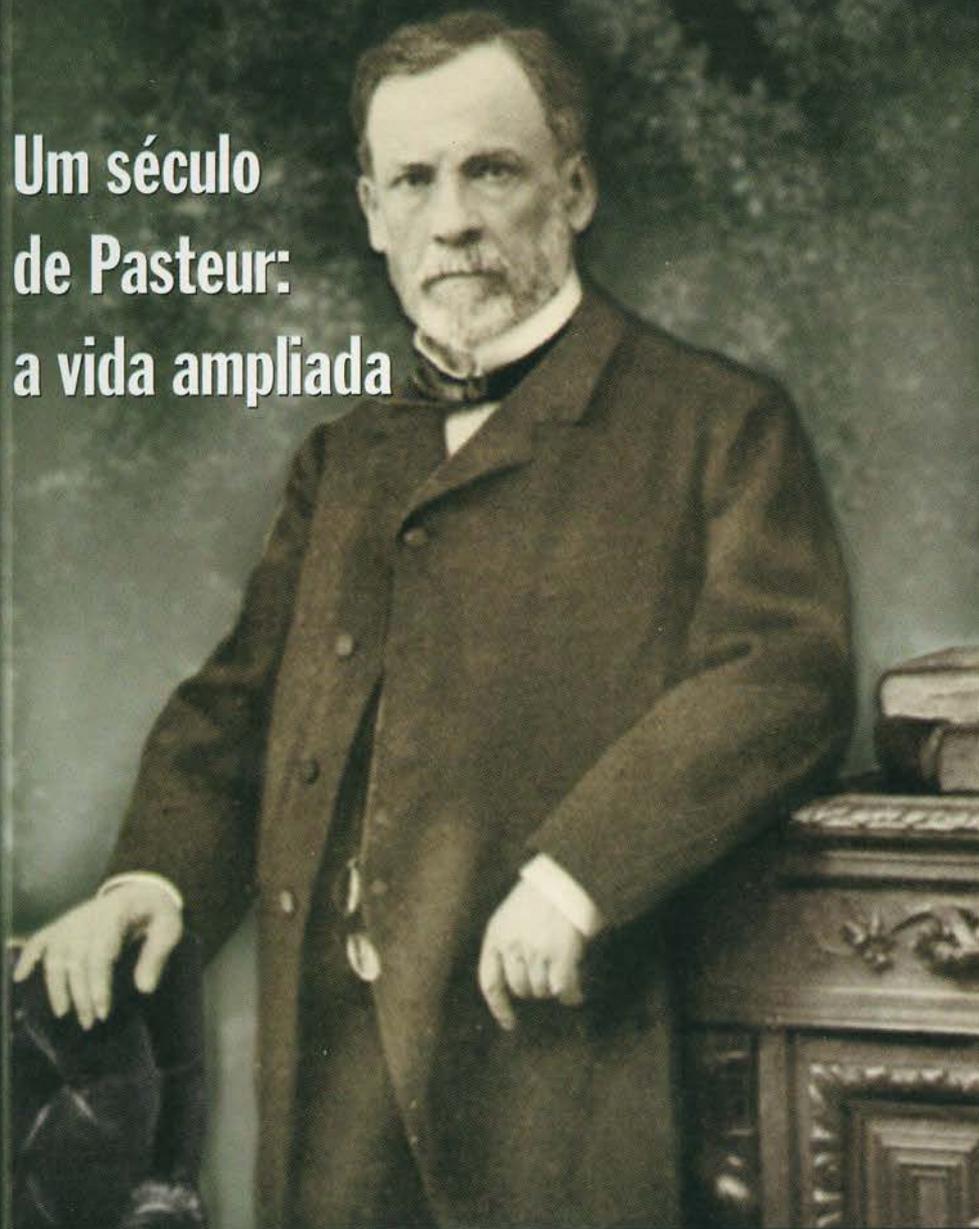


CIÊNCIAHOJE

Um século
de Pasteur:
a vida ampliada



O que acontece dentro do Sol

RENDE O MAIOR PERCENTUAL QUE VOCÊ JÁ VIU.

CADERNETA
DE POUPANÇA
OURO
A poupança do Brasil.

Rende mais
segurança,
rende grandes
investimentos
na agricultura,
rende uma
enormidade
para você e
para o seu País.



BANCO DO BRASIL

Bom para você.
Bom para o Brasil.

NÃO AO CENTRALISMO NAPOLEÔNICO

“O dever do governo – dever democrático, dever constitucional, dever imprescritível – é o de oferecer ao brasileiro uma escola primária capaz de lhe dar a formação fundamental indispensável ao seu trabalho comum, uma escola média capaz de atender à variedade de suas aptidões e das ocupações diversificadas de nível médio, e uma escola superior capaz de lhe dar a mais alta cultura e, ao mesmo tempo, a mais delicada especialização. Todos sabemos quanto estamos longe dessas metas, mas o desafio do desenvolvimento brasileiro é o de atingi-las, no mais curto prazo possível...”

“Nenhum país vive (...) de um (...) mandarinato intelectual, ainda que realmente capaz, o que não é o caso brasileiro, mas dos quadros numerosos e eficazes do trabalhador comum, formado na escola primária, dos quadros do trabalhador qualificado, treinado diretamente pela indústria e pelos cursos de continuação, dos quadros do especialista de nível médio preparado nos cursos médios, múltiplos e variados, e dos quadros de especialistas de nível alto, formado pela universidade e pelas escolas superiores.

A escola primária que irá dar ao brasileiro esse mínimo fundamental de educação não é, precipuamente, uma escola preparatória para estudos ulteriores. A sua finalidade é, como diz o seu próprio nome, ministrar uma educação de base, capaz de habilitar o homem ao trabalho nas suas formas mais comuns. Ela é que forma o trabalhador nacional em sua grande massa. É, pois, uma escola, que é o seu próprio fim e só indireta e secundariamente prepara para o prosseguimento da educação ulterior à primária. Por isto mesmo, não pode ser uma escola de tempo parcial, nem uma escola somente de letras, nem uma escola de iniciação intelectual, mas uma escola sobretudo prática, de iniciação ao trabalho, de formação de hábitos de pensar, hábitos de fazer, hábitos de trabalhar e hábitos de conviver e participar em sua sociedade democrática, cujo soberano é o próprio cidadão.”

“Ler, escrever, contar e desenhar serão por certo técnicas a ser ensinadas, mas como técnicas sociais, no seu contexto real, como habilidades sem as quais não se pode hoje viver. O programa da escola será a própria vida da comunidade, com o seu trabalho, as suas tradições, as suas características devidamente selecionadas e harmonizadas.

A escola primária, por este motivo, tem de ser instituição essencialmente regional, enraizada no meio local, dirigida e servida por professores da região, identificada com os seus mores, seus costumes.

A regionalização da escola que, entre nós, terá de caracterizar-se pela municipalização da escola, com administração local, programa local e professor local, embora formado pelo Estado, concorrerá em muito para dissipar os aspectos abstratos e irrealis da

escola imposta pelo centro, com programas determinados por autoridades remotas e distantes e servida por professores impacientes e estranhos ao meio, sonhando perpetuamente com redentoras remoções.

Tal escola, com horários amplos, integrada no seu meio e com ele identificada, regida por professores provindos das suas camadas populares mais verdadeiras, percebendo salários desse meio, será uma escola reconciliada com a comunidade e já sem o caráter ora dominante de escola propedêutica aos estudos ulteriores ao primário. Esta será a escola fundamental de educação comum do brasileiro, regionalmente diversificada, comum não pela uniformidade, mas pela sua equivalência cultural.”

“A descentralização (...) é hoje uma solução, além de racional e inteligente – absolutamente segura. Tenhamos, pois, o elementar bom senso de confiar no país e nos brasileiros, entregando-lhes a direção de seus negócios e, sobretudo, da sua mais cara instituição – a escola, cuja administração e cujo programa deve ser de responsabilidade local, assistida e aconselhada tecnicamente pelos quadros estaduais e federais.”

“Não somos nação a ser moldada napoleonicamente do centro para a periferia, mas um grande e variado império a ser assistido e, quando muito, coordenado pelo centro...”

“A grande reforma da educação é, assim, uma reforma política permanentemente descentralizante, pela qual se criem nos municípios os órgãos próprios para gerir os fundos municipais de educação e os seus modestos mas vigorosos, no sentido de implantação local, sistemas educacionais. Tais sistemas locais, em número equivalente ao dos municípios, constituirão em cada estado o sistema estadual...”

No momento em que o governo federal começa a propor reformas pontuais e de alcance duvidoso na área da Educação, *Ciência Hoje* traz à lembrança do país esses conceitos essenciais de Anísio Teixeira, defendidos ainda em 1953 em “Educação não é privilégio”, obra impercível do pensamento educacional brasileira, oportunamente reeditada pela UFRJ.

Certo, não podemos ficar restritos a um texto com mais de 40 anos. O Brasil e o mundo, sem dúvida, evoluíram muito nesse período. Mas também não podemos ficar aquém de Anísio. É disso que se trata hoje, infelizmente.

O país parece ter esquecido que as reformas mais consistentes e efetivas são, em geral, aquelas que levam em conta as melhores reflexões da história e resultam de amplo e profundo debate nacional.

A memória que trazemos é de lucidez. Lucidez para ir adiante, avançar. Não é o que está faltando agora?

**EDITORIAL****CARTAS****UM MUNDO DE CIÊNCIA**

O centenário da morte de Louis Pasteur é lembrado, este ano, em todo o mundo. O Brasil deu a partida nas comemorações, abrigando o simpósio internacional "Da geração espontânea à evolução molecular". *Ciência Hoje* traz a cobertura completa desse evento e entrevistas com três vencedores do Prêmio Nobel.

TOME CIÊNCIA

Pesquisa realizada em apiários na Zona da Mata, Minas Gerais, mostram que mesmo em regiões próximas a áreas modificadas pelo homem é possível produzir mel de qualidade.
Por Esther Bastos, Ilda Dayrell, Mitzi Brandão e Ivan Machado Sampaio.

As plantas também desenvolvem tumores. Induzidos por vários organismos como vírus, bactérias ou insetos, eles podem desenvolver-se em qualquer parte da planta, causando diversas alterações em seu desenvolvimento e em sua estrutura. Por Ivoneide M. Silva, Giovanna I. Andrade e G. Wilson Fernandes.

1 RESENHA**31**

O livro *Amazônia: Etnologia e História Indígena*, organizado por Eduardo Viveiros de Castro e Manuela Carneiro da Cunha, reúne comunicações de pesquisadores nacionais e estrangeiros sobre o que vem sendo feito em antropologia na Amazônia nos últimos anos.
Por Marcela Stockler Coelho de Souza.

8

A editora da UFRJ está completando o relançamento do livro *As Ciências no Brasil*, organizado por Fernando de Azevedo. Essa obra, escrita por vários dos grandes cientistas brasileiros, tem grande importância para todos os que se interessam pela história do desenvolvimento científico no país.
Por Ildeu de Castro Moreira.

26



Tambor de aço musical: aspectos mecânicos, metalúrgicos, acústicos e eletrônicos

Clement Imbert, Derek Gay e Brian Copeland

Os tambores musicais de Trinidad-Tobago são considerados o único instrumento musical inventado neste século. Criados a partir de instrumentos de percussão rudimentares, como baldes e latões, esses tambores de aço apresentam complexos aspectos acústicos, mecânicos, metalúrgicos e eletrônicos.

Epidemia: uma questão para a Física?

Claudia B. dos Santos, Afonso Dinis Costa Passos, Marco Antonio A. da Silva e Antonio Caliri

Os estudos epidemiológicos muitas vezes lançam mão de instrumentos operacionais fornecidos pela estatística e de conceitos próprios de outras disciplinas. A percolação, por exemplo, um conceito que vem da física, oferece um modelo para se prever quando uma doença infecciosa passará da fase endêmica para a epidêmica.

Neutrinos Solares

Carlos A. Bertulani

O estudo do Sol, uma mistura da física do muito grande com a física do muito pequeno, pode fornecer informações preciosas sobre os neutrinos, um dos componentes do submundo das partículas elementares.



Capa: Ilustração Walter Vasconcelos.

36 : É B O M S A B E R

65

Muito se fala das vantagens econômicas e ecológicas do extrativismo na Amazônia. Mas os programas apresentados, em geral, restringem-se à exportação de matéria-prima. Para corrigir essa distorção é preciso criar indústrias na região que explorem a biodiversidade sem destruir a floresta. Por Maria Auxiliadora C. Kaplan, Maria R. Figueiredo e Otto R. Gottlieb.

44

A febre de descobrimentos que tomou conta da Europa nos séculos XII e XIII revelou muitas riquezas desconhecidas. Mas os europeus não souberam reconhecer um bem inestimável: o aço indiano, que desde tempos greco-romanos, ferreiros e metalúrgicos tentavam reproduzir. Por Marta Vanucci.

