão na indústria têxtil internacional.

*Marise Muniz
Ciência Hoje/ Belo Horizonte.*



Figura 7. As lavouras de rami localizadas no município paranaense de Uraí, maior centro produtor do país, mantêm-se produtivas há mais de duas décadas.



Figura 6. Em condições de luminosidade e temperatura favoráveis, a ramicultura rende até cinco cortes anuais, enquanto o algodão limita-se a apenas um.

O REMÉDIO INTELIGENTE

Lipossomas podem se tornar as 'cápsulas' do futuro no tratamento de doenças

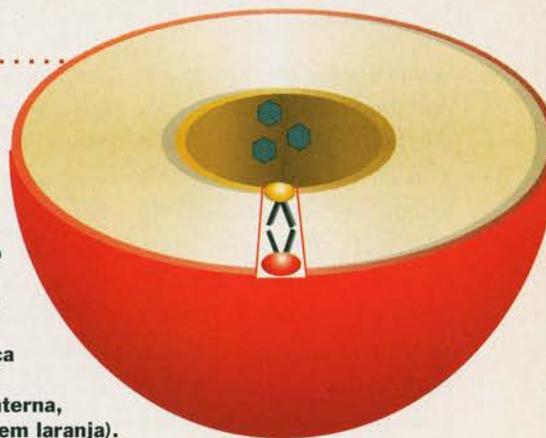
Medicamento estável, liberado no organismo de forma programada e que atinge principalmente tecidos ou órgãos doentes, reduzindo os efeitos colaterais. A descrição parece argumento de filme americano, mas está se tornando realidade com os lipossomas, agregados de camadas duplas de lipídios. "As drogas existentes são boas, mas as formas de administração usuais precisam ser melhoradas", afirma Maria Helena Santana, pesquisadora do Departamento de Processos Biotecnológicos da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Os lipossomas já são amplamente usados em cosméticos, como cremes anti-rugas e protetores solares. Na área biomédica, além de medicamentos,

eles também poderão ser utilizados na fabricação de vacinas, no direcionamento de material genético a sítios específicos ou na purificação de sangue através de um sistema de separação extracorpóreo, no qual lipossomas com ligantes de afinidade atraíam células doentes.

Maria Helena, junto com Ângela Morais e outros pesquisadores, estuda o encapsulamento, no novo material, de princípios ativos para tratamento do câncer, da rinite alérgica e da tuberculose. Os lipossomas formam partículas de tamanho microscópico, entre 0,1 e alguns micra (um micron equivale a um milonésimo de milímetro), capazes de encapsular substâncias hidrofílicas ou hidrofóbicas – respectivamente, as que reagem

Os lipossomas – agregados de lipídios – podem ser usados para encapsular drogas. A agregação forma duas camadas, como no detalhe: na externa, em contato com o meio aquoso, fica a parte hidrofílica dos lipídios (em vermelho); na interna, a parte hidrofóbica (em laranja). Medicamentos hidrofílicos, que o contato com o meio externo destruiria, podem ser encapsulados (em verde) no núcleo do lipossoma.



ou não com a água. "Drogas hidrofóbicas podem agora ser introduzidas em minúsculas cápsulas e administradas em solução, o que antes só era possível em formulações sólidas, como os supositórios", disse a pesquisadora.

A composição do lipossoma é praticamente igual à da membrana celular, permitindo que a microcápsula interaja intimamente com as células e se aloje, por exemplo, na área atingida por um tumor. Uma forma de direcionar

o lipossoma é colocar em sua superfície o anticorpo que se liga ao antígeno associado ao tumor. "A ligação anticorpo-antígeno é específica e muito forte, assegurando que os lipossomas irão para o local afetado", garante a pesquisadora.

A camada dupla de lipídios funciona como uma membrana através da qual a substância encapsulada passa gradativamente para o meio externo. Aí surge a questão: como garantir que a droga só

BOA FONTE DE ENGENHARIA QUÍMICA

As pesquisas descritas nas notas das páginas 74 e 75 foram apresentadas no 11º Congresso Brasileiro de Engenharia Química (Cobeq), promovido, em setembro de 1996, no Rio de Janeiro, pela Associação Brasileira de Engenharia Química (ABEQ) e organizado pela Coordenação de Programa de Pós-graduação em Engenharia da UFRJ (Coppe). O encontro reuniu em torno de 500 pesquisadores e acolheu cerca de 260 trabalhos científicos, em mesas-redondas, comunicações orais e painéis. A ABEQ, segundo seu presidente, Willibaldo Schimdell Netto, vem preservando a tradição: "Desde a criação da entidade, há 22 anos, temos conseguido manter a periodicidade do Cobeq, realizado a cada dois anos, e o número constante de participantes."

Uma das idéias mais defendidas pelos participantes do encontro é a da parceria entre indústria e universidade. Para Maury Saudy, da empresa White Martins, os empresários devem mudar sua forma de pensar e se voltar para a

universidade. "Não há outra saída", disse. Integrante do comitê de engenharia química do Programa de Apoio ao Desenvolvimento de Ciência e Tecnologia (PADCT), Saudy garantiu que o governo fará a sua parte, através de um programa de financiamento para essa integração. "As empresas têm que investir nas universidades, mas também cabe a estas forçar essa situação", destacou. Já Fernando Baratelli Jr., superintendente de pesquisa industrial do Centro de Pesquisas da Petrobras (Cenpes), sugeriu que a integração universidade-empresa seja intermediada pelos centros de pesquisa. "Os centros detectariam a necessidade das empresas e a traduziriam para as universidades. Assim, atuariam como interlocutores, além de fazer pesquisa fundamental". Para ele, eventos como o Cobeq permitem esse encontro da indústria com a universidade: "Embora estejamos na era da Internet, a interação pessoal é fundamental para que as coisas aconteçam", concluiu.

comece a ser liberada quando atingir o alvo? Existem alguns truques. Um deles é projetar cápsulas sensíveis à acidez ou alcalinidade do meio (pH). Quando ele atinge determinado nível, a membrana se modifica e libera a substância encapsulada. Isso é útil nos casos em que o alvo tem pH diferenciado (o

estômago, por exemplo, tem pH muito ácido). Outra alternativa é usar material termossensível: nesse caso, os lipossomas são injetados e, em seguida, é aplicado aquecimento no local doente.

A possibilidade de usar os lipossomas como cápsulas foi descoberta acidentalmente por volta de 1960 pelo cien-

tista inglês Alec Bergman. Nos anos 70, viu-se que poderiam ter várias aplicações, mas ainda não havia desenvolvimento científico suficiente para isso. Um dos problemas, só resolvido na década atual, é a detecção dos lipossomas pelo sistema imunológico e sua destruição por macrófagos, moléculas que ajudam

na defesa do organismo. "Isso restringiria o uso dessa substância no tratamento de doenças do sistema imunológico", explica Maria Helena. Foi quando surgiu a idéia de mimetizar, nos lipossomas, a superfície das células vermelhas do sangue, evitando que sejam atacados pelo sistema imunológico.

SUBSTÂNCIAS MAIS PURAS

Equipamento de separação química gera remédios menos tóxicos

A talidomida ficou tristemente célebre, há cerca de 30 anos, porque foi ingerida por gestantes e causou má formação em fetos em todo o mundo. Descobriu-se depois que esta substância tem duas formas: uma benéfica e outra não. E que é absolutamente necessário separar os dois tipos.

Nos EUA, a lei passou a exigir esta separação. Como

fazer isso, quimicamente? Um dos modos, sabe-se agora, é separar os isômeros ópticos de cada substância. Os isômeros têm a mesma fórmula química, mas os componentes da molécula estão dispostos de maneira diferente. A separação é essencial para evitar os efeitos diferentes dos isômeros.

"Muitos remédios são mis-

turas de isômeros ópticos e, às vezes, um desses isômeros tem efeitos benéficos e o outro, maléficos", explica Alirio Rodrigues, do Laboratório de Engenharia de Separação e Reação da Universidade do Porto (Portugal). E lembrou o caso da talidomida.