O P I N I Ã O

74

Ao se despedir do Senado o presidente declarou que a Era Vargas chegara ao fim, mas o que, na verdade, representa isso? Luiz Werneck Vianna analisa a trajetória das elites políticas do país e os possíveis rumos do país nessa época de reformas sociais e revisão constitucional.

52

C I Ê N C I A E M D I A

78

C H • S E R V I Ç O S

91

Relação das instituições de pesquisa científica e tecnológica consideradas mais importantes no país e das principais sociedades científicas brasileiras.

Bota a camisinha

Pela primeira vez, vejo a campanha contra a Aids cair de fato na boca do povo, como tem que ser, para que os riscos da doença se tornem conhecidos, assim como a

televisão um especialista americano informar que as grávidas aidéticas que tomam AZT têm menos possibilidades de dar à luz filhos com Aids; ao mesmo tempo, os jornais falavam dos efeitos negativos

das crianças atendidas. Com o objetivo de ampliar essa atuação, estamos pensando em atuar com reciclagem de papel e outros materiais (vidro, plástico), trabalho este que visa proporcionar ocupação e renda para adolescentes e adultos de uma comunidade na periferia de Porto Velho.

Gostaria de saber se há alguma publicação sobre o assunto e obter informações sobre instituições, no Brasil, que desenvolvam esse tipo de trabalho, de modo a ter informações que nos orientem na elaboração de nosso projeto.

Vania Beatriz Vasconcelos de Oliveira, Porto Velho (RO).

Você pode escrever para a CEMPRES – Compromisso Empresarial para a Reciclagem, na Praia de Botafogo, 228/loja 119-B, CEP 22250-040, Rio de Janeiro. Eles têm excelentes publicações e certamente poderão dar sugestões. O telefone é (021) 553-5530 e o FAX (021) 553-5760. O encarte Tecnologia, que saiu com Ciência Hoje 107, traz uma grande reportagem sobre reciclagem de plásticos.

Três dimensões

Achei estranho um termo que saiu na resposta à carta sobre imagens em três dimensões. Será que em lugar de retino-cubiais o certo não é retino-cerebrais?
Inês C.D. Bastos, Rio de Janeiro.

Sua carta chegou quando verificamos o erro de digitação no texto.

Você tem toda a razão.

Retino-cubiais simplesmente não existe.

O certo é retino-cerebrais.

Reclamações

Como cientista, leitora e assinante da revista *Ciência Hoje*, gostaria de me manifestar sobre duas questões: 1) Acho desinteressante a maneira como vêm sendo editado os volumes da revista com artigos concentrados em um tema. Por exemplo, o que trata exclusivamente das ciências do coração. Na minha opinião, seria mais interessante as revistas periódicas voltarem a abranger todos os temas relacionados a ciência, deixando os assuntos 'volumosos' para edições especiais esporádicas. 2) O segundo ponto de desagrado é a exclusão da seção 'Cartas dos Leitores'. Acho uma pena e uma falha tirar o espaço de manifestação dos leitores.

Isabel Alves dos Santos, Porto Alegre (RS).

Procuramos publicar periodicamente edições especiais, centralizadas num tema de interesse para muitas pessoas, como foi o caso do especial 'Coração'. Estamos agora planejando um número sobre água, que deverá sair em meados do ano. Quanto à seção 'Cartas dos Leitores', ela não acabou: uma prova é que sua carta está sendo publicada nela.



E NÃO DÁ CHANCE PRÁ ESSE TAL DE HIV.

necessidade de medidas preventivas, na falta de uma vacina, que pelo visto ainda vai demorar muito. Refiro-me à campanha "Bota a camisinha", lançada no Carnaval. Vale observar que a marchinha, na voz do grande Jamelão, foi das mais cantadas pelos foliões, nas ruas e até em bailes, como tive a ocasião de testemunhar. Fiquei revoltado com certas cartas publicadas em alguns jornais – poucas, é verdade – que, em nome de preconceitos pseudomoralistas, criticaram a marchinha.

E por falar em Aids, quando é que *Ciência Hoje* vai publicar uma reportagem mais abrangente, sobre o estado atual das pesquisas? Vi na

do AZT para os doentes. O que há de verdade em tudo isso?
Luiz Augusto B. de Campos, Rio de Janeiro.

Estamos preparando para um dos próximos números um artigo sobre Aids. Aguarde.

Reciclagem

Sou jornalista e faço parte de um Comitê de Ação da Cidadania ligado à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que vem atuando junto a duas escolas-creches que atendem a menores carentes. Nossa principal ação é no sentido de plantar horta e pomar, que permitam a complementação alimentar

Imunologia

Sou assinante desta que considero ser a melhor revista de divulgação científica do Brasil. Gostaria de sugerir aos editores um número especial somente sobre Imunologia, assunto que está cada vez mais entrelaçado ao nosso dia-a-dia, principalmente quando discutimos sobre doenças, tumores, alergias, inflamações e, mais recentemente, a Aids. Nós possuímos grandes imunologistas, que poderiam contribuir para esse número especial.

Victor Barreto de Souza Brasil, Rio de Janeiro (RJ).

Sua sugestão foi anotada. Aguarde.

Contra o sensacionalismo

Parabéns pela qualidade da revista, pelo empenho em que ela se torne cada vez mais útil e, sobretudo, por nos colocar em contato com os problemas nacionais e divulgar o esforço de cada brasileiro comprometido com a pesquisa científica, cujo objetivo principal é melhorar a qualidade de vida de cada um e propiciar o acesso ao conhecimento, que é ilimitado.

Finalizando, gostaria de ressaltar também a segurança que a *Ciência Hoje* nos transmite pela "filtragem" de suas reportagens, retirando o sensacionalismo com que muitas vezes nos

deparamos nas reportagens de outras revistas.

Num país com tantas dificuldades, principalmente no setor educacional, ela contribui para a nossa reciclagem.

Felonia Maria Oliveira, Brasília, DF.

Itaipu

Conversando com um professor, ele informou-me de que, há alguns anos, esta revista publicou uma reportagem especial sobre Itaipu (década de 80). Caso seja possível, gostaria de adquiri-la. Para isso, gostaria de saber como devo proceder.

Claudia Bocchese de Lima, Pato Branco (PR).

Seu professor deve ter se referido ao artigo 'Enchente no sul do país: construção de Itaipu ou o fenômeno chamado El Niño?'; publicado no nº 8, vol. 2, p. 65. Estamos providenciando para que chegue às suas mãos pelo reembolso postal.

Editoras

Gostaria de dar uma sugestão sobre os livros que são mencionados pela revista. Por morar no interior e não ter nem editoras nem livrarias por perto, seria possível que, quando vocês dessem informações sobre algum livro científico, publicassem também o endereço da editora? Isso seria de grande ajuda para o desenvolvimento da ciência no interior do Brasil. Gostaria que se

empenhassem nisso.

Deise M. de Matos, Jaguaruana (CE).

• No exemplar nº 102 de *Ciência Hoje* obtive informações sobre duas obras: Ehrlich P. R., *O mecanismo da natureza*, e Weiner J., *Os próximos cem anos*, ambos da Editora Campus. Com interesse em adquirir via correio os livros citados, solicito seus préstimos em fornecer-me o endereço da editora, localizada no Rio de Janeiro.

Ricardo Sant'Anna Cabral, Ilhéus (BA).

Anote: o endereço é Rua Barão de Itapagipe, 55, CEP 20261, Rio de Janeiro. O telefone é (021) 293-6443 e o telex (21) 32.606.

Roça caiçara

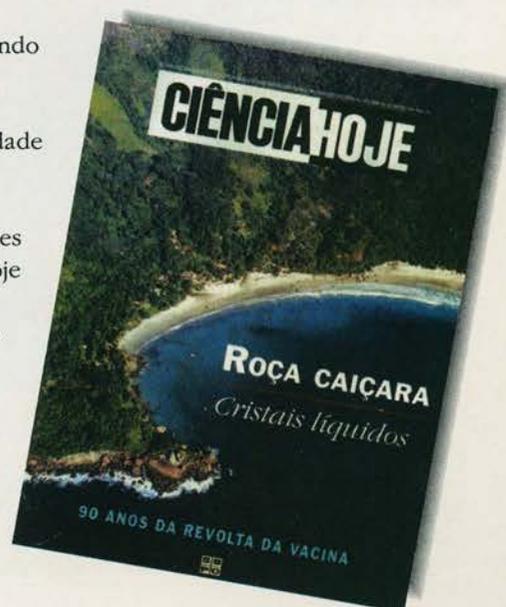
Acabo de ler o importantíssimo artigo 'Roça caiçara', publicado no nº 104 do volume 18. É um trabalho precioso, feito com o maior carinho e cheio de informações utilíssimas. Entretanto, tudo isso fica meio apagado quando consideramos que ele inaugura uma nova mentalidade conservacionista.

Fiz parte do Conselho de Parques do antigo IBDF, hoje IBAMA, e conheço bem a mentalidade dos técnicos daquele Instituto. O grande inimigo era o homem. Lembro de uma discussão sobre a criação de

uma reserva biológica, numa área onde havia coleta de castanha. Queriam a todo custo retirar os castanheiros, quando bastava mudar a designação da área para Floresta Nacional e os castanheiros podiam continuar em paz. Além disso, seriam os melhores guardiães do ecossistema, pois ali estava o seu ganha-pão.

Os autores de "Roça caiçara" propõem uma reviravolta sensacional. Considerar essas populações que vivem numa verdadeira simbiose com o meio ambiente, como formando parte do ecossistema. Que isso é verdade provam os estudos feitos no Museu Goeldi, que mostram que os índios modificaram toda a floresta. Também um trabalho citado no artigo fala no papel da vegetação secundária na evolução da flora tropical.

Mario B. Aragão, pesquisador aposentado da Fiocruz, Rio.



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

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

Editores: Ennio Candotti (Instituto de Física/UFRRJ), Ildeu de Castro Moreira (Instituto de Física/UFRRJ), Luiz Drude de Lacerda (Instituto de Química/UFRJ), Yonne Leite e Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRRJ), Vivaldo Moura Neto (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Francisco Carlos Teixeira da Silva (IFCS/UFRRJ), Giulio Massarani (Programa de Engenharia Química/UFRRJ), Maria Elisa da Costa Santos (Secretária).

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/UFRRJ), Otávio Velho (Museu Nacional/UFRRJ), Reinaldo Guimarães (Instituto de Medicina Social/UERJ), Sonia de Campos Dietrich (Instituto de Botânica/SP).

Diretor: José Monserrat Filho.

Redação: Marília Mendes Pessoa (coordenação); Martha B. Neiva Moreira (auxiliar de redação); Maria Ignez Duque Estrada e Cássio Leite Vieira (edição de texto); Luisa Massarani (repórter); Micheline Nussenzweig (internacional).

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

Ciência Hoje BBS (Bulletin Board System) - Tel.: (021) 295-6198: Jesus de Paula Assis (Ciência Hoje Hipertexto), Cássio Leite Vieira e Marcelo Quintelas Lopes (SysOps/Ciência Hoje das Crianças Eletrônica), Rodolfo Patrocínio dos Santos (expedição).

Administração: Adalgisa M. S. Bahri (gerente), Luiz Tito de Santana, Pedro Paulo de Souza, Ailton Borges da Silva, Marly Onorato, Neuzi Luiza de S. Soares.

Atendimento ao Assinante: Maria Lúcia da G. Pereira, Francisco Rodrigues Neto, Luciene de Santos Azevedo e Márcio de Souza, tel.: (021) 295-6198 / 270-0548.

Depósito e Expedição: Moisés V. dos Santos, Delson Freitas, Márcia Cristina Gonçalves da Silva. Rua Francisco Medeiros, 240, Higienópolis, Rio de Janeiro, tel: (021) 270-0548.

Colaboraram neste número: Helena Londres (LNCC); Pedro M. Persechini (Inst. de Biofísica/UFRRJ); Elisa Sankuevitz e M. Zilma Barbosa (revisão); Luiz Fernando P. Dias (analista de sistema); Edna Ferreira (jornalismo).

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração/UFRRJ), Antônio Barros de Vilhoia Cintra (Hospital das Clínicas/UFPA), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Carolina Bori (Instituto de Psicologia/USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia/Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito/USP), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicologia/EMP), Fernando Gallembeck (Instituto de Química/Unicamp), Francisco Weyffort (Faculdade de Filosofia/USP), Gilberto Velho (Museu Nacional/UFRRJ), 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. Moysés Nussenzweig (Instituto de Física/UFRRJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética/UFRRJ), Oscar Sala (Instituto de Física/USP), Oswaldo Porchat Pereira (Departamento de Filosofia/USP), Otávio Elísio 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, Roberto Barros de Carvalho (coordenação de jornalismo), Marise de Souza Muniz (Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), C. Postal 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, tel. e fax: (031) 443-5346.

Sucursal Brasília: Margareth Marmorini - Edifício Multi-uso I, Bloco C, térreo, sala CT65, Campus Universitário, UnB, C. Postal 04323, CEP 70910-900, Brasília, DF, tel. e fax: (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, tel. e fax: (081) 453-2676.

Sucursal São Paulo: Vera Rita Costa (jornalista), Ricardo Zorzeto (estagiário de jornalismo), Paulo Cesar Nogueira e Soraya Smaili (Unifesp) e Celso Dal-Ré (IPT) - USP, Prédio da Antiga Reitoria, Av. Prof. Luciano Gualberto, 374, trav. J, 4º andar, salas 410/414, Cidade Universitária, USP, CEP 05508-900, São Paulo, SP, tel.: (011) 818-4192 / 814-6656.

Correspondentes: Porto Alegre: Ludwig Buckup (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 Queiróz Neves, 130, CEP 58108-670, Campina Grande, PB, tel.: (083) 321-0005.

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

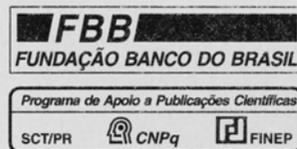
Assinatura para o exterior (11 números): US\$ 100 (via aérea).

Assinatura para o Brasil (11 números): R\$ 50,00.

Fotolito: Studio Portinari Matrizes Gráficas. **Impressão:** Bloch Editores S.A. **Distribuição em bancas:** M. Kistemberg Distribuidora de Jornais e Revistas Ltda. **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 (UFRRJ) e Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Publicidade: Rio de Janeiro: Paulo Prata (gerente de marketing), tel.: (021) 295-4846 / 295-6198, fax: (021) 541-5342. **Brasília:** Deusa Ribeiro, tel.: (061) 577-3494, fax: (061) 273-4780.



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 franca e aberta 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* (1990-). 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** - Departamento de Filosofia/UFAC, CEP 69900-900, Rio Branco, AC, tel.: (068) 226-1422 (Marcos Inácio Fernandes); **AL** - Centro de Ciências Biológicas/UFAL, Praça Afrânio Jorge, s/nº, CEP 57072-900 - Maceió - AL, tel.: (082) 223-5613 / 326-1730, fax: (082) 221-2501 / 221-3377 (Winston Menezes Leahy); **AM** - INPA, Alameda Cosme Ferreira, 1756,

CEP 69083-000, Manaus, AM, tel.: (092) 236-0009 (Vera Maria Fonseca de Almeida e Val); **BA** - Instituto de Física/UFBA, Campus Universitário da Federação, CEP 40210-350 - Salvador, BA, tel.: (071) 247-2033/247-2343/247-2483, fax: (071) 235-5592 (Alberto Brum Novaes); **CE** - UFCE/Campus do Pici, CEP 60000-000 - Fortaleza, CE, tel.: (085) 223-7012 (José Borzacchiello da Silva); **Curitiba** (seccional) - Departamento de Genética/Setor de Ciências Biológicas/UFRRJ, Caixa Postal, 19071, CEP 81504-970 - Curitiba, PR, (Euclides Fontoura da Silva Júnior); **DF** - Departamento de Física/UnB, Campus Universitário/Asa Norte, CEP 70910-900, Brasília, DF, tel.: (061) 273-1029 (Tarcísio Marciano da Rocha Filho); **ES** - Departamento de Física e Química/UFES, Campus Universitário de Goiabeira, CEP 29069-900, Vitória, ES, tel.: (027) 325-1711, r. 425, fax: (027) 335-2337; **Londrina** (seccional) - Fundação IAPAR, Caixa Postal, 1331, CEP 86001 - Londrina, PR, tel.: (0432) 26-1525, r. 256 (Paulo Varela Sendin); **MA** - UFMA, Largo dos Amores, 21, CEP 65020-000, São Luiz, MA, tel.: (098) 221-1354 (Maria Marlúcia Ferreira Correia); **MG** - Fundação Ezequiel Dias, Rua Conde Pereira Carneiro, 80, CEP 30510-010, Belo Horizonte, MG, tel.: (031) 332-2077, r. 280 (Maria Mercedes Valadares Guerra Amaral); **MS** - Departamento de Comunicação e Arte/UFMS, Caixa Postal 649, Campus Universitário, CEP 79070-900, Campo Grande, MS, tel.: (067) 787-3311 (Eron Brum); **PB** - Centro de Ciências e Tecnologia/Departamento de Engenharia Elétrica/UFPE, Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongo, CEP 58109-000, Campina Grande, PB, tel.: (083) 333-1000, r. 342/412, fax: (083) 341-4795 (Mário de Souza Araújo Filho); **PE** - Departamento de Física/UFPE, Av. Prof. Luiz Freire, s/nº, Cidade Universitária, CEP 50670-901, Recife, PE, tel.: (081) 271-8450, fax: (081) 271-0359 (Sérgio Machado Rezende); **PI** - Departamento de Física do CCN/UFPI, Campus Universitário do Ininga, CEP 64051-400, Teresina, PI, tel.: (086) 232-1211, r. 283, fax: (086) 232-2812 (Paulo Romulo de Oliveira Prota); **Pelotas** (seccional) - Departamento de Matemática/UFPelotas, CEP 96100, Pelotas, RS, tel.: (0532) 23-0882, (Lino de Jesus

Araújo); **PR** - Departamento de Biologia Celular e Genética/UFPR, Av. Colombo, 3690, CEP 87020-900, Maringá, PR, tel.: (0442) 62-1478/26-2727, fax: (0442) 22-2754 (Paulo César de Freitas Mathias); **RJ** - Instituto de Matemática/UFRRJ, Caixa Postal 68530, CEP 21949-900, Rio de Janeiro, RJ, tel.: (021) 260-1884 (Arnaldo Nogueira); **RN** - Departamento de Arquitetura/UFRRN, Caixa Postal 1699, CEP 59072-970, Natal, RN, tel.: (084) 231-9763, fax: (084) 231-9048/9740 (Ari Antônio da Rocha); **RO** - Departamento de Educação Física/UFRO, Campus José Ribeiro Filho, CEP 78904-420 - Porto Velho, RO, tel.: (069) 221-9408 (Célio José Borges); **RS** - UFRGS, Av. Paulo Gama, 110, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 336-0055, r. 6762 (Abílio Baeta Neves); **Rio Grande** (seccional) - Departamento de Oceanografia/Fundação Universidade do Rio Grande, Caixa Postal 474, CEP 96201-900, Rio Grande, RS, tel.: (0536) 32-9122, fax: (0536) 32-8510; **Santa Maria** (seccional) - UFMS, Rua Florianópolis, 1750, sala 315, CEP 97060, Santa Maria, RS, tel.: (055) 221-5829 (Eduardo Guilherme Castro); **SC** - Departamento de Ciências Farmacêuticas/GIF/GCS/Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Trindade, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, tel.: (0482) 31-9350, fax: (0482) 34-1928 (Cláudia Maria Oliveira Simões); **SE** - Departamento de Letras/UFSE, Campus Universitário, CEP 49000-000, Aracaju, SE, tel.: (079) 224-1331, r. 355 (Antônio Pociano Bezerra); **SP** - (subárea I) - Departamento de Biologia/Instituto de Biociências/USP, Caixa Postal 11461, CEP 05499-970, São Paulo, SP, tel.: (011) 64-4746 (Luiz Carlos Gomes Simões); **SP** - (subárea II) - Departamento de Genética/ESALQ, Av. Pádua Dias, 11, CEP 13400-000, Piracicaba, SP, tel.: (0194) 33-0011, r. 126 (Giancarlo Conde Xavier Oliveira); **SP** - (subárea II, seccional de Botucatu) - Departamento de Genética/UNESP, CEP 18618-000, Botucatu, SP, tel.: (0149) 21-2121, r. 229/220461 (Dêrcia Villalba Freire-Maia); **SP** - (subárea III) - DCCV/FCAU/UNESP, Rod. Carlos Tonani s/nº, km 5, CEP 14870-000 - Jaboticabal, SP, tel.: (0163) 22-2500, r. 219/220, fax: (0163) 22-4275 (Aureo Evangelista Santana).

O LUGAR JÁ ERA ILUMINADO.



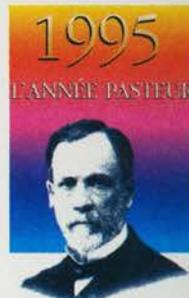
FALTAVAM APENAS AS LUZES.

HOMENAGEM DA CIÊNCIA HOJE À FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ PELA BRILHANTE IDÉIA DE LITERALMENTE ACENDER O CASTELO DO MOURISCO EM PLENO ANO PASTEUR.

CIÊNCIAHOJE A revista que está sempre acendendo luzes.

SIMPÓSIO PASTEUR

Da geração espontânea à evolução molecular



Durante seis dias, de 19 a 24 de fevereiro passado, o Brasil foi palco de intensos e esclarecidos debates sobre as origens da vida na Terra, um tema que desperta a curiosidade do mais eminente biólogo ao mais simples dos mortais. Com a presença de 30 das maiores autoridades mundiais no assunto – entre eles, três pesquisadores laureados com o Prêmio Nobel (ver entrevistas nesta edição) – e de aproximadamente 200 participantes, as discussões se travaram no auditório do Hotel Everest, em Ipanema, no Rio de Janeiro, e abriram um ciclo de seis simpósios previstos para este ano, em que se comemora o centenário de morte do cientista francês Louis Pasteur (ver ‘O gênio de Dôle’).

A promoção é do respeitado Instituto Pasteur, de Paris, que, para realizar os eventos, se associou a instituições dos cinco continentes – América (Brasil, EUA), África (Senegal), Ásia (Vietnam), Europa (França) e Oceania (Taiti) – dedicadas à pesquisa no campo das ciências biológicas e da saúde (ver ‘Encontros científicos do Ano Pasteur’). No Brasil, a parceria foi feita com a Fundação Instituto Oswaldo Cruz (Fiocruz) e contou com o apoio da Unesco.

“Como o simpósio brasileiro seria o primeiro da série, optamos por abordar desde o primeiro fenômeno físico-químico até à formação da célula, sob o tema geral ‘Da geração espontânea à evolução molecular’”, explicou o presidente da Fiocruz, Carlos Morel. Para homenagear Pasteur e discutir sua obra, o assunto caiu feito uma luva. Afinal, o pai da microbiologia daria provas de uma inteligência superior, consolidando sua carreira

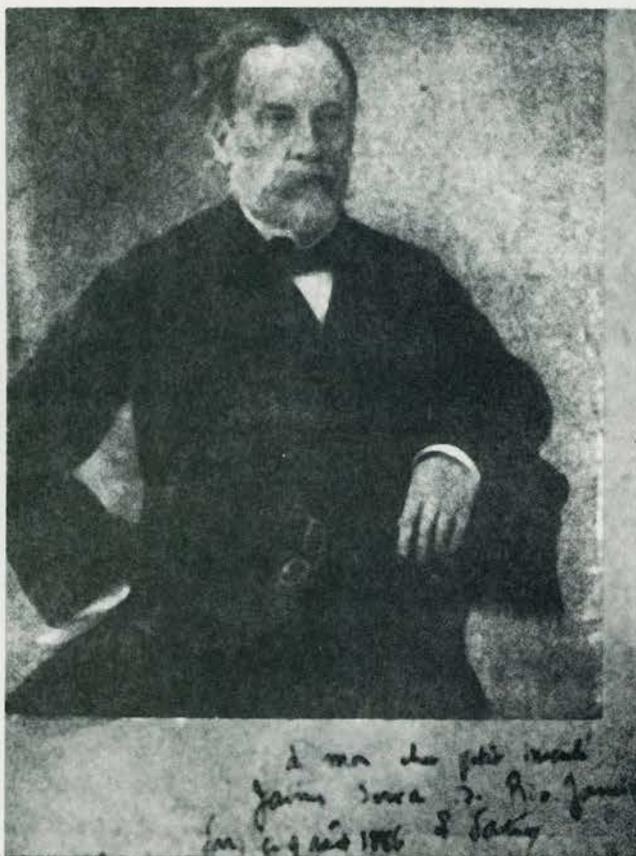
científica, ao expulsar o problema da geração espontânea do terreno das especulações filosóficas e das amplificações oratórias.

Como mostrou o simpósio do Rio de Janeiro, as hipóteses e teorias que hoje direcionam as pesquisas sobre a origem da vida se concentram principalmente no estudo de ácidos nucleicos. A propósito, ver, nesta edição, ‘O mundo dos ácidos nucleicos’, que reúne os trabalhos de 11 pesquisadores sobre o tema. Mas não faltam cientistas que vêm na investigação das proteínas, um campo de pesquisa difícil e ainda pouco explorado, “o pulo do gato” nos estudos sobre o surgimento da matéria viva. Os trabalhos a esse respeito, em que se destacam atualmente os bioquímicos Tom Blundell, do Departamento de Cristalografia da Universidade de Londres, e Charles Weissmann, do Instituto de Biologia Molecular da Universidade de Zurique, na

Suíça, são tratados na sessão seguinte, ‘O mundo das proteínas’, que antecede o trabalho inovador do químico francês Guy Ourisson, do Centro de Neuroquímica de Strasburgo, reproduzido sob o título ‘O mundo da célula’. O foco das atenções de Ourisson se concentra na formação da membrana primordial, que teria envolvido os ácidos nucleicos e as proteínas e permitido o surgimento do indivíduo celular, uma etapa fundamental para a evolução da vida na Terra.