Por isso, a equipe de Rodrigues criou uma usina-piloto para separar os isômeros ópticos. Ele também liderou a montagem de outra usina-piloto destinada a realizar processos PSA (*pressure swing adsorption*, ou 'adsorção com comutação de pres-

são'), que permitem, por exemplo, retirar o oxigênio presente no ar para ser fornecido a pacientes hospitalizados.

Na área ambiental, Rodrigues tem duas linhas de pesquisa: produção de vanilina (nome da molécula de baunilha) a partir da oxidação da lixívia negra, líquido malcheiroso que resta da indústria de celulose, e síntese do MPBE, aditivo usado atualmente na gasolina em substituição ao chumbo, descartado há algum tempo por ser extremamente tóxico.

MAIS ÁLCOOL DE AMIDO

Levedura alterada geneticamente facilita produção de álcool de mandioca

O álcool etílico (etanol) ganhou novo e promissor processo de produção. Pesquisadores da Universidade de São Paulo desenvolveram um método simples, rápido e barato para obter o produto a partir de matérias-primas que contêm altos percentuais de amido, como a mandioca. O álcool tem aplicação em diferentes ramos da indústria,

entre eles o farmacêutico, e pode ser empregado ainda como combustível automotivo, como acontece no Brasil.

A mandioca chegou a ser utilizada, em pesquisas, para a produção de álcool, mas foi abandonada porque o amido não é metabolizado diretamente pela levedura comum, empregada tradicionalmente na conversão de

sacarose (extraída da cana-de-açúcar) em etanol.

No caso da mandioca, era necessário usar – além da levedura – uma enzima, a glicoamilase, sintetizada por outro microorganismo, *Aspergillus*, o que tornava o processo mais demorado e caro, em comparação com a fermentação do caldo de cana-de-açúcar.

A saída encontrada pelos pesquisadores foi modificar geneticamente a levedura que atua sobre a sacarose, introduzindo o gene que faz o *Aspergillus* produzir glicoami-

lase. "Com isso, a levedura consegue converter amido diretamente em etanol", diz Willibaldo Schimdell Neto, um dos responsáveis pelo novo método.

Segundo Schimdell Neto, ainda precisam ser aperfeiçoados tanto os processos de engenharia para essa produção, idealizados pelo grupo da Escola Politécnica da USP, especialmente por Maria Cândida Facciotti, quanto a levedura alterada, desenvolvida pelo grupo de Ana Clara Schenberg, do Instituto de Biociências da USP.

A MATÉRIA-PRIMA É NOSSA

Novas técnicas permitem à indústria de alimentos usar mais produtos brasileiros

“O Nordeste é grande produtor de frutas tropicais, de elevado valor nutricional, mas como tais frutas, em sua maioria, são sazonais, a falta de métodos de conservação eficientes causa a perda de cerca de 70% do total colhido”, informou Fátima Lima, do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), para explicar a pesquisa em que ela está envolvida.

O trabalho conseguiu converter em pó a polpa das frutas da região, o que permite sua utilização em sorvetes, doces e sucos. “Em geral, es-

sas frutas têm apenas 10% de polpa e o resto é água”, diz a pesquisadora. O produto em pó apresenta, portanto, alto valor agregado e é mais fácil de armazenar.

A abóbora em pó é outro produto obtido pelos pesquisadores da UFRN. Ela está sendo adicionada a sopas servidas na merenda escolar, para combater a carência de vitamina A, freqüente na população nordestina de baixa renda. A abóbora tem alto índice de carotenóides do tipo que se transforma em pró-vitamina A no organismo humano, característica preservada após a secagem.

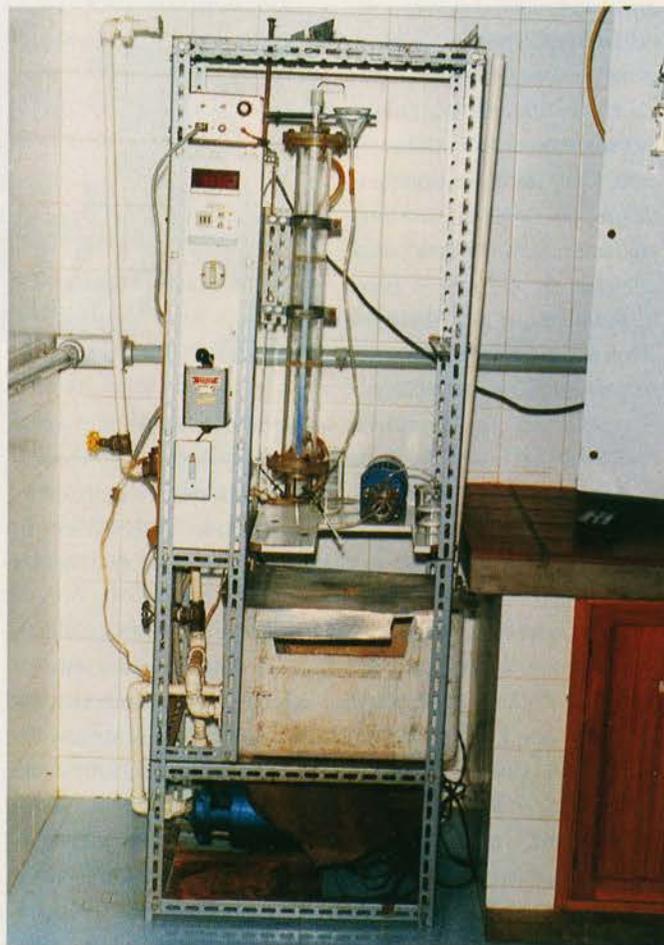


Em câmara de secagem como a da foto acima, pesquisadores da UFRN estudam a obtenção de pó de frutas do Nordeste para uso na indústria alimentícia. O processo conserva o produto por mais tempo e facilita o armazenamento.

Gisella Zanin, do Departamento de Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá (PR), também busca ampliar o uso da matéria-prima nacional. Ela e sua equipe criaram um processo muito mais rápido que o tradicional para obter xarope de glicose (mel sintético), matéria-prima para muitas indústrias de alimentos. Com o novo método, o xarope é obtido a partir da mandioca. “Obtivemos 99% de conversão de amido em glicose em apenas 10 minutos, contra as 48

horas normalmente necessárias”, afirma Zanin.

Mas ela alertou que, para viabilizar o processo em larga escala, são necessários maiores investimentos. “Infelizmente, não tivemos apoio nem do governo nem das empresas”, lamentou. Segundo ela, as empresas preferem comprar o processo americano, inteiramente desenvolvido a partir do milho, do que investir em estudos como este, que procuram usar matéria-prima brasileira.



Na foto abaixo, reator de bancada de leito fluidizado: equipamento usado para converter 99% do amido de mandioca em xarope de glicose em apenas 10 minutos.

A cobertura do 11º Cobeq foi realizada por **Luisa Massarani** • Ciência Hoje/ Rio de Janeiro.