A reduzida participação de pesquisadores brasileiros na agenda deste simpósio justifica-se, segundo o presidente da Fiocruz, com base na escolha do tema central do evento.

“Buscamos reunir os



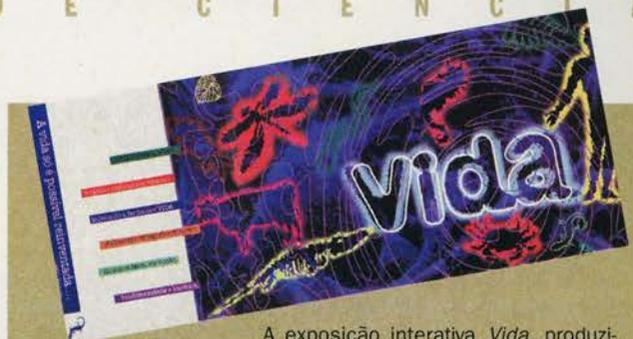
‘Ao meu pequeno inoculado, Jaime Serva, do Rio de Janeiro’. Dedicatória de Pasteur em foto de 9 de agosto de 1886.

cientistas mais capacitados para falar sobre origem da vida e evolução molecular, e é inegável que os melhores nomes dessa área estão nos EUA e na Europa", disse. Segundo Morel, nos próximos simpósios da série, em particular no tema que abordará o desenvolvimento de vacinas, a participação de brasileiros será seguramente maior.

A presença de um elenco tão notável de cientistas estrangeiros no país representou, a seu ver, uma rara oportunidade de colocar os pesquisadores brasileiros em contato direto com o mais atualizado diálogo científico no campo da biologia molecular.

"Foi uma pequena mostra de como a verdadeira ciência é feita, baseada fundamentalmente no livre fluxo de informações e troca de experiências entre as fontes mais capacitadas", disse Morel.

Em resposta às ironias divulgadas na imprensa brasileira sobre a realização do simpósio às vésperas do Carnaval, o presidente da Fiocruz argumentou que é um procedimento absolutamente natural em todo o mundo conciliar a agenda dos encontros científicos com os programas culturais de cada país: "Quando se promove um congresso internacional em Nova York, Paris ou Viena", exemplificou, "é natural que se busque uma data compatível com a temporada de ópera".



A exposição interativa *Vida*, produzida pela Fiocruz e inaugurada durante o simpósio "Da geração espontânea à evolução molecular" no Espaço Cultural dos Correios, no Rio de Janeiro, mostra os processos de formação da vida na Terra. Uma seção especial, dedicada à evolução genética dos últimos anos, relata a descoberta do código genético e sua manipulação, a produção de animais transgênicos, além da revolução da biotecnologia e a bioética. As imagens são acompanhadas de textos enfocando as controvérsias científicas sobre a origem da vida. Microscópios e programas de multimídia em computadores ficam à disposição do público. Em seguida, a exposição vai para a Casa da Ciência do Fórum de Ciência e Cultura/UFRJ.

REPORTAGEM: Luisa Massarani, Marise Muniz, Micheline Nussenzeig, Ricardo Zorzeto e Roberto Barros de Carvalho.

COLABORAÇÃO: Romeu Cardoso Guimarães (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG); Carlos Menck e Marie Anne Van Sluys (Instituto de Biociências/USP); Win Degrave e Rugimar Marcovistz (Fundação Oswaldo Cruz); Glaucius Oliva (São Carlos/USP); Helena Londres (*Ciência Hoje*).

COORDENAÇÃO, EDIÇÃO E TEXTO FINAL: Roberto Barros de Carvalho.

ENCONTROS CIENTÍFICOS DO ANO PASTEUR



• **Da geração espontânea à evolução molecular**

Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro (Brasil), 19-24 fevereiro de 1995.

• **Epidemiologia e saúde pública**

Instituto Nacional de Higiene e Epidemiologia, Hanói (Vietnam), 26-28 fevereiro de 1995.

• **Etiologia e patogenia das doenças infecciosas**

Inst. Pasteur de Dakar, Dakar (Senegal), 10-13 de abril de 1995.

• **Micróbios, meio ambiente, biotecnologias**

Instituto Louis Malardé, Papeete, Taiti (Polinésia Francesa), 8-12 de maio de 1995.

• **Estereoespecificidade e reconhecimento molecular**

Universidade Rockefeller, Nova York (EUA), 12-15 de setembro de 1995.

• **Vacinas, um século depois de Pasteur**

Instituto Pasteur, Paris (França), 24-28 de setembro de 1995.

O GÊNIO DE DÔLE

"A 27 de dezembro de 1822, nasceu Louis Pasteur, em Dôle, pequena cidade das vizinhanças do Jura, oriundo de modestos curtidores, que para ali se haviam transferido meia dúzia de anos antes. Não tardou o gênio pesquisador do jovem Pasteur, apenas saído da Escola Normal de Paris, a focalizar um dos problemas mais intrincados da química a que inicialmente se dedicara. Observava os depósitos dos tanques de curtume de seu pai, quando lhe feriu a atenção a hemiedria dos tartaratos que ali se depositavam. Apaixonou-se o químico pelas cousas do microscópio, que não mais deixou. Prendeu-se-lhe a atenção à influência que assumiam os fermentos, problema a que se dedicou uma vez resolvido aquele.

Três anos se consumiram e Pasteur escrevia a um amigo como se enveredara pelo problema da geração espontânea, de cujos estudos expõe, em 1860, a súmula de suas primeiras conclusões. "Gamagnetismo, ozônio, cousas conhecidas, cousas ocultas; nada existe no ar, capaz de gerar, a não ser os germes, que este mesmo ar carrega." Foi o rastilho incendiado para uma nova explosão, tremenda e definitiva, contra o velho edifício da geração espontânea. Experimentações,



Pasteur entre crianças atacadas por cães raivosos.

tinham-nas, e boas, os precursores imediatos do grande sábio: energia e qualidades de polemista, convicção e certeza científica tinha-as, porém, só Pasteur em grau suficiente para calar adversários.

Pouchet, diretor do Museu de História Natural de Ruão, dirige à Academia de Ciências de Paris uma "Nota sobre os proto-organismos vegetais e animais nascidos espontaneamente no ar artificial e no gás oxigênio". Pasteur, então com 36 anos, empreendeu a contraprova dessas experiências que sua convicção íntima, da especificidade rigorosa dos seres microscópios, contrariava. Durante seis anos, ele estudou e experimentou, apresentando a 7 de abril de 1864 suas conclusões, que a Academia fez contraprovar a pedido de Pouchet, Musset e

Joly, constituídos em comissão pela heterogenia. Foram indicados pela Academia Saint-Hilaire, Brouguier, Milne Edwards, sob a presidência de Flourens. "As experiências de Mr. Pasteur são decisivas", concluiu a comissão e não foi mais lícito ao mundo científico duvidar. Pasteur ganhara mais uma vitória. A microbiologia fora definitivamente lançada.

Treze anos mais tarde reapareciam os micróbios manejados superiormente pelo mesmo Pasteur. Ocupara-se ele, e definitivamente resolvera, a moléstia que então dizimava as criações de bicho-da-seda; solucionara o problema da moléstia das vinhas, que empobrecia os vinhateiros de Borgonha, de Bordéus e da Champanha; as dificuldades com que lutavam os cervejeiros de Chamlières para fixar o

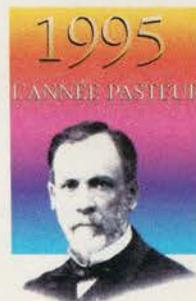
tipo de seu produto foram ainda dissolvidas pelo microbiologista; em Orléans ficou célebre uma conferência sua sobre a fabricação do vinagre.

Os estudos de Pasteur experimentavam a natural repercussão no estrangeiro: Robert Koch, na Alemanha, Lord Joseph Lister, entre os ingleses, encaminhavam a novel ciência para o terreno em que ela melhores frutos havia de dar. A conterrâneos seus ficou a ingloria pirronice de pretender diminuí-lo, e Val de Grâce, Jaillard e Leplat bradaram pelas velhas teorias. Só em sessão da Academia de Medicina de 30 de abril de 1878, foi, enfim, proclamada em nota subscrita por Pasteur, Joubert e Chamberland a *Teoria dos germes*.

Seguiram-se os trabalhos magistrais sobre a cólera da galinha e a raiva, não demonstrando Pasteur em intensificar a amplitude de suas verificações, de modo a obter soluções, interessando o modo de transmissão das moléstias, a atenuação e a exaltação dos micróbios, de forma a lançar as bases dos grandes problemas da soroterapia e da vacinoterapia."

[Extraído e adaptado de "A microbiologia entre nós", de Roberto de Almeida Cunha. *Arquivos Brasileiros de Medicina*, ano XII, Rio de Janeiro, 1922, ps. 639-670.]

O MUNDO DOS ÁCIDOS NUCLÉICOS



Nas especulações em torno das origens da vida, o conceito-chave de 'sopa primitiva', 'caldo primordial' ou 'caldo pré-biótico' aparece com frequência no discurso dos cientistas que estudam o problema e anima o debate entre eles. Não falta quem o admita ou o refute. Nesse último time joga, por exemplo, o químico escocês A. Graham Cairns Smith, da Universidade de Glasgow. Contra a teoria segundo a qual dessa sopa surgiram as primeiras moléculas de RNA, Smith sustenta a polêmica tese de que a origem da vida na Terra ter-se-ia dado a partir de reações bioquímicas ocorridas na superfície cristalizada de minerais como mica, argila e xisto.

Seu principal argumento baseia-se no pressuposto de que as moléculas de RNA são muito complexas para ter tido origem no ambiente primitivo terrestre, onde só havia água, gás carbônico, nitrogênio e radiação ultravioleta. Nessas condições, ele evoca a estrutura cristalográfica dos minerais, capaz de reduzir dióxido de carbono para formar aldeídos e, a partir daí, açúcar, até chegar às primeiras moléculas orgânicas essenciais.

Segundo Cairns Smith, a matéria cristalina é capaz de crescer reproduzindo uma seqüência previsível de in-

formações codificantes que funcionaria como memória. Ele sugere que desse processo de replicação cristalográfica se teriam originado as primeiras moléculas orgânicas complexas, que evoluíram até surgir um centro de nucleotídeos que teria dado origem ao RNA. Por ser altamente resistente, o cristal seria capaz de produzir milhares de cópias de si mesmo, sem afetar o material codificado, diferentemente das moléculas orgânicas da sopa original, que não seriam suficientemente estáveis para formar substâncias tão complexas.

ANCESTRAL DO RNA – Embora afirme que o homem jamais saberá em detalhes o que realmente se passou nos primórdios da evolução da vida na Terra, o bioquímico americano Leslie Orgel, do Instituto Salk, em San Diego, na Califórnia (EUA), acredita que a ciência não está muito longe de esclarecer pelo menos os princípios gerais do fenômeno responsável pela transformação da matéria inanimada em organismo vivo. Autor do clássico *As origens da vida – moléculas e seleção natural*, Orgel é uma das maiores autoridades mundiais em química pré-biótica, em moléculas auto-replicas e nos estudos sobre o surgimento da vida na Terra.

Uma das alternativas possíveis admitidas por Leslie Orgel é a de que teria havido uma molécula mais simples, precursora do RNA, composta de um ácido nucléico ligado a peptídeos, denominada PNA (do inglês, Peptide Nucleic Acid). Trata-se de um modelo de molécula projetado em computador pelo cientista dinamarquês Peter Nielsen, que mostrou ser mais estável que o RNA e com estrutura extremamente semelhante à do DNA. Em experimentos de laboratório, confirmou-se a possibilidade de se copiar RNA e DNA a partir do PNA e vice-versa (figura 1).

Apesar dessas evidências, Orgel acha prudente não postular a idéia de que o PNA tenha sido a primeira molécula capaz de se auto-replicar na atmosfera primitiva terres-

tre. "Há ainda vários elos perdidos nessa teoria, que não esclarece, por exemplo, a formação RNA-DNA como primeiro sistema genético; trata-se apenas de uma hipótese plausível", afirma o bioquímico. Para ele, o importante no estudo das moléculas de RNA é saber como elas se replicavam mantendo as seqüências certas, da mesma forma que o DNA se replica hoje no genoma.