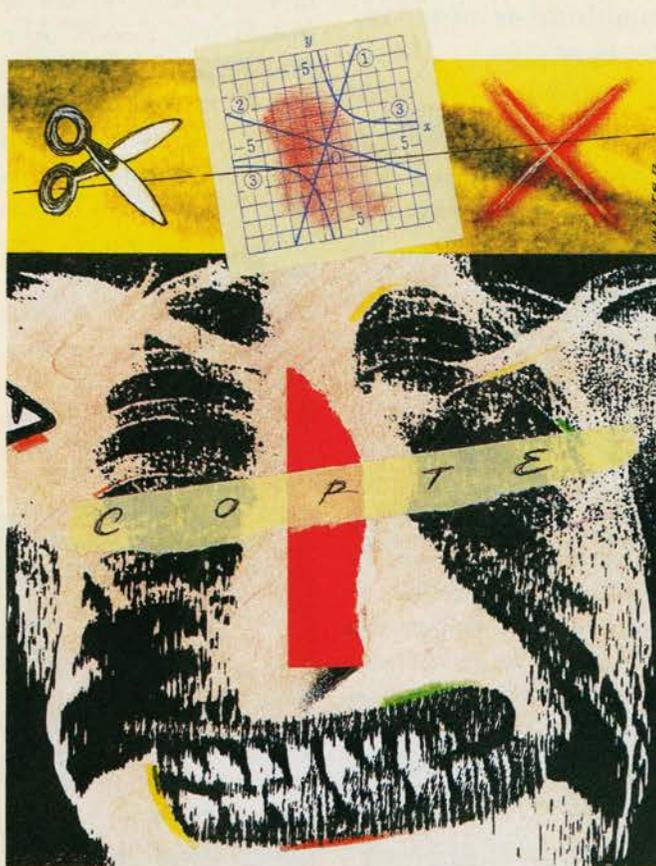
UNIVERSIDADE SEM PESQUISA?

Namorou-se, durante recente simpósio nacional, a idéia pouco feliz de facilitar condições para que coexistam em situação de igualdade dois tipos diferenciados de universidades: as que se dedicam à pesquisa de par com o ensino e as que, desobrigadas de toda e qualquer pretensão científica, se devotariam com exclusividade à tarefa de ensinar. Não chega a ser, por ora, a definição de uma política, mas supostamente, uma carta de intenções cuja aplicação traria conseqüências tão sérias quanto funestas.

A idéia parte do princípio de que, sendo a pesquisa uma atividade cara, melhor seria confiá-la às poucas e boas instituições que já a executam e permitir que as demais – a maioria, diga-se de passagem – renunciem em definitivo à espinhosa tarefa de gerar conhecimento novo. Na contramão da semântica e do conceito de universidade em todo o mundo civilizado, a competência dessas escolas seria avaliada segundo indicadores de desempenho peculiares, restritos unicamente a sua função 'didática'.

A primeira conseqüência de semelhante limitação seria que, renunciando à pesquisa, tais escolas abririam mão, objetivamente, de deter saber próprio, originário da vivência científica ou tecnológica, contentando-se com o conhecimento bibliográfico consagrado, que, como se sabe, leva um atraso de três a cinco anos em relação ao conhecimento corrente. Pode-se argumentar que as escolas às quais se facultaria tal estatuto só remotamente demonstraram, até aqui, aptidão para a pesquisa; mas é o caso de perguntar se não se trataria antes de conveniência econômico-financeira que de falta de aptidão.

Sabe-se que, de uns tempos para cá, grassa em certos estamentos da burocracia estatal a crença de que, em face da disponibilidade crescente de tecnologia internacional, a geração de ciência própria pode ser pretensão demasiada (quicá dispensável) a países como o Brasil. Grave equívoco desdous-



ra esse princípio tão devastador quanto apressado. É possível, aliás, que ambas as idéias emanem da mesma matriz. Não só as universidades-escolas estariam, nesse caso, sob ameaça de mediocrização contínua, mas também a totalidade do sistema, incluindo as instituições de ensino superior que de fato pesquisam e se esforçam por gerar conhecimento novo. É que esse conhecimento, como se sabe, está longe de servir apenas à aplicação social que a importação de pacotes eventualmente supriria; ele se destina sobretudo a enriquecer a formação acadêmica do professor-pesquisador e, uma vez amadurecido, ser repassado às salas de aula. Este tem sido, aliás, o dife-

rencial qualitativo entre as universidades que pesquisam e as que não o fazem.

Mais de um fator contribui para que esse diferencial se deva à efetividade da pesquisa. O primeiro é que a transferência de conhecimento se faz, freqüentemente, nos próprios laboratórios de investigação – o que explica a existência, nas boas universidades, de excelentes programas de iniciação científica; depois, é sobre a pesquisa que se estrutura todo o sistema de pós-graduação, cuja fecundidade pode ser comprovada pelo crescimento do número de teses defendidas e em desenvolvimento na maior parte das principais universidades do país. Não se concebe, de resto, como a pós-graduação possa subsistir sem a pesquisa. As universidades-escolas estariam, com efeito, condenadas a serem eternas produtoras de bacharéis e licenciados obstruídos em seu desenvolvimento porque deles se exigiu apenas o aprendizado bibliográfico formal.

É a pesquisa, ademais, que propicia a algumas de nossas universidades manterem algum padrão de compatibilidade internacional em certas áreas da física, da química, das engenharias e das ciências biológicas. Sem ela cresceria enormemente o descompasso entre as instituições 'liberadas' para

ensinar e os centros universitários de pesquisa. Cairia com certeza a um ponto perigosamente baixo o nível de interlocução entre ambos os territórios institucionais, pondo a perder o projeto, porventura esplêndido, de estabelecer-se um sistema de qualificação das universidades emergentes a partir de redes de intercâmbio com as instituições mais experientes e melhor aparelhadas, processo que permitiria a criação de nichos regionais de produção científica e tecnológica através do desenvolvimento de projetos temáticos de pesquisa e de programas conjuntos de pós-graduação.

É preciso ter em conta que das duas mil teses de doutoramento realizadas no país por ano cerca de 80% saem do eixo São Paulo-Rio, realidade absolutamente oposta, por exemplo, à dos Estados Unidos, que têm uma produção científica de 200 mil teses ao ano, sem que, entretanto, nenhuma universidade norte-americana ultrapasse o patamar do milheiro anual.

A busca de maior homogeneidade da produção científica só se fará, com certeza, dotando-se as universidades emergentes de capacidade para tal, e não destituindo-as dessa prerrogativa universalmente desejável. Concentrou-se aliás nessa questão, nos últimos 12 meses, boa parte da preocupação do Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras, o Crub, que firmou recentemente com a Capes e o CNPq convênio visando a buscar alternativas de financiamento para um grande projeto nesse sentido.

As próprias universidades já consolidadas, na medida em que elevarem sua oferta de programas de padrão internacional,

estarão em condições de atrair maior número de pós-graduandos cujo caminho natural, até aqui, tem sido as instituições norte-americanas e européias. Presentemente, só na Inglaterra o governo brasileiro tem dispendido cerca de US\$ 12 milhões por ano com a formação de mestres e doutores. Não se trata, é claro, de fechar a porta de saída aos jovens pesquisadores, nem de favorecer uma postura conservadora, nacionalista, que sem dúvida retardaria a necessária internacionalização do conhecimento. Mas cabe com certeza uma avaliação séria de quanto desses recursos poderia ser investido no próprio território nacional, a um custo muito menor, em instituições que não estão longe – ou estão, mesmo, à altura – de poder oferecer programas de qualidade equivalente.

Parece claro que isto se conseguirá somente a partir de um grande e programático esforço de ajuda mútua e de aproximação das qualidades, e não do aprofundamento das diferenças do sistema. Eis por que tal categorização é equívoca e levará, se implementada, a um imediato empobrecimento da universidade brasileira, a qual, em que pesem seus conhecidos problemas, sua heterogeneidade e sua juventude, constitui um patrimônio cultural nada desprezível e, é bom que se diga, sem paralelo nestas bandas do hemisfério.

JOSÉ MARTINS FILHO

Reitor da Universidade Estadual de Campinas - Unicamp e presidente do Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras - Crub.

JORNAL da CIÊNCIA

CIENTISTA: Antes de assinar qualquer jornal, procure saber qual é aquele que mais fala de ciência no Brasil.

SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA - RIO DE JANEIRO, 7 DE MARÇO DE 1997 - ANO

nasceu de longo e constante apoio à pesq

velha na Escócia é resultado da persistência de
balho que contou com suporte financeiro cone-
Ca bioquímico Glauc Zancan, vice-pres. da SBPC.

ários de Glauc
olly não é obra
ca. É resultado
da iniciada em

to constante este tipo de pesq
sa é extremamente cara e traba-
lhosa, não só pelo baixo percen-
tual de sucesso como pela exi-

QUE ESPANTO É ESSE, BENTE?! ESTÁ CHEIO DE GLOW
VEJAM NO BRASIL, POR EXEMPLO: REPAREN
BITO DE PELOUSA ESTÃO TOM
DE PIRES NA MÃO E VIRAND

ASSINE O JORNAL da CIÊNCIA 0800 264846

Volume 21

EDITORIAL

- Clonagem e o progresso da ciência, A. p. 1, nº 126.
 Destino dos embriões não utilizados, O. p. 1, nº 123.
 Nariz da universidade autônoma, O. p. 1, nº 125.
 Reescrever os livros didáticos. p. 1, nº 121.
 Repercussões do lançamento do Pronex. p. 5, nº 124.
 Terapia gênica ainda está na infância, A. p. 1, nº 122.

ARTIGOS

- Ameaça ecológica: peixes de outras águas. Ângelo Antônio Agostinho e Horácio Ferreira Julio Jr., p. 36, nº 124.
 Aves dos gelos do sul, As. Edison Barbieri, Vicente Gomes, Phan Van Ngan e Maria José de A. C. R. Passos. p. 34, nº 126.
 Banzo: desnutrição e morte do escravo. Renato Pinto Venâncio e Maria Célia da S. Lanna. p. 42, nº 126.
 Biomassa de florestas tropicais influi no efeito estufa?, Como a. Rafael de Paiva Salomão, Daniel C. Nepstad, Ima Célia G. Vieira, p. 38, nº 123.
 Ciência de mãos dadas com o esporte, A. Marina Lemle. p. 66, nº 121.
 Ciência do corpo em movimento, A. Turíbio Leite de Barros Neto. p. 38, nº 121.
 Coração bate mais forte, Quando o. Lourenço Gallo Junior, Benedito Carlos Maciel, Roseli Golfetti, Luiz Eduardo Barreto Martins e

- Euclides Custódio de Lima Filho. p. 40, nº 121.
 Drogas no esporte. Quando o importante não é competir, é ganhar. Jari Nóbrega Cardoso. p. 54, nº 121.
 Evolução da sociabilidade entre as aranhas, A. Eduardo M. Venticinque, Harold G. Fowler. Martinho C. Carvalho Jr. p. 32, nº 123.
 Fisioterapia: recursos para todo o tipo de atletas. Fernando Silva Guimarães, José Marinho Barros Bastos, Paula Silva de Carvalho Chagas, Renata Silva Contador. p. 50, nº 121.
 Jogos do poder, Francisco Carlos Teixeira da Silva. p. 62, nº 121.
 Macacos sul-americanos: ossos que são verdadeiro tesouro. Cástor Cartelle e Walter C. Hartwig. p. 30, nº 125.
 Natureza, o atleta nasce pronto, Na. José Eduardo P. W. Bicudo. p. 53, nº 121.
 Netuno: 150 anos de história e ciência. Othon Winter. p. 38, nº 125.
 Semi-árido da Bahia: pobreza econômica e exclusão social. Wilson F. Menezes. p. 46, nº 124.
 Sertão já virou mar, O. Celso Dal Ré Carneiro, Fernando Flávio Marques de Almeida, p. 40, nº 122.
 Terras raras, dominando a tecnologia de materiais estratégicos. Graciela Arbilla, Sérgio Machado Corrêa, Marcelo S. Carvalho. p. 30, nº 122.
 Tomografia do hospital à lavoura. Silvio Crestana e Paulo Estevão Cruvinel. p. 20, nº 121.

- Tradição e ruptura: a chave do sucesso da moderna canção brasileira. Marcos Napolitano. p. 24, nº 122.
 Vencer sem dor. Patrícia Rieken Macêdo Rocco e Paulo Afonso Lourega de Menezes. p. 47, nº 121.

ENTREVISTA

- Christóvam Buarque. Bolsa-escola não dá voto. Luís Martins e Gilberto Costa. p. 60, nº 125.
 Herman Hofte. A erva daninha que sintetiza o mundo vegetal. Marie-Anne Van Sluys e Luisa Massarani. p. 30, nº 126.
 James W. Cronin. O enigma das micropartículas com macroenergia. Ronald Cintra Shellard e Cássio Leite Vieira. p. 30, nº 124.
 João Batista Calixto. Fitofármacos no Brasil: agora ou nunca. Elisabeth Karam. p. 26, nº 123.
 Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues. Onde começa a corrida do ouro, da prata e do bronze. Roberto Barros de Carvalho. p. 57, nº 121.
 Mayana Zatz. Terapias gênicas poderão curar distrofias musculares. Vera Rita Costa. p. 48, 125.

SEÇÕES

- 80 anos, ABC recebeu poucas mulheres, Em. Fanny Tabak. p. 60, nº 124.
 25ª reunião Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular.