RNA AUTO-REPLICANTE – A tese de uma Terra primitiva dominada por RNA é reforçada pelos resultados preliminares das pesquisas comandadas por Jack Szostak no Departamento de Biologia Molecular do Hospital Geral de Massachusetts, em Boston (EUA). Em laboratório, Szostak e sua equipe conse-

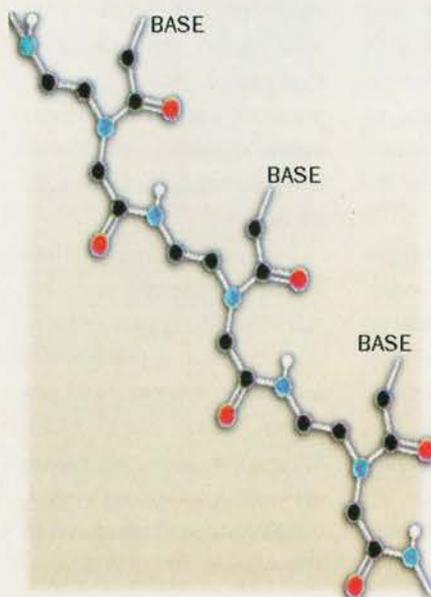


Figura 1. Representação esquemática de uma molécula de ácido nucléico peptídico (PNA), que poderia ter originado o RNA.

guiram formular reações com moléculas de RNA similares às que podem ter ocorrido nos primórdios da vida. O trabalho sinaliza o desenvolvimento de uma molécula capaz de se replicar usando apenas RNA como material genético.

Caso seja obtida, a nova molécula servirá de suporte para os pesquisadores que defendem que o RNA tenha sido o material genético dos primeiros organismos. Hoje, um dos maiores obstáculos para a aceitação dessa teoria, chamada "Mundo do RNA", é que nas formas de vida atuais a replicação depende do DNA, que, por sua vez, é replicado pelas proteínas.

Embora sua equipe já tenha obtido moléculas capazes de cumprir tarefas simples, como quebrar RNAs (seja ele próprio ou outros tipos) e ligar RNAs, Szostak acredita que ainda falta muito para se chegar ao RNA auto-replicante. Em seus estudos, os pesquisadores costumam empregar dois métodos. Em um deles, extrai-se de uma célula uma molécula de RNA que catalisa uma determinada reação e procura-se modificá-la passo a passo, para tentar que ela se replique.

Outro método é produzir grande quantidade de moléculas de RNA (da ordem de bilhões), tentando selecionar algumas especiais, capazes de realizar reações químicas específicas. A idéia é tentar mimetizar o que pode ter ocorrido na natureza no início da vida por meio de um pro-

cesso artificial acelerado e controlado pelo homem. Desse modo, os pesquisadores obtiveram moléculas de RNA que se copiam juntando pedaços de ácido nucléico. "No entanto, essa molécula ainda está longe de ser o RNA auto-replicante", lamenta Szostak.

Ele acredita que foi por um processo seletivo que o DNA substituiu o RNA, já que o primeiro executava com mais eficiência e de maneira estável as principais tarefas do material genético: replicação e armazenamento de informações. Com a evolução, coube ao RNA realizar tarefas intermediárias, como a de mensageiro para a síntese protéica.

EDIÇÃO DE RNA – Interessado nos mecanismos de funcionamento do RNA, o bioquímico Kenneth Stuart, do Instituto de Pesquisa Biomédica de Seattle, nos EUA, apóia suas teorias na tese de que a molécula precisa ser modificada em sua própria seqüência para tornar-se funcional, passando por um processo de 'edição'. Para tornar-se mensageiro, um RNA teria, portanto, que ser necessariamente 'editado', sofrendo alterações capazes de torná-lo traduzível.

No caso do *Trypanosoma cruzi*, protozoário que tem servido de base para os estudos de Stuart, o processo de edição é promovido por outros RNAs, denominados RNAs-guia, que interagem com o RNA traduzido do gene, modificando-o para torná-lo mensageiro. Em suas pesqui-

zas sobre esse processo, ele mostrou que os RNAs-guia são sintetizados em minicírculos que concentram grande quantidade de DNA no interior da mitocôndria do *T. cruzi*, cuja função era até então desconhecida.

De modo semelhante ao que ocorre no sistema de reparo do DNA no processo de mutação, em que a base errada de uma fita é retirada e substituída por uma nova copiando-se a outra fita, na editoração tem-se um RNA que sai do minicírculo e serve de guia, como se fosse uma segunda fita corretora do RNA mensageiro.

ORGANIZAÇÃO CRISTALINA – Aos olhos do geneticista francês Antoine Danchin, do Instituto Pasteur, de Paris, a idéia de que a vida ter-se-ia originado a partir do caldo pré-biótico parece pouco plausível. Ele argumenta que a chamada sopa primitiva não poderia funcionar como elemento primordial por estar eivada de elementos tóxicos. Embora admita as superfícies cristalinas como possível matriz da síntese de matéria biológica,

Danchin não está inteiramente de acordo com a hipótese defendida por Cairns Smith. Para o geneticista francês, a organização cristalina teria dado origem às transformações metabólicas ao promover a transferência de elétrons de um radical para outro (figura 2).

Em seu livro *Aurora de pedra*, já traduzido para o português e publicado em Lisboa, Danchin reforça a tese defendida pelo alemão G. Wächtershäuser, segundo a qual na superfície da pirita teriam sido produzidas reações através da transferência de elétrons do ferro para o enxofre, viabilizando uma espécie de metabolismo primitivo.

METABÓLITOS SECUNDÁRIOS – Já o bioquímico inglês Julian Davies, do Departamento de Microbiologia da Universidade de British Columbia, em Vancouver, no Canadá, não descarta a tese do caldo primordial. A idéia central de seu trabalho é a de que os metabólitos vistos hoje como secundários teriam tido relevante participação no período

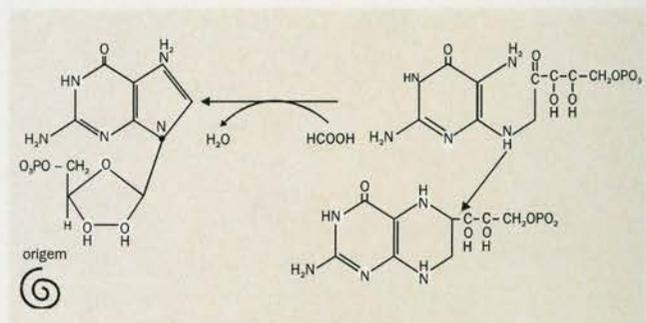


Figura 2. Uma hipótese exploratória para a origem dos nucleotídeos a partir de um ciclo de síntese que permite a fixação do azoto. Durante este ciclo, os nucleotídeos são produzidos por um desvio, através de uma via colateral.

FIGURA CEDIADA POR A. DANCHIN

FIGURA CEDIDA POR S. BENNER

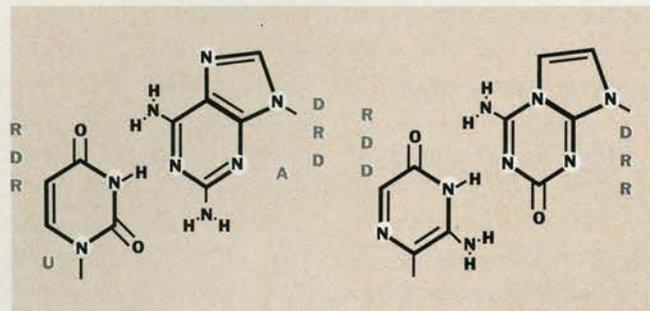


Figura 3. Estruturas moleculares de um par de bases do tipo padrão (U = uracila; A = adenina) e de um análogo sintético. Os radicais receptores (R) são O= ou N=; os doadores (D) são N-H.

do pré-biótico, como integrantes do metabolismo primário, responsável pela síntese de ácidos nucleicos, tradução e replicação. Um exemplo típico desses metabólitos são os antibióticos, em particular os peptídicos, a exemplo da estreptomicina, que atua diretamente no sistema de tradução, no ribossoma.

Para Davies, este é um dos principais argumentos em favor dessa tese. Se, a exemplo do francês Antoine Danchin, os opositores dessa teoria julgam que ela conteria substâncias tóxicas, incompatíveis com a geração de matéria biológica, ele sustenta que elas teriam tido primordialmente uma função primária não-tóxica. A seu ver, é perfeitamente plausível que no metabolismo primário primitivo duas substâncias pudessem participar da tradução, assumindo posteriormente funções diferentes.

ALFABETO EXTRATERRESTRE?

De acordo com hipótese formulada pelo químico norte-americano Steven A. Benner, do Laboratório de Química Orgânica da Universidade de Zurique, na Suíça, a resposta

para o enigma da origem da vida na Terra pode estar na ampliação do alfabeto do ácido nucleico. Ele admite a idéia de que o polímero primordial pode ter surgido de uma estrutura completamente diferente daquela do RNA e DNA que conhecemos, que usa um alfabeto de quatro bases, no qual se baseia todo o funcionamento celular da vida hoje.

Benner chegou a essa suposição após desenvolver em laboratório novas bases para o alfabeto do ácido nucleico, ampliando-o para 12 pares, sem porém alterar o modelo tradicional, que associa necessariamente uma base grande a uma pequena (figura 3). Ao demonstrar a possibilidade de produzir sínteses laboratoriais capazes de desenvolver sistemas replicativos com outros tipos de alfabeto, ele considera aceitável a hipótese de que a vida tenha começado com um alfabeto mais amplo, que teria se reduzido às quatro bases hoje conhecidas por um processo de seleção (ver 'RNA terapêutico').

Com essa hipótese na cabeça, Benner dá asas à imagi-

nação. Para ele, a possibilidade de se ter um alfabeto ampliado poderia reforçar as suspeitas da existência de vida em outros planetas. "Seriam formas de vida alternativas, quem sabe originadas a partir de um alfabeto de seis bases", especula o químico.

A MOLÉCULA FUNDAMENTAL

– Apesar das divergências quanto aos processos que teriam levado à formação de matéria biológica e salvo raras vozes discordantes, parece haver um consenso hoje entre os pesquisadores de que o RNA teria sido, de fato, a molécula fundamental (o primeiro material genético), a partir da qual a evolução teria agido, redundando nas variadíssimas formas de vida que se sucederam e que conhecemos hoje. Na concepção do geneticista Antoine Danchin, o RNA de transferência (tRNA), elemento central de todo o mecanismo básico da célula, deve ser o foco dos estudos sobre o mecanismo que levou ao aparecimento da vida na Terra. Ele estima que só a partir do

tRNA o mecanismo gerador da vida teria efetivamente se desencadeado. De um RNA que só sabia se replicar, obtive-se a proteína, cuja participação no ciclo replicativo culminou com a geração da célula. O tRNA teria propriedades que vão além de sua função essencial de tradução, sobretudo por se tratar de uma molécula que usa um imenso alfabeto, com muitas bases diferentes.

Em suas pesquisas atuais, Danchin se volta principalmente para o estudo do comportamento coletivo dos genes, na tentativa de entender como eles se organizam para montar um sistema. É como alguém que, ao ouvir uma sinfonia, não se fixa no som de um instrumento em particular, mas no que produz o conjunto da orquestra.

SACCHAROMYCES

– O geneticista Piotr Slonimski, do Centro de Genética Molecular, em Gif/Yvette, na França, defende posição semelhante. Para ele, o seqüenciamento puro e simples dos genes pode ser

RNA TERAPÊUTICO

A descoberta do químico norte-americano Steven A. Benner abre caminho para uma aplicação tecnológica importante: ampliando-se o alfabeto do ácido nucleico para além das bases nitrogenadas que se conhecem hoje (adenina, timina, citosina, guanina e uracila), torna-se possível a produção desse ácido com bases novas, que não serão reconhecidas pelas enzimas das células. Isso, segundo Benner, viabilizaria a possibilidade de se inventar um RNA com efeito terapêutico, um antivírus, por exemplo, que não seria degradado pela célula por apresentar uma letra desconhecida.

comparado à leitura superficial de um texto. “Para entendê-lo em profundidade, é preciso estar atento não só à forma e ao significado de cada palavra, mas principalmente à relação que há entre elas, à gramática toda”, recomenda.

Slonimski dirige os trabalhos do primeiro seqüenciamento completo de um eucarioto, a *Saccharomyces cerevisiae*, que deverá estar concluído no próximo ano. Essa levedura, que também serviu de modelo de estudo para Pasteur, tem cerca de 6.500 genes, dos quais dois terços já são conhecidos (figura 4). Mas, lembra Slonimski, os dados obtidos, que estarão disponíveis num banco de dados, não vão desvendar todos os mistérios da levedura.

O trabalho será fundamental para compreender o genoma humano, pois a maioria dos genes da *Saccharo-*

myces tem homólogos no homem. “Os seres vivos usam estratégias parecidas para controlar o funcionamento das células e do organismo, o que significa que, se entendermos o funcionamento da célula da levedura, teremos um modelo para estudar outros organismos”, disse o geneticista.