- Luisa Massarani, Boris Stambuk, Débora Foguel, Jorge Medina e Jorge Quillfeldt. p. 61, nº 123.
- Abrindo nova área de pesquisa. Gilson Carneiro. p. 9, nº 125.
- Anatomia dos carvões pré-históricos, A. Rita Scheel, Maria Dulce Gaspar e Jean-Pierre Ybert. p. 66, nº 122.
- Andança dos continentes, A. Vera Rita Costa. p. 65, nº 126.
- Andarilha da areia. Luisa Massarani. p. 75, nº 125.
- Anticorpos e vacinas, advérbios e lingüística. Pedro Perini-Santos. p. 11, nº 122.
- Aquarelas do Brasil. Luisa Massarani. p. 74, nº 125.
- Armas contra o HTLV. Marise Muniz. p. 71, nº 124.
- Avalanches de grãos de arroz podem revelar aos físicos?, O que. Sérgio L. A. de Queiroz. p. 6, nº 124.
- Bolsa-escola: um exemplo de Brasília. Gilberto Costa e Luís Martins. p. 56, nº 125.
- Caldas Novas sob ameaça. Elza Pires. p. 72, nº 122.
- Cavas antigas de ouro do Jaraguá, As. Celso Dal Ré Carneiro. p. 22, nº 125.
- Caminho da sobrevivência para os peixes rio Paraopeba, O. Carlos Bernardo Mascarenhas Alves e Volney Vono. p. 14, nº 126.
- Ciência e tecnologia no Brasil: qual é a situação?. José Goldemberg. p. 18, nº 124.
- Conviver com as baleias, Como. Bia Hetzel e Liliãna Lodi. p. 58, nº 123.
- Cura da AIDS: esperança com cautela. Bernardo Galvão-Castro. p. 80, nº 122.
- Curiosa anatomia dos supercondutores, A. Mauro M. Doria. p. 6, nº 122.
- Dança da polinização, as cores marcam os passos?, Na. Clara Alarcón. p. 14, nº 124.
- Darcy Ribeiro: o construtor de sonhos. Roque de Barros Laraia, Wanderley de Souza e Martha Neiva Moreira. p. 58, nº 126.
- Decifrando a estrutura das proteínas. Luisa Massarani. p. 74, nº 122.
- Demografia foliar: contando folhas no braço-de-preguiça. Felipe André Ponce de León da Costa. p. 22, nº 123.
- Desafios da imunologia, Os. p. 8, nº 123.
- Descoberta dos fulerenos. A. Gilson Herbert Magalhães Dias. p. 6, nº 125.
- Deserto às geleiras, Do. Marise Muniz. p. 59, nº 121.
- Ensinar a ler a quem já sabe ler, Como. Marlene Carvalho e Maurício da Silva. p. 68, nº 121.
- Erva-mate tem seu futuro ameaçado. Sandra da Rosa Andrade. p. 60, nº 122.
- Espuma ajuda a despoluir Tietê. Ricardo Zorzetto. p. 70, nº 122.
- Extinção em massa de aves na pré-história. Ibsen de Gusmão Câmara. p. 7, nº 121.
- Formiga perde a cabeça por causa de mosca. Harold Gordon Fowler, Marcos Antônio Pesquero, Sofia Campiolo, Adilson Zacaro e Sanford Donald Porter. p. 63, nº 122.
- Gelo antártico está se rompendo?, Por que o. Jefferson Cardia Simões. p. 6, nº 126.
- Genética enfrentará (cada vez mais) os problemas sociais, A. Francisco M. Salzano. p. 24, nº 125.
- Graves erros de conceito em livros didáticos de ciência. Nélio Bizzo. p. 26, nº 121.
- Imunidade adquirida x Imunidade inata. Vivian M. Rumjanek. p. 8, nº 123.
- Imunologistas ganham outra vez. Neusa F. dos Santos e Luis Fernando Marques-Santos. p. 11, nº 125.
- Jogging e o ar poluído, O. Paulo Hilário Saldiva. p. 29, nº 125.
- Maior vigor na economia pública. Carlos Ivan Simonsen Leal. p. 14, nº 125.
- Manuscrito de Einstein no Brasil, Um. Alfredo Tiomno Tolmasquim e Ildeu de Castro Moreira. p. 22, nº 124.
- Marciano na lagoa, Tem. Henrique Lins de Barros. p. 9, nº 124.
- Maria Laura: uma das pioneiras. Martha Neiva Moreira. p. 64, nº 124.
- Memória imunológica. Cerli R. Gattass. p. 9, nº 123.
- Mito do pulmão do mundo em exame, O. Reynaldo L. Victória e Luiz A. Martinelli. p. 6, nº 121.
- Modelos matemáticos e infecções virais: o que isto tem a ver com imunologia?. Pedro Persechini. p. 12, nº 123.
- Moléculas de histocompatibilidade: biologia populacional e evolução. Alberto da Nóbrega. p. 14, nº 123.
- Mulheres cientistas fora da academia. Vera Rita Costa. p. 63, nº 124.
- Nossos rios temporários, desconhecidos mas essenciais. Leonardo Maltchik. p. 64, nº 122.
- Nova teoria ajuda a explicar distribuições de Lévy. Ángel R. Plastino. p. 24, nº 123.
- Paz para Timor Leste. José Maria Nunes Pereira. p. 17, nº 125.
- Peixes que (sobre)vivem em cavernas, Os. Eleonora Trajano. p. 16, nº 122.
- Perturbadora ascensão do determinismo neurogenético, A. Steven Rose. p. 18, nº 126.
- Poesia e matemática. Ferreira Gullar. p. 13, nº 126.
- Poeta polonesa é a vencedora. Nelson Ascher. p. 18, nº 125.
- Ratos ajudam a entender fadiga. Marise Muniz. nº 121.
- Reciclar lixo é um luxo?. André Vilhena. p. 28, nº 126.
- Resistência a múltiplas drogas: desafio no tratamento do câncer. Flávia Carvalho Alcântara Gomes. p. 8, nº 122.
- Resultados do Pronex, Sobre os. Reinaldo Guimarães. p. 63, nº 125.
- Salvando o planeta com alta tecnologia agrônômica. Ernesto Paterniani e João Lúcio Azevedo. p. 20, nº 122.
- Segredo de Polichinelo. Walter Araujo Zin. p. 8, nº 121.
- Síndromes infantis detectadas mais cedo. Vera Rita Costa. p. 73, nº 122.
- Software para deficientes visuais. Itamar Cavalcante. p. 72, nº 124.
- Toxicologia médica: a desinformação é alarmante. Luiz Querino de A. Caldas, Ana Cláudia Lopes Moraes e Alfredo Unes. p. 66, nº 124.
- Tráfego linfocitário e a homeostase do sistema imune. Vivian M. Rumjanek. p. 10, nº 123.
- Universidade do Distrito Federal (1935-39): uma utopia vetada?. Maria de Lourdes de Albuquerque Fávero. p. 69, nº 125.
- Universidade sem pesquisa?. José Martins Filho. p. 74, nº 126.
- Vacina contra a malária: otimismo com cautela. Antoniana U. Kretzli. p. 4, nº 125.
- Vida sem oxigênio, A. Luisa Massarani. p. 66, nº 126.

LA RECHERCHE

- Big Bang às estrelas: a gênese da matéria, Do. Sylvie Vaclair. p. 14, nº 121.
- Modernas ferramentas para estudar o cérebro, As. Maurice Mashaal. p. 54, nº 124.
- Mundo do infinitamente pequeno nas reações químicas, O. Yann Gauduel. p. 52, nº 122.
- Novas técnicas para fotografar o cérebro humano em plena ação. Bernard Mazoyer, John Belliveau. p. 48, nº 123.
- Origem das espécies: o que há de novo?. François Taddei, Ivan Matic e Miroslav Radman. p. 48, nº 126.
- Primeiro computador imitava o cérebro humano, O. Philippe Breton. p. 64, nº 125.

TECNOLOGIA

- Álcool de amido, Mais. Luisa Massarani. p. 72, nº 126.
- Carbetos de metais de transição: nova classe de catalisadores. Victor L. S. Teixeira da Silva, S. Ted Oyama, Martin Schmal. p. 64, nº 123.
- Cimentos ecológicos: alternativas para o futuro. Ricardo Zorzetto e Vera Rita Costa. p. 76, nº 122.
- Cinza de bagaço de cana reforça tijolos. Edna das Graças Assunção Freitas. p. 69, nº 123.
- Identificar a origem de óleos derramados, Como. Silvana M. B. De Grande, Arilza C. Pickler, Iranita Siqueira J. de Araújo, Elizabeth M. N. Goyer e Heloisa H. C. Miranda. p. 76, nº 125.
- Matéria-prima é nossa, A. Luisa Massarani. p. 73, nº 126.
- Rami: o sucessor do algodão. Marize Muniz. p. 68, nº 126.
- Remédio inteligente, O. Luisa Massarani. p. 71, nº 126.
- Sentinela contra deslizamentos. Izabela Pires. p. 78, nº 125.
- Software otimiza produção de álcool. Belkis Valdman e Paulo Saturnino Lorenzato. p. 74, nº 124.
- Substâncias mais puras. Luisa Massarani. p. 68, nº 126.
- Uva à passa, Da. Javier Telis Romero. p. 77, nº 124.

RESENHA

- Circo e história. Virgílio Costa. p. 20, nº 123. (resenha do livro *Noites circenses. Espectáculos de teatro em Minas Gerais no século XX*, de Regina Horta Duarte).
- Defesa bem fundamentada, Uma. Reinaldo Guimarães. p. 11, nº 126 (resenha do livro *Operfil da ciência brasileira*, de Leopoldo de Meis e Jacqueline Leta).
- Entender o conceito indígena de saúde, Para. Hilton Pereira da Silva. p. 10, nº 121 (resenha do livro *Saúde e povos indígenas*, de Ricardo V. Santos e Carlos E. A. Coimbra Jr. [org.]).
- Guerra e paz, dilema do governo dos índios. Roque de Barros Laraia. p. 11, nº 124 (resenha do livro *Um grande cerco de paz: poder tutelar, indianidade e formação do Estado no Brasil*, de Antônio Carlos de Souza Lima).
- História e a prática, A. João Pitombeira de Carvalho. p. 10, nº 126 (resenha do livro

- Introdução à história da matemática*, de Howard Eves).
- Lógica, verdade e ética. Tarso Bonilha Mazzotti. p. 13, nº 122 (resenha do livro *A construção das ciências. Introdução à filosofia e à ética das ciências*, de Gérard Fourez).
- Ultravioleta sob controle. José A. Torsani. p. 10, nº 124. (resenha do livro *Ozônio e radiação UV-B*, de Volker W. J. H. Kirchoff).
- Valores e modernidade. Jessé Souza. p. 12, nº 122 (resenha do livro *Besta-Fera. Recriação do Mundo*, de Otávio Velho).