Além disso, é mais fácil e mais rápido manipular genes de levedura. “Eles podem ser desativados em apenas duas semanas, enquanto que em camundongo o mesmo trabalho requer cerca de dois anos”, exemplifica Slonimski, que já fez esse tipo de experimento com 100 genes de um cromossomo de *S. cerevisiae*. Ao desativar um gene de levedura, pode-se perceber qual a função perdida e, portanto, correlacioná-la a ele. Em muitos casos, é possível transportar esse conhecimento para o homem.

SALMORICHIA – No campo de estudo das bactérias, o iugoslavo Miroslav Radman, do Departamento de Microbiologia do Instituto Jacques Monod, em Paris, trouxe uma novidade curiosa para o simpósio Fiocruz-Pasteur: a recém-criada *Salmorichia*, microrganismo que, como o próprio nome já diz, reúne genes da *Salmonella* e da *Escherichia coli*. O novo ser resultou dos esforços de sua equipe para compreender os mecanismos que as bactérias têm para evitar as trocas gênicas. A barreira que evita essa troca é importante para que certas características acumuladas pelos organismos, no passado ou recentemente, se tornem ‘propriedade’ genética de determinada espécie. “Essa barreira é o elemento-chave da definição biológica das espécies”, explicou Radman.

Para criar a *Salmorichia*, foi preciso romper a barreira genética existente entre a *Salmonella* e a *E. coli*, que, segundo ele, provêm de um ancestral comum e começaram a divergir há 150 milhões de anos. “Ignoramos o que ocorreu geneticamente nesse período de tempo”, disse o pesquisador. A *Salmorichia* resultou numa mistura das características de cada uma das bactérias. “Imaginemos que a *Salmonella* seja preta e a *E. coli*, branca; a *Salmorichia* não é cinza, mas um mosaico branco e preto”, comparou ele (ver ‘Nova arma contra o tifo’).

CROMOSSOMOS EM BLOCOS –

Ao vastíssimo campo das pesquisas voltadas para o Projeto Genoma, o trabalho do geneticista italiano Giorgio Bernardi, do Laboratório de Genética Molecular do Instituto Jacques Monod, em Paris, deverá trazer contribuições fundamentais. Ele indica que a atenção dos pesquisadores deve estar concentrada nas regiões ricas em guanina e citosina, onde há maior abundância de genes (figura 5).

Ao estudar a estrutura cromossômica dos vertebrados, Bernardi verificou que há uma alternância de regiões pobres e ricas nessas bases nitrogenadas e que essa distribuição ocorre e evolui em blocos, independentemente dos tipos de genes. Alguns blocos evoluíram no sentido de ter essas substâncias em maior concentração e outros, ao contrário, em menor quantidade. Na linhagem dos vertebrados, isso se dá de modo progressivo: nos peixes e anfíbios, a distinção entre regiões pobres e ricas em guanina e citosina seria menos evidente do que entre os mamíferos.

Partindo do pressuposto de que a evolução molecular não ocorre de forma aleatória, como acreditam os partidários da teoria da neutralidade – para quem grande parte das mutações encontradas no DNA não tem efeitos fenotípicos ou adaptativos –, Bernardi sustenta que a maioria das mutações segue uma ordem que está escrita na organização cromossômica.

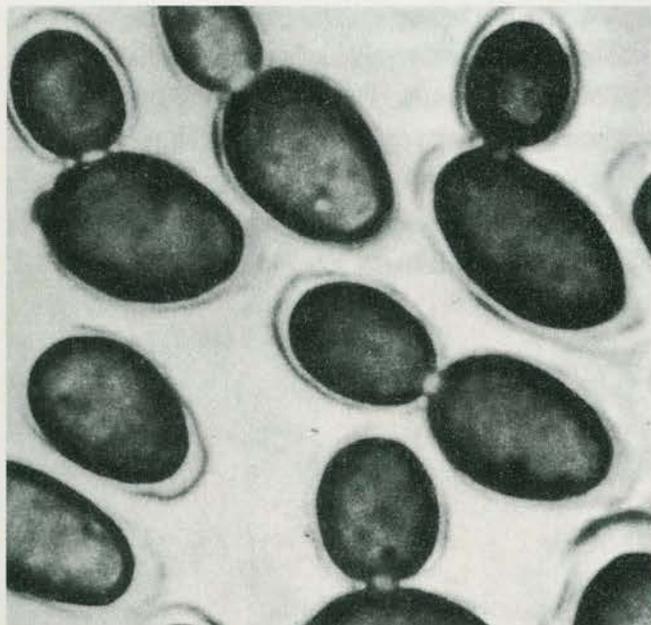


Figura 4. Até 1996, a levedura *Saccharomyces cerevisiae* terá todos os seus genes rastreados pelos cientistas. Trata-se do primeiro seqüenciamento completo de um indivíduo eucarioto.

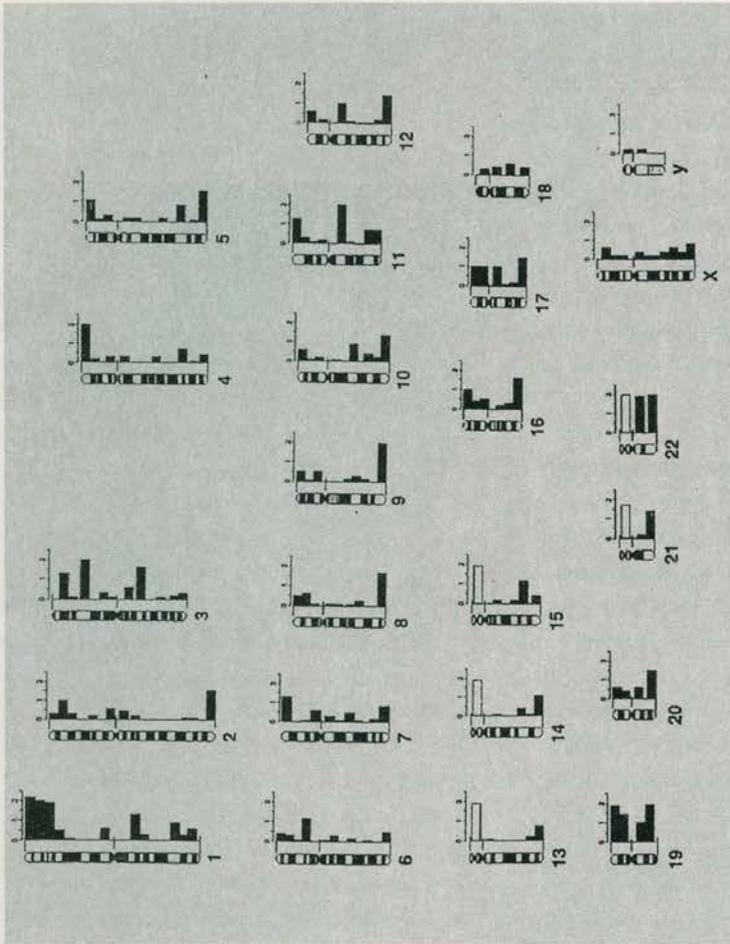


Figura 5. A mais alta concentração de genes do genoma humano ocorre nas bandas teloméricas (nas extremidades) dos cromossomos metafásicos.

GENES 'SALTADORES' – O processo de evolução dos organismos pode ter sido influenciado por fragmentos de DNA capazes de mudar de 'endereço' no cromossomo. É o que acredita Peter Starlinger, do Instituto de Genética da Universidade de Colônia, na Alemanha, que se dedica, desde a década de 60, ao estudo dos elementos de transposição, também conhecidos como transposons (ver "Transposons, a dança dos genes", em *Ciência Hoje* nº. 22).

Presentes em diferentes

seres vivos, os elementos de transposição ainda não são muito bem conhecidos. Alguns pesquisadores acreditam que sejam responsáveis pelo controle do estresse na célula. Outros, como Leslie Orgel, consideram-nos genes 'egoístas', por entender que eles não contribuem para a sobrevivência da célula, garantindo apenas sua própria permanência no genoma.

Para Peter Starlinger, mesmo sendo 'egoístas', esses genes teriam tido influência no processo evolutivo. "Nas bac-



NOVA ARMA CONTRA O TIFO

Acima, Salmonella e ao lado, E. coli.

Uma das tarefas em que se concentra atualmente a equipe do microbiologista iugoslavo Miroslav Radman, que obteve a bactéria *Salmonella*, no Instituto Jacques Monod, em Paris, é acompanhar os descendentes dessa mescla de *Salmonella* e *Escherichia coli* para ver como eles se comportam geneticamente. Segundo Radman, uma das aplicações desse experimento é a fabricação de híbridos obtidos em laboratório sem as características de patogenicidade da *Salmonella*, que podem ser úteis em vacinas contra o tifo.

térias gram-negativas, por exemplo, os elementos de transposição são extremamente eficazes para ligar genes não-relacionados, que codificam resistência a antibióticos específicos, tornando-a transmissível aos descendentes, que adquirem uma vantagem seletiva", disse Starlinger.

Os elementos de transposição não conseguem se replicar fora do cromossomo e só são encontrados no interior da célula. São conhecidos dois processos de deslocamento dos elementos DNA. No primeiro,

eles rompem a cadeia de DNA a que pertenciam e se movem para um outro ponto do cromossomo. Já no segundo processo, eles replicam-se e deixam no local de origem uma cópia de si mesmos.

Os elementos de transposição foram descobertos no milho por Barbara McClintock na década de 40, mas só nos anos 80 foi possível caracterizá-los molecularmente. Em 1983, a pesquisadora norte-americana recebeu o Prêmio Nobel de Medicina pelo trabalho.

SACCONE S., DE SARIO A., DELLA VALLE G. & BERNARDI G. PROC. NATL. ACAD. SCI. USA. 88(1992):4913-4917.

FOTO DA SALMONELLA EXTRAÍDA DE MICROBIOLOGY. HARRIS & NOW. PUBLISHERS E FOTO DA E. COLI EXTRAÍDA DE BIOLOGY. MOSBY YEAR BOOK

ENTREVISTA: FRANÇOIS JACOB*No terreno das hipóteses*

Por desvendar os mecanismos de funcionamento dos genes, em trabalho realizado há três décadas com a colaboração de Jacques Monod e Andre Lwoff, o geneticista francês François Jacob recebeu o Prêmio Nobel de Medicina de 1965. Eles mostraram a existência de genes responsáveis pela produção de proteínas reguladoras da atividade de outros genes e criaram o conceito de operon, um conjunto formado por um gene estrutural, um gene codificante para a proteína reguladora e uma região do DNA que contém um sítio promotor onde a proteína reguladora se liga.

Jacob começou tarde, aos 30 anos, sua carreira científica, depois de tentar a medicina e de participar das campanhas na África como integrante da resistência francesa na Segunda Guerra Mundial. Hoje, aos 74 anos, ainda mantém atividades no Instituto Pasteur, em Paris. Em entrevista coletiva de que participaram Micheline Nussenzweig e Luisa Massarani, de Ciência Hoje, Jacob não escondeu seu ceticismo com relação à possibilidade de se chegar a uma teoria que explique a origem da vida. "A esse respeito", pensa Jacob, "o máximo que teremos são hipóteses plausíveis".

– Entre as teorias vigentes sobre a origem da vida, qual o senhor acredita ser a mais próxima do que de fato ocorreu?

– Como não se pode explicar as estruturas atuais, que são muito complexas, é necessário encontrar algo mais simples. Por isso surgiu a idéia do 'mundo de RNA', uma molécula que, em determinadas circunstâncias, é capaz de se replicar, podendo também catalisar certas reações. Como replicação e catálise são funções do material genético, a idéia é de que teria havido um mundo no qual o RNA as teria desempenhado, além de estocar informações, uma tarefa realizada hoje pelo DNA. Existe também a hipótese de um mundo pré-RNA. O que é interessante na origem da vida é que tentamos elaborar hipóteses plausíveis e testá-las. Mas são sempre cenários. Nunca se pode afirmar que as coisas realmente se passaram desta ou daquela maneira.

– Quer dizer então que nunca se saberá como foi que a vida se originou?

– Há quem seja mais ou menos otimista com relação a esse problema. Mas certamente vai demorar muito tempo para que se tenha uma resposta. Mesmo assim, o resultado não passará de mais uma hipótese plausível.



– Não existem mais células em que o RNA funcione como matriz do material genético?

– Não, mas existem vírus de RNA, que são uma prova disso. Quanto à identificação de tais células, não se teria, para começar, idéia de onde procurá-las. Além disso, se pudessem existir, é provável que teriam sido devoradas por tudo que veio depois delas. Os seres vivos – as bactérias, as moscas, os seres humanos – comem tudo o que encontram. A probabilidade de encontrar tais fósseis é mínima.

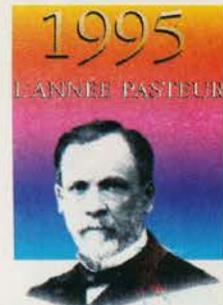
– A teoria da abiogênese ou da geração espontânea foi experimentalmente refutada por Pasteur. Mas, de alguma forma, isso teria que ter acontecido pelo menos uma vez...