AUTORES

- AGOSTINHO, Ângelo Antônio e Horácio Ferreira Julio Jr., Ameaça ecológica: peixes de outras águas. p. 36, nº 124.
- ALACÓN, Clara. Na dança da polinização, as cores marcam os passos?. p. 14, nº 124.
- ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de e Celso Dal Ré Carneiro. O sertão já virou mar, p. 40, nº 122.
- ALVES, Carlos Bernardo Mascarenhas e Volney Vono. O caminho da sobrevivência para os peixes no rio Paraopeba. p. 14, nº 126.
- ANDRADE, Sandra da Rosa. Erva-mate tem seu futuro ameaçado. p. 60, nº 122.
- ARAÚJO, Iranita Siqueira J. de et al. Como identificar a origem de óleos derramados. p. 76, nº 125.
- ARBILLA, Graciela, Sérgio Machado Corrêa e Marcelo S. Carvalho. Terras raras, dominando a tecnologia de materiais estratégicos, p. 30, nº 122.
- ASCHER, Nelson. Poeta polonesa é a vencedora. p. 18, nº 125.
- AZEVEDO, João Lúcio. Salvando o planeta com alta tecnologia agrônômica. p. 20, nº 122.
- BARBIERI, Edson et al. As aves dos gelos do sul. p. 34, nº 126.
- BARROS NETO, Turíbio Leite de. A Ciência do corpo em movimento, p. 38, nº 121.
- BARROS, Henrique Lins de. Tem marciano na lagoa. p. 9, nº 124.
- BASTOS, José Marinho Barros et al. Fisioterapia: recursos para todo o tipo de atletas, p. 50, nº 121.
- BELLIVEAU, John e Bernard Mazoyer. Novas técnicas para fotografar o cérebro humano em plena ação. p. 48, nº 123.
- BICUDO, José Eduardo P. W. Na natureza, o atleta nasce pronto, p. 53, nº 121.
- BIZZO, Nélío. Graves erros de conceito em livros didáticos de ciência, p. 26, nº 121.

- BRETON, Philippe. O Primeiro computador imitava o cérebro humano. p. 64, nº 125.
- CALDAS, Luiz Querino de A. et al. Toxicologia médica: a desinformação é alarmante, p. 66, nº 124.
- CÂMARA, Ibsen de Gusmão. Extinção em massa de aves na pré-história. p. 7, nº 121.
- CAMPIOLO, Sofia et al. Formiga perde a cabeça por causa de mosca. p. 63, nº 122.
- CARDOSO, Jari Nóbrega. Drogas no esporte. Quando o importante não é competir, é ganhar. p. 54, nº 121.
- CARNEIRO, Celso Dal Ré e Fernando Flávio Marques de Almeida. O sertão já virou mar. p. 40, 122.
- . As cavas antigas de ouro do Jaraguá. p. 22, nº 125.
- CARNEIRO, Gilson. Abrindo nova área de pesquisa. p. 9, nº 125.
- CARTELLE, Cástor e Walter C. Hartwig. Macacos sul-americanos: ossos que são um verdadeiro tesouro. p. 30, nº 125.
- CARVALHO JR., Martinho C., Harold G. Fowler e Eduardo M. Venticinque. Evolução da sociabilidade entre as aranhas. p. 32, nº 123.
- CARVALHO, Marcelo S., Graciela Arbilla e Sérgio Machado Corrêa. Terras raras, dominando a tecnologia de materiais estratégicos. p. 30, nº 122.
- CARVALHO, Marlene e Maurício da Silva. Como ensinar a ler a quem já sabe ler. p. 68, nº 121.
- CARVALHO, Roberto Barros de e Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues. Onde começa a corrida do ouro, da prata e do bronze. p. 57, nº 121.
- CARVALHO, João Pitombeira de. A história e a prática. p. 10, nº 126.
- CAVALCANTE, Itamar. Software para deficientes visuais. p. 72, nº 124.
- CHAGAS, Paula Silva de Carvalho et al. Fisioterapia: recursos para todo o tipo de atletas. p. 50, nº 121.
- CONTADOR, Renata Silva et al. Fisioterapia: recursos para todo o tipo de atletas. p. 50, nº 121.
- CORRÊA, Sérgio Machado, Graciela Arbilla e Marcelo S. Carvalho. Terras raras, dominando a tecnologia de materiais estratégicos. p. 30, nº 122.
- COSTA, Felipe André Ponce de León da. Demografia Foliar: contando folhas no braço-de-preguiça. p. 22, nº 123
- COSTA, Gilberto e Luís Martins. Christóvam Buarque; p. 60, nº 125.