– Se não veio de Deus, como muitos acreditam, a vida foi gerada espontaneamente. Mas deve ter sido um evento único ou aconteceu pouquíssimas vezes. Hoje não ocorreria mais. Se acontecesse, não resistiria.

– Como o senhor avalia os trabalhos apresentados no simpósio "Da geração espontânea à evolução molecular", no Rio de Janeiro?

– Houve conferências muito interessantes, como as de Leslie Orgel e Jack Szostak. Tem-se uma hipótese ou um cenário razoável, o que não quer dizer que foi assim que as coisas aconteceram. Conseguiu-se mostrar nesse encontro que alguns fatos são menos improváveis do que se acreditava, ou seja, que os RNAs podem se fabricar espontaneamente e evoluir de forma a se tornarem ativos. O trabalho de Szostak mostra que isso é mais possível do que se pensava.

O MUNDO DAS PROTEÍNAS



Enquanto as pesquisas no campo da evolução se concentram nas moléculas de RNA e DNA, sobretudo pela facilidade tecnológica de se trabalhar com ácidos nucleicos, Tom Blundell, do Departamento de Cristalografia da Universidade de Londres, volta seu interesse para as complexas estruturas das proteínas. Através de estudos cristalográficos, ele mostrou que é possível estudar a evolução de proteínas e que algumas delas exercem funções semelhantes em razão de sua estrutura tridimensional.

Em suas pesquisas, Blundell mostrou que duas proteínas absolutamente diferentes do ponto de vista do seqüenciamento de genes podem ser similares quanto a seus centros funcionais. "Isso deve abrir um caminho inteiramente novo para o estudo das funções nas células e pode ser o pulo do gato nos estudos sobre a origem da vida", avalia o geneticista Romeu Guimarães, do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG.

A hipótese de a proteína ter sido a molécula primordial já foi aventada pelos cientistas, sobretudo pela facilidade de se obter aminoácido em abundância em condições pré-bióticas simuladas em laboratório, ao contrário do que ocorre com o nucleotídeo, que nunca foi obtido nessas condições. Mas esses estudos esbarraram

na ausência de uma propriedade replicativa da proteína. É preciso que se tenha o RNA para se produzir um sistema genético com memória.

Blundell é um convicto defensor da necessidade de se estudarem as proteínas, pois acredita que elas determinam a capacidade de um organismo se adaptar às alterações ambientais. "Se quisermos entender a evolução da vida na Terra, é preciso que nos concentremos mais no produto dos genes – as proteínas – do que nos próprios genes", advoga o inglês, que é também chefe-executivo do Conselho de Pesquisa em Biotecnologia e Ciências Biológicas da Inglaterra.

Ele acredita que as proteínas tiveram um papel-chave no surgimento dos organismos procariotas, embora admita que não fossem importantes nos primeiros estágios de vida na Terra. "Quando surgiram os primeiros procariotas, havia algumas proteínas particularmente eficientes para funcionar como suporte estrutural das células e catalisar as reações; depois, a seleção natural atuou e a seqüência dos aminoácidos que formavam essas proteínas se alterou até o ponto de elas se tornarem irreconhecíveis quanto à homologia, disse Blundell.

Ele estudou cerca de 1.000 proteínas, agrupando-as em

famílias, e observou que estas incluem proteínas com pelo menos 30% de semelhança em suas seqüências. "É provável que elas tenham evoluído divergentemente, a partir de um mesmo ancestral e, com o tempo, foram acumulando variações", supõe.

Outros grupos de proteínas que ele observou, as superfamílias, têm pouca ou nenhuma homologia de seqüências, mas apresentam similaridades na conformação tridimensional e na função. "Não sabemos, po-

rém, se essas proteínas evoluíram divergentemente ou convergentemente, partindo de um ancestral diferente para chegar a algumas 'soluções' semelhantes", diz o inglês. Ele calcula a existência de 600 superfamílias, que reúnem aproximadamente 50 mil tipos diferentes de proteínas, cujas funções são definidas sobretudo por suas características estruturais.

Segundo ele, o conhecimento dessas superfamílias, combinado à crescente riqueza

NOVO ANTI-HIPERTENSIVO?

As pesquisas do inglês Tom Blundell podem levar ao desenvolvimento de uma nova droga de combate à hipertensão. Trata-se de uma substância, ainda em teste, que se liga com grande afinidade à renina, proteinase reguladora da pressão arterial (figura 1). Esse trabalho faz parte de um projeto de obtenção, com o auxílio de computadores, de imagens tridimensionais da estrutura de diversas proteínas. Essas imagens permitem observar a conformação espacial das moléculas, tornando possível definir com precisão o local onde a droga deve atuar e planejar medicamentos mais eficazes.



Figura 1. Observando a estrutura tridimensional da renina, é possível formular uma droga (em azul claro) que nela se encaixe, inativando-a.

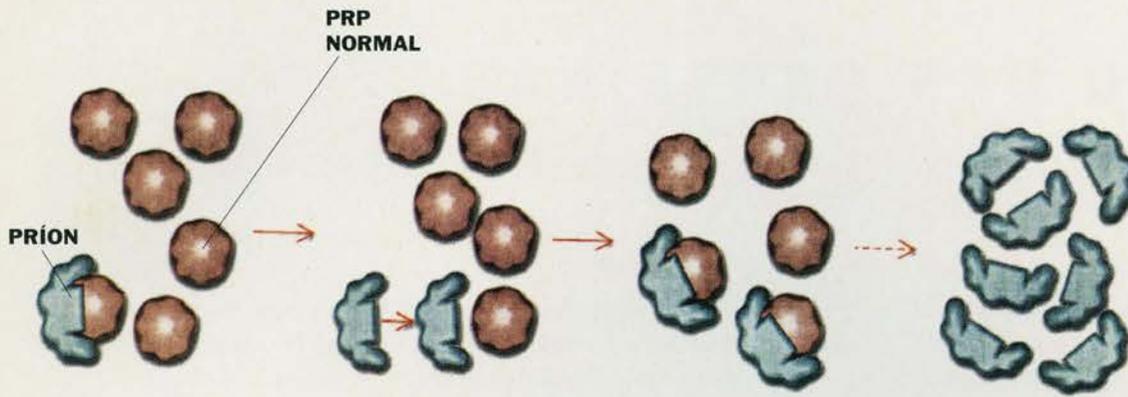


Figura 2. Por processos ainda desconhecidos, a proteína PrP tem sua conformação alterada, chamada príon. Uma vez que isso ocorre, há um efeito dominó e todas as outras moléculas também adotam a nova forma, que os pesquisadores acreditam ser causadora das encefalopatias espongiformes.

za de informações sobre seqüências gênicas, que se tem obtido hoje com o Projeto Genoma, poderá dar pistas para a identificação das funções dos genes dos quais elas decorrem (ver 'Novo anti-hipertensivo?').

A REVOLUÇÃO DOS PRÍONS – Uma enfermidade fatal, que atinge o cérebro humano e animal e que já matou cerca de 150 mil vacas e bois na Inglaterra nos últimos cinco anos, está colocando em xeque os conceitos vigentes sobre doenças transmissíveis. Estudos iniciais indicam que a doença é causada pelo príon, uma forma alterada de uma proteína normal-

mente presente no cérebro dos vertebrados, a PrP. Se isso for confirmado, será o primeiro agente infeccioso não genético conhecido (ver 'A história dos príons').

“É uma espécie de acidente molecular do próprio indivíduo”, diz um dos poucos estudiosos do assunto, Charles Weissmann, pesquisador do Instituto de Biologia Molecular da Universidade de Zurique, na Suíça. Capazes de provocar buracos no cérebro, deixando-o como se fosse uma esponja, as encefalopatias espongiformes ocorrem com mais freqüência em animais, principalmente carneiros e bo-

A HISTÓRIA DOS PRÍONS

No início da década de 80, Stanley B. Prusiner, da Escola de Medicina da Universidade da Califórnia, nos Estados Unidos, sugeriu que algumas desordens degenerativas do sistema nervoso central em animais e, mais raramente, em humanos podiam ser causadas por agentes infecciosos formados apenas por proteínas (ver *Scientific American*, v. 272, nº 1, p. 30).

Até aquele momento, acreditava-se que era necessário que os transmissores de doenças tivessem material genético para que fosse estabelecida a infecção no hospedeiro. Só no final da década passada as teorias de Prusiner começaram a ser aceitas. Foi também Prusiner e sua equipe que sugeriram o nome príon, sigla para a expressão inglesa “proteinaceous infectious particles”.

O PAPEL DAS QUINASES

As quinases, enzimas que muitos pesquisadores acreditam terem surgido num estágio precoce da evolução, têm hoje um papel-chave no controle do metabolismo e na proliferação celular. A forma como elas atuam no organismo vem sendo estudada há 10 anos pelo bioquímico Jorge E. Allende, da Universidade do Chile, em Santiago.

“As quinases são responsáveis pela fosforilação (adição de grupo fosfato), processo pelo qual cerca de 30% das proteínas são ativadas ou inativadas, regulando suas funções”, explica Allende.

Para ele, existe uma hierarquia nesses processos de fosforilação. As proteínas são inicialmente fosforiladas por uma quinase, fazendo com que sirvam de substrato para a ação de uma segunda quinase. “Se a proteína não for fosforilada pela primeira, a segunda não pode atuar”, garante o bioquímico.

Atualmente, Allende concentra seus esforços em dois tipos de quinases encontradas em abundância no núcleo celular, a CK1 e a CK2, cujo mecanismo de ação ainda não é bem compreendido. “Sabe-se que elas estão envolvidas na síntese de ácidos nucléicos, na regulação da transcrição (síntese da molécula de RNA complementar à de DNA) e em processos que levam ao surgimento ou supressão de tumores”, diz o pesquisador chileno (ver ‘Integrar para progredir’).

des. Em humanos, estima-se que elas atinjam uma em cada milhão de pessoas por ano. São conhecidas quatro formas da doença em humanos.

Como as proteínas, a PrP, cuja função ainda se desconhece, é produzida pelos genes.

Em seguida, ela aloja-se na superfície da célula, onde fica por cerca de cinco horas, até ser digerida pelas proteases. Por um processo ainda não esclarecido, a PrP adota uma conformação espacial diferente, transformando-se em príon.

DESENHO EXTRAÍDO E ADAPTADO DE SCIENTIFIC AMERICAN V. 272, Nº 1.

Em vez de ficar na superfície da célula, o príon instala-se em seu interior e forma aglomerados, pois, nessa conformação, dificilmente ele é digerido pelas proteases. Os pesquisadores acreditam que são esses aglomerados que promovem a morte celular, provocando os buracos no cérebro. Essa hipótese ainda não foi totalmente comprovada, mas já se observou a morte de células quando inoculadas com príons em laboratório.

Uma vez formado o príon, ocorre uma reação em cadeia e todas as moléculas de PrP adotam a nova conformação. Esse processo também foi acionado em laboratório, inoculando príons em ratos saudáveis (figura 2).

Há várias maneiras de contrair as encefalopatias espongiformes. Uma delas é herdando a capacidade de mutação do gene produtor da PrP, o que não significa necessariamente que o portador irá desenvolver a doença. Mesmo em pessoas ou animais que não herdaram a capacidade

de mutação, a PrP pode sofrer a alteração por um processo ainda desconhecido. Indivíduos submetidos a transplantes de órgãos também estão sujeitos à enfermidade.

No caso do gado inglês, acredita-se que a encefalopatia tenha sido transmitida através da ração, composta de extrato de carne de carneiro infectado. Na Papua, em Nova Guiné, uma doença com sintomas similares, conhecida como kuru, detectada em canibais, também parece ter sido transmitida da mesma forma, já que desapareceu quando o canibalismo foi banido.

Ainda não se sabe se a ingestão de carne bovina infectada pode causar a doença no homem. É possível que os príons bovinos, muito diferentes dos humanos, não sejam capazes de desencadear o processo no homem.

Até hoje não se detectaram células brancas ativadas, associadas ao sistema de defesa, em indivíduos com encefalopatia espongiforme. "Como o príon vem de uma

INTEGRAR PARA PROGREDIR

Jorge E. Allende exerceu grande influência sobre pesquisadores brasileiros na área de química de proteínas, por causa dos vários cursos e palestras que realizou em seu país para estudantes latino-americanos. Ele, que sempre manteve contato com cientistas brasileiros, desenvolve atualmente um projeto com pesquisadores da Universidade de São Paulo.

Na sua opinião, o grande desafio para o estabelecimento da ciência na América Latina, onde a sociedade não percebe a importância do desenvolvimento de uma ciência local, é conseguir maior integração entre os pesquisadores, já que temos um pequeno número de cientistas e necessitamos de massa crítica e enfoques multidisciplinares. "Só conseguiremos isso juntando grupos de diferentes países", pensa Allende. Apesar de considerar a origem da vida um tema complexo, ele diz que esses estudos não seriam só um exercício teórico, mas contribuiriam muito para o entendimento dos sistemas vivos atualmente.

proteína do próprio organismo, este não consegue detectar o agente agressor e acionar seu sistema imunológico", explica Weissmann.