- Bolsa-escola: um exemplo de Brasília. p. 56, nº 125.
- COSTA, Vera Rita. Cimentos ecológicos: alternativas para o futuro. p. 76, nº 122.
- Andança dos continentes, A. p. 65, nº 126.
- Mayana Zatz. p. 48, nº 125.
- Mulheres cientistas fora da academia. p. 63, nº 124.
- Síndromes infantis detectadas mais cedo. p. 73, nº 122.
- COSTA, Virgílio. Circo e história. p. 20, nº 123.
- CRESTANA, Silvio e Paulo Estevão Cruvinel. Tomografia: do hospital à lavoura. p. 20, nº 121.
- CRUVINEL, Paulo Estevão e Silvio Crestana. Tomografia: do hospital à lavoura. p. 20, nº 121.
- DE GRANDE, Silvana M. B. *et al.* Como identificar a origem de óleos derramados; p. 76, nº 125.
- DIAS, Gilson Herbert Magalhães. A descoberta dos fulerenos. p. 6, nº 125.
- DORIA, Mauro M. A Curiosa anatomia dos supercondutores. p. 6, nº 122.
- FÁVERO, Maria de Lourdes de Albuquerque. Universidade do Distrito Federal (1935-39): uma utopia vetada. p. 69, nº 125.
- FERREIRA Gullar. Poesia e matemática. p. 13, nº 126.
- FOGUEL, Débora *et al.* 25ª Reunião anual da Sociedade de Bioquímica e Biologia Molecular. p. 61, nº 123.
- FOWLER, Harold *et al.* Formiga perde a cabeça por causa de mosca. p. 63, nº 122.
- , Eduardo M. Venticinque e Martinho C. Carvalho Jr. Evolução da sociabilidade entre as aranhas, A. p. 32, nº 123.
- FREITAS, Edna das Graças Assunção. Cinza de bagaço de cana reforça tijolos. p. 69, nº 123.
- GALLO JR., Lourenço *et al.* Quando o coração bate mais forte. p. 40, nº 121.
- GALVÃO-CASTRO, Bernardo. Cura da AIDS: esperança com cautela. p. 80, nº 122.
- GASPAR, Maria Dulce *et al.* A Anatomia dos carvões pré-históricos. p. 66, nº 122.
- GATTASS, Cerli R. Memória imunológica. p. 9, nº 123.
- GAUDUEL, Yann. O mundo do infinitamente pequeno nas reações químicas. p. 52, nº 122.
- GOLDEMBERG, José. Ciência e tecnologia no Brasil: qual é a situação?. p. 18, nº 124.
- GOLFETTI, Roseli *et al.* Quando o coração bate mais forte. p. 40, nº 121.
- GOMES, Flávia Carvalho Alcântara. Resistência a múltiplas drogas: desafio no tratamento do câncer. p. 8, nº 122.
- GOMES, Vicente *et al.* As aves dos gelos do sul. p. 34, nº 126.
- GOYER, Elizabeth M. N. *et al.* Como identificar a origem de óleos derramados. p. 76, nº 125.
- GUIMARÃES, Fernando Silva *et al.* Fisioterapia: recursos para todo o tipo de atletas. p. 50, nº 121.
- GUIMARÃES, Reinaldo. Sobre os resultados do Pronex. p. 63, nº 125.
- . Defesa bem fundamentada, Uma. p. 10, nº 126.
- HARTWIG, Walter C. e Cástor Cartelle. Macacos sul-americanos: ossos que são um verdadeiro tesouro. p. 30, nº 125.
- HETZEL, Bia e Liliana Lodi. Como conviver com as baleias. p. 58, nº 123.
- JULIO JR. Horácio Ferreira e Ângelo Antônio Agostinho. Ameaça ecológica: peixes de outras águas. p. 36, nº 124.
- KARAM, Elisabeth. João Batista Calixto: Fitofármacos no Brasil: agora ou nunca!. p. 26, nº 123.
- KRETTLI, Antoniana U. Vacina contra a malária: otimismo com cautela. p. 4, nº 125.
- LANNA, Maria Célia da S. e Renato Pinto Venâncio. Banzo: desnutrição e morte do escravo. p. 42, nº 126.
- LARAIA, Roque de Barros. Guerra e paz, o dilema do governo dos índios. p. 11, nº 124.
- , Wanderley de Souza e Marta Neiva Moreira. Darcy Ribeiro: o construtor de sonhos. p. 48, nº 126.
- LEAL, Carlos Ivan Simonsen. Maior vigor na economia pública. p. 14, nº 125.
- LEMLE, Marina. A ciência de mãos dadas com o esporte. p. 66, nº 121.
- LIMA FILHO, Euclides Custódio de *et al.* Quando o coração bate mais forte. p. 40, nº 121.
- LODI, Liliana e Bia Hetzel. Como conviver com as baleias. p. 58, nº 123.
- LORENZATO, Paulo Saturnino e Belkis Valdman. *Software* otimiza produção de álcool. p. 74, nº 124.
- MACIEL, Benedito Carlos *et al.* Quando o coração bate mais forte. p. 40, nº 121.
- MALTCHIK, Leonardo. Nossos rios temporários, desconhecidos mas essenciais. p. 64, nº 122.
- MARQUES-SANTOS, Luis Fernando e Neusa F. dos Santos. Imunologistas ganham outra vez. p. 11, nº 125.
- MARSHAAL, Maurice. As modernas ferramentas para estudar o cérebro. p. 54, nº 124.
- MARTINELLI, Luiz A. e Reynaldo L. Victória. O mito do pulmão do mundo em exame. p. 6, nº 121.
- MARTINS FILHO, José. Universidade sem pesquisa?. p. 74, nº 126.
- MARTINS, Luís e Gilberto Costa. Bolsa-escola: um exemplo de Brasília. p. 56, nº 125.
- e Gilberto Costa. Christóvam Buarque. p. 60, nº 125.
- MARTINS, Luiz Eduardo Barreto *et al.* Quando o coração bate mais forte. p. 40, nº 121.
- MASSARANI, Luisa *et al.* 25ª reunião anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular. p. 61, nº 123.
- A matéria-prima é nossa. p. 73, nº 126.
- A vida sem oxigênio. p. 66, nº 126.
- Andarilha da areia. p. 75, nº 125.
- Aquarelas do Brasil. p. 74, nº 125.
- Decifrando a estrutura das proteínas. p. 74, nº 122.
- Mais álcool de amido. p. 72, nº 126.
- O remédio inteligente. p. 71, nº 126.
- Substâncias mais puras. p. 72, nº 126.
- MAZOYER, Bernard e John Belliveau. Novas técnicas para fotografar o cérebro humano em plena ação. p. 48, nº 123.
- , Marie-Anne Van Sluys. Herman Hofte. A erva daninha que sintetiza o mundo vegetal. p. 30, nº 126.
- MATIC, Ivan *et al.* Origem das espécies: o que há de novo?. p. 48, nº 126.
- MAZZOTTI, Tarso Bonilha. Lógica, verdade e ética. p. 13, nº 122.
- MEDINA, Jorge *et al.* 25ª reunião anual da Sociedade de Bioquímica e Biologia Molecular. p. 61, nº 123.
- MENEZES, Wilson F. Semi-árido da Bahia: pobreza econômica e exclusão social. p. 46, nº 124.
- MENEZES, Paulo Afonso Lourega de e Patrícia Rieken Macêdo Rocco. Vencer sem dor. p. 47, nº 121.
- MIRANDA, Heloisa H. C. *et al.* Como identificar a origem de óleos derramados. p. 76, nº 125.
- MORAES, Ana Cláudia Lopes *et al.* Toxicologia médica: a desinformação é alarmante. p. 66, nº 124.
- MOREIRA, Ildeu de Castro e Alfredo Tiomno Tolmasquim. Um manuscrito de Einstein no Brasil. p. 22, nº 124.
- , Roque de Barros Laraia e Wanderley de Souza. Darcy Ribeiro: o construtor de

- sonhos. p. 58, nº 126.
- MOREIRA, Martha Neiva. Maria Laura: uma das pioneiras. p. 64, nº 124.
- MUNIZ, Marise. Armas contra o HTLV. p. 71, nº 124.
- . Do deserto às geleiras. p. 59, nº 121.
- . Rami: o sucessor do algodão. p. 68, nº 126.
- . Ratos ajudam a entender fadiga. p. 59, nº 121.
- NAPOLITANO, Marcos. Tradição e ruptura: a chave do sucesso da moderna canção brasileira. p. 24, nº 122.
- NEPSTAD, Daniel C., Rafael de Paiva Salomão e Ima Célia G. Vieira. Como a biomassa de florestas tropicais influi no efeito estufa?. p. 38, nº 123.
- NGAN, Phan Van *et al.* As aves dos gelos do sul. p. 34, nº 126.
- NÓBREGA, Alberto da. Moléculas de histocompatibilidade: evolução populacional e evolução. p. 14, nº 123.
- OYAMA, S. Ted *et al.* Carbetos de metais de transição: nova classe de catalisadores. p. 64, nº 123.
- PASSOS, Maria José de A. C. R. As aves dos gelos do sul. p. 34, nº 126.
- PATERNIANI, Ernesto e João Lúcio Azevedo. Salvando o planeta com alta tecnologia agrônômica. p. 20, nº 122.
- PEREIRA, José Maria Nunes. Paz para Timor Leste. p. 17, nº 125.
- PERINI-SANTOS, Pedro. Anticorpos e vacinas, advérbios e lingüística. p. 11, nº 122.
- PERSECHINI, Pedro. Modelos matemáticos e infecções virais: o que isto tem a ver com imunologia?. p. 12, nº 123.
- PESQUERO, Marco Antônio *et al.* Formiga perde a cabeça por causa de mosca. p. 63, nº 122.
- PICKLER, Arilza C. *et al.* Como identificar a origem de óleos derramados. p. 76, nº 125.
- PIRES, Elza. Caldas Novas sob ameaça. p. 72, nº 122.
- PIRES, Izabela. Sentinela contra deslizamentos. p. 78, nº 125.
- PLASTINO, Ángel R. Nova teoria ajuda a explicar distribuições de Lévy. p. 24, nº 123.
- PORTER, Sanford Donald *et al.* Formiga perde a cabeça por causa de mosca. p. 63, nº 122.
- QUEIROZ, Sérgio L. A. O que avalanches de grãos de arroz podem revelar aos físicos?. p. 6, nº 124.
- QUILLFELDT, Jorge *et al.* 25ª reunião anual da Sociedade de Bioquímica e Biologia Molecular. p. 61, nº 123.
- RADMAN, Miroslav *et al.* Origem das espécies: o que há de novo?. p. 48, nº 126.
- ROCCO, Patrícia Rieken Macêdo e Paulo Afonso Lourega de Menezes. Vencer sem dor. p. 47, nº 121.
- ROMERO, Javier Telis. Da uva à passa. p. 77, nº 124.
- RUMJANEK, Vivian M. Imunidade adquirida x Imunidade inata. p. 8, nº 123.
- Tráfego linfocitário e a homeostase do sistema imune. p. 10, nº 123.
- SALDIVA, Paulo Hilário. O *Jogging* e o ar poluído. p. 29, nº 125.
- SALOMÃO, Rafael de Paiva, Daniel C. Nepstad e Ima Célia G. Vieira. Como a biomassa de florestas tropicais influi no efeito estufa?. p. 38, nº 123.
- SALZANO, Francisco M. A Genética enfrentará (cada vez mais) os problemas sociais. p. 24, nº 125.
- SANTOS, Neusa F. dos e Luis Fernando Marques-Santos. Imunologistas ganham outra vez. p. 11, nº 125.
- SCHEEL, Rita *et al.* A Anatomia dos carvões pré-históricos. p. 66, nº 122.
- SCHMAL, Martin *et al.* Carbetos de metais de transição: nova classe de catalisadores. p. 64, nº 123.
- SHELLARD, Ronald Cintra e Cássio Leite Vieira. James W. Cronin: O enigma das micropartículas com macroenergia. p. 30, nº 124.
- SILVA, Francisco Carlos Teixeira da. Jogos do poder. p. 62, nº 121.
- SILVA, Hilton Pereira da. Para entender o conceito indígena de saúde. p. 10, nº 121.
- SILVA, Maurício da e Marlene Carvalho. Como ensinar a ler a quem já sabe ler. p. 68, nº 121.
- SILVA, Victor L. S. da Silva *et al.* Carbetos de metais de transição: nova classe de catalisadores. p. 64, nº 123.
- SIMÕES, Jefferson Cardia. Por que o gelo antártico está se rompendo?. p. 6, nº 126.
- SLUYS, Marie-Anne Van e Luisa Massarani. Herman Hofte. A erva daninha que sintetiza o mundo vegetal. p. 30, nº 126.
- SOUZA, Jessé. Valores e modernidade. p. 12, nº 122.
- SOUZA, Wanderley de, Roque de Barros Laraia e Martha Neiva Moreira. Darcy Ribeiro: o construtor de sonhos. p. 58, nº 126.
- STAMBUK, Boris *et al.* 25ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular. p. 61, nº 123.
- ROSE, Steven. A perturbadora ascensão do determinismo neurogenético. p. 18, nº 126.
- TABAK, Fanny. Em 80 anos, ABC recebeu poucas mulheres. p. 60, nº 124.
- TADDEI, François *et al.* Origem das espécies: o que há de novo?. p. 48, nº 126.
- TOLMASQUIM, Alfredo Tiomno e Ildeu de Castro Moreira. Um manuscrito de Einstein no Brasil. p. 22, nº 124.
- TORSANI, José A. Ultravioleta sob controle. p. 10, nº 124.
- TRAJANO, Eleonora. Os peixes que (sobrevivem em cavernas. p. 16, nº 122.
- UNES, Alfredo *et al.* Toxicologia médica: a desinformação é alarmante. p. 66, nº 124.
- VALDMAN, Belkis e Paulo Saturnino Lorenzato. *Software* otimiza produção de álcool. p. 74, nº 124.
- VAUCLAIR, Sylvie. Do Big Bang às estrelas: a gênese da matéria. p. 14, nº 121.
- VENÂNCIO, Renato Pinto e Mara Célia de S. Lanna. Banzo: desnutrição e morte do escravo. p. 42, nº 126.
- VENTICINQUE, Eduardo M., Harold G. Fowler e Martinho C. Carvalho Jr. A Evolução da sociabilidade entre as aranhas. p. 32, nº 123.
- VICTÓRIA, Reynaldo L. e Luiz A. Martinelli. O mito do pulmão do mundo em exame. p. 6, nº 121.
- VIEIRA, Cássio Leite e Ronald Cintra Shellard. James W. Cronin: O enigma das micropartículas com macroenergia. p. 30, nº 124.
- VIEIRA, Ima Célia G., Rafael de Paiva Salomão e Daniel Nepstad. Como a biomassa de florestas tropicais influi no efeito estufa?. p. 38, nº 123.
- VILHENA, André. Reciclar lixo é um luxo?. p. 28, nº 126.
- VONO, Volney e Carlos Bernardo Mascarenhas Alves. O caminho da sobrevivência para os peixes no rio Paraopeba. p. 14, nº 126.
- WINTER, Othon. Netuno: 150 anos de história e ciência. p. 38, nº 125.
- YBERT, Jean-Pierre. A anatomia dos carvões pré-históricos. p. 66, nº 122.
- ZACARO, Adilson *et al.* Formiga perde a cabeça por causa de mosca. p. 63, nº 122.
- ZIN, Walter Araujo. Segredo de Polichinelo. p. 8, nº 121.
- ZORZETTO, Ricardo e Vera Rita Costa. Cimentos ecológicos: alternativas para o futuro. p. 76, nº 122.
- Ricardo. Espuma ajuda a despoluir Tietê. p. 70, nº 122.

nature

A GLOBAL PERSPECTIVE

UMA PERSPECTIVA MUNDIAL

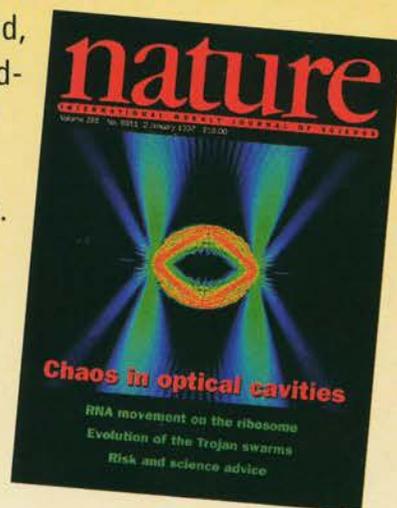
With correspondents around the world, **NATURE** is the first to bring you world-wide scientific news, reports of research breakthroughs and thought provoking commentaries and reviews.

NATURE — the international journal of science.

NATURE é a principal revista científica do mundo. Publicada semanalmente, ela informa sobre as mais importantes descobertas da ciência a cada momento e a maneira como são realizadas. Notícias, pesquisas, avaliações e resumos dos trabalhos que representam avanços em todas as áreas de ciência.

NATURE — a publicação de maior influência científica no mundo.

Para maiores informações, visite nossa home-page na Internet: <http://www.nature.com>



ORDER YOUR SUBSCRIPTION TODAY!

YES! Please start my personal subscription to **Nature**.

Sim, eu gostaria de fazer uma assinatura de **Nature**.

Preço da assinatura anual: US\$ 195

Please choose method of payment:

My check in US dollars, drawn on a US bank, is enclosed.

Charge my: VISA MC AMEX

Credit Card No. _____

Exp. Date _____

Signature _____

Send your order to Nature, 345 Park Avenue South,
New York, NY 10010-1707, USA • Fax + 1 212 696 9591

Name _____

Institution _____

Address _____

Country _____

Phone _____

Fax _____

IMPORTANT: Nature is published in English. This rate available to subscribers in South America only. Payment must accompany order. Basic annual institutional rate \$495.

J70377

OS LIVROS DIDÁTICOS ESTÃO CHEGANDO
COM DUAS LIÇÕES A MAIS:

PONTUALIDADE E QUALIDADE.

Toda escola pública de ensino fundamental tem direito de receber os livros didáticos no início das aulas. Para cumprir esse compromisso e beneficiar 30 milhões de alunos do primeiro grau, o MEC investiu R\$ 265 milhões entre a produção e a distribuição dos livros. As entregas já foram feitas nas escolas que participaram da escolha dos livros.

E não é só a pontualidade que está garantida. Os novos livros vão dar uma aula de qualidade. Com o apoio de especialistas, o MEC fez uma rigorosa seleção dos livros, dando atenção especial ao conteúdo. Se a sua escola não recebeu os livros didáticos, procure a Prefeitura, a Secretaria Estadual de Educação ou ligue grátis para o MEC através do telefone 0800 616161.

PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO. EM DIA COM A EDUCAÇÃO.

MEC

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
E DO ESPORTO


**Brasil
EM AÇÃO**