Para o médico e químico suíço, que morou no Brasil entre 1941 e 1945, um tratamento possível para as encefalopatias espongiformes é o

uso de drogas supressoras da PrP. Para avaliar essa possibilidade, Weissmann e sua equipe criaram camundongos mutantes sem a proteína. "Pelo menos nesses animais a proteína não é essencial", justifica ele. Os camundongos não desenvolveram a doença quando inoculados com príons.



FOTOS EXTRAÍDAS DE BIOLOGY, MOSBY YEAR BOOK

Exemplos de proteínas estruturais mais comuns.

ENTREVISTA: WALTER GILBERT*Em defesa da privacidade genética*

O Prêmio Nobel de Química de 1980 foi destinado aos criadores de dois métodos de seqüenciamento de genes – um elaborado por Walter Gilbert e Allan Maxam, o outro, por Frederick Sanger – que tiveram um impacto formidável no campo da biologia molecular e, em pouco tempo, devem influenciar decisivamente os rumos da medicina.

O norte-americano Walter Gilbert, da Universidade de Harvard (EUA), teve sua formação inicial em física teórica e dedicou seus primeiros anos de pesquisa às partículas de alta energia. Nos anos 60, começou a trabalhar com RNA, especialmente o RNA mensageiro, juntamente com James Watson, hoje diretor do Departamento de Pesquisa do Projeto Genoma Humano. Seu interesse em entender os mecanismos de controle da informação genética, o levaria, juntamente com Maxam, ao desenvolvimento, na década de 70, da técnica de seqüenciar genes, até hoje em uso. No início dos anos 80, ele deixou a universidade e ingressou numa companhia de biotecnologia. Cinco anos depois, voltaria a Harvard para dedicar-se à biologia molecular e à evolução. Na entrevista que concedeu a Luisa Massarani, Micheline Nussenzveig e Ricardo Zorzeto, de Ciência Hoje, Gilbert falou de seus trabalhos a respeito dos íntrons, fragmentos encontrados nos genes de indivíduos eucariotos, fez uma avaliação racional do Projeto Genoma, defendeu uma legislação que garanta a privacidade genética e tocou num ponto explosivo: o patenteamento de genes.

– Até hoje não se conhecem as funções dos íntrons. Como o senhor vê a presença deles nos organismos superiores?

– A idéia que me parece mais atraente é a de que os íntrons sejam remanescentes do início da evolução. Os genes atuais seriam produzidos por combinações resultantes da quebra e rearranjo desses íntrons. O problema é entender por que os genes de bactérias não têm íntrons e os genes de nosso corpo têm. Provavelmente, o primeiro gene tinha íntrons e, ao longo do tempo, eles foram perdidos em bactérias, mas não em eucariotos. Já foi demonstrado que é muito fácil perder íntrons.

– Quais as outras teorias vigentes?

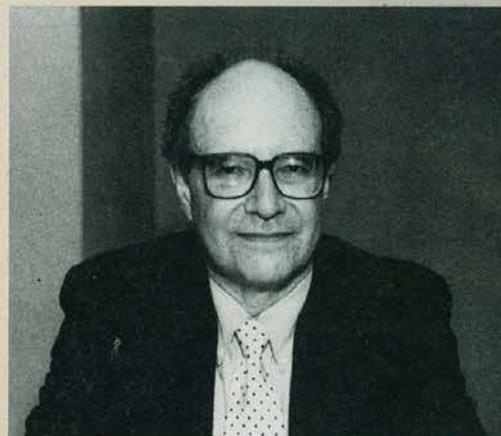
– Há quem acredite que os íntrons de genes de eucariotos foram agregados ao longo do tempo. Nesse caso, o íntron poderia ter sido inserido num ponto arbitrário do gene. Se isso ocorreu, os íntrons teriam quebrado os éxons (fragmentos de genes com

funções conhecidas) originais, podendo formar novas combinações. Entre os pesquisadores que defendem essa teoria, há aqueles que acreditam que

isso ocorreu em épocas recentes e outros que pensam ter se passado numa época intermediária da evolução, durante a explosão cambriana, quando surgiram muitas espécies novas.

– O senhor obteve dados que apóiam a teoria de que os íntrons se perderam com a evolução?

– Sim. Fizemos experimentos baseados nas fases dos íntrons. A idéia é a seguinte: um códon no cromossomo é um conjunto de três bases, por exemplo, ACG (adenina, citosina e guanina). Ao inserir um íntron, ele pode entrar antes do códon (fase 0), entre a primeira e a segunda base, A e C (fase 1), ou entre a segunda e a terceira, C e G (fase 2). Para as proteínas, é indiferente onde ele se acopla. O mesmo não ocorre na recombinação de éxons, porque para que faça sentido a junção de dois éxons, ambos têm que estar na fase 0. Portanto, se os éxons são rearranjados, esperamos que um éxon comece e termine na mesma fase. Por outro lado, se um íntron fosse acrescentado a um gene, isso aconteceria porque um pedaço de ADN seria introduzido no gene e essa adição poderia ocorrer em qualquer das três fases. O experimento consistiu em observar a estrutura de íntrons e éxons de todos os genes numa grande base de dados. Havia cerca de nove mil genes. Eliminamos todos os que eram duplicatas, resultando em 1.500 genes e cerca de nove mil éxons. O resultado da análise mostrou que havia 50% de fase 0, 30% de fase 1 e 20% de fase 2. Logo, as previsões do modelo dos íntrons acrescentados são de que as porcentagens deveriam ser iguais, mas isso não funciona absolutamente. Outra experiência foi analisar com que frequência ocorrem éxons simétricos, ou seja, que começam e terminam na mesma fase. Foi encontrado um excesso significativo de éxons simétricos, o que novamente favorece a idéia do



rearranjo e contradiz a hipótese da adição posterior de íntrons a genes preexistentes.

– *Considerando que seja verdadeira a teoria de que os íntrons se perderam com o decorrer do tempo, as bactérias são mais evoluídas que organismos com íntrons?*

– A idéia convencional é a de que são menos evoluídas: primeiro surgiram as bactérias e só depois as células de eucariotos. Mas, de acordo com esse novo ponto de vista, as primeiras células tinham uma estrutura de genes complicada, como a que temos, e as bactérias representariam um estágio posterior da evolução. Mas, com a perda dos íntrons, as bactérias teriam perdido uma possibilidade de diversificação.

– *Quais as principais dificuldades encontradas para desenvolver a técnica de Maxam-Gilbert, trabalho pelo qual o senhor obteve o Prêmio Nobel de Química?*

– As bases A, C, G e T (adenina, citosina, guanina e timina), que formam o DNA, estão dispostas em ordens diferentes, conforme o gene, e a maior dificuldade era determinar essa ordem. Os dois métodos desenvolvidos nos anos 70, que permitiram um seqüenciamento mais rápido de genes, o de Sanger e o nosso, têm um elemento em comum. É usado um conjunto de moléculas que, partindo de um ponto específico do DNA, estende-se até onde está um dos quatro tipos de bases, por exemplo a adenina. Essa base pode aparecer em diferentes posições. O problema era como fabricar as moléculas que terminam numa base específica.

– *Qual foi a solução encontrada?*

– Allan Maxam e eu desenvolvemos um método baseado numa reação química para quebrar moléculas nas bases e colocamos um marcador radioativo na extremidade da molécula, de modo a fazê-la aparecer claramente numa chapa fotográfica. Olhando para o filme, conseguíamos seqüenciar centenas de bases. Dessa maneira, tornou-se possível seqüenciar as milhares de bases do DNA que constituem um gene.

– *O que o senhor acha do Projeto Genoma?*

– Ele será extremamente útil. Representa um esforço de 10 anos no mundo todo para conseguir a seqüência completa de genes humanos, de animais e de bactérias. Está sendo desenvolvido por grupos grandes e não somente pesquisadores individuais. O resultado será uma grande base de dados de informações, que poderá ser acessada por todos. A quantidade de informações está crescendo muito rapidamente. Nosso conhecimento sobre os genes está sofrendo uma transformação nesta década. É uma época excitante para a ciência pura.

– *E as aplicações práticas?*

– Já houve repercussões no caso das doenças genéticas raras. Agora, as técnicas já estão suficientemente desenvolvidas para que sejam estudados genes associados a doenças mais comuns. Estamos encontrando genes que predis põem as pessoas a ter câncer, diabete ou doenças cardíacas. Até a próxima década, deverá ser descoberto um grande número de genes associados à nossa saúde. Isso afetará fortemente a medicina, enfatizando muito mais a medicina preventiva. Atualmente, fazem-se mamografias para prevenção do câncer de mama após uma certa idade. Dentro de alguns anos, deverá ser possível identificar quem tem necessidade de uma mamografia.

– *Isso poderia ter conseqüências para quem tem seguro de saúde?*

– Sim. Nos EUA, as companhias de seguros não dão cobertura a condições preexistentes e poderiam alegar que o mesmo se aplica a uma predisposição genética, mas estamos tentando alterar as leis para impedir isso. É preciso garantir a privacidade genética. Outro problema é se o médico deve informar a existência desses possíveis riscos ao paciente. Aparentemente, 50% das pessoas preferem ser informadas e 50% não querem saber. As sociedades do mundo todo terão que resolver como tratar desses problemas.

– *Os genes devem ser patenteados?*

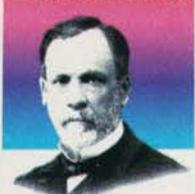
– Segundo a idéia de que para obter a patente de um invento é necessário descrever suas aplicações, o patenteamento de genes só seria concedido após a identificação das funções que exercem, por um período de 17 anos, durante os quais os detentores da patente teriam o monopólio da exploração. Depois cairia no domínio público.

– *O que seria patenteados: o produto ou o processo de fabricação?*

– Em geral, ambos são patenteados. Não se concedem patentes a idéias gerais. É preciso demonstrar que uma idéia é nova e útil.

– *Como o senhor vê o Terceiro Mundo no Projeto Genoma Humano?*

– Não é muito ativo. Há países que são bem mais ativos como a China, o Japão e os países da Europa. Entretanto, as informações sobre o projeto são colocadas em bancos de dados que podem ser acessados no mundo todo por meio de redes internacionais, como a Internet. Os países, inclusive do Terceiro Mundo, vão poder se beneficiar com as descobertas resultantes do Projeto Genoma Humano.

1995
L'ANNÉE PASTEUR

O MUNDO DA CÉLULA

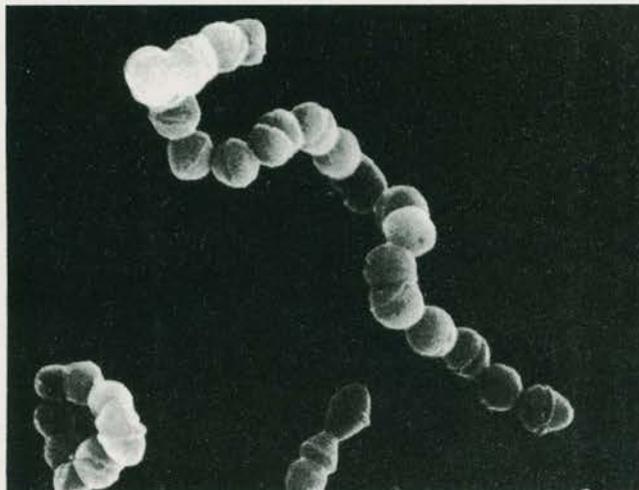
Numa visão muito simplificada, a célula é uma vesícula definida por uma membrana delgada capaz de manter juntos em seu interior os ácidos nucléicos e as proteínas. Embora pareça não intrigar tanto os cientistas envolvidos em desvendar as origens e a evolução da vida – em sua maioria concentrados nos estudos de RNA e proteínas –, o surgimento dessa membrana foi fundamental para o aparecimento do indivíduo celular e constitui o objeto de pesquisa do químico Guy Ourisson, do Centro de Neuroquímica, em Strasburgo, na França.

Segundo ele, uma molécula simples de lipídio, da mesma família do colesterol hoje presente no homem, pode ter formado as primeiras vesículas, possibilitando a evolução da vida no inóspito ambiente

da Terra primitiva. Exemplares dessa molécula foram encontradas em diversos locais, desde fundos de lagos até montanhas elevadas, e tiveram sua estrutura descrita pelo químico francês.

Segundo ele, a vida celular teria começado pela formação dessas moléculas de lipídios, chamadas fosfolipídios, que se auto-organizaram, unindo-se umas às outras de maneira a formar uma vesícula. Surgiram, assim, três ambientes: dois aquosos (um interno e outro externo), separados por uma membrana lipídica.

“Essas vesículas eram sub-universos que concentraram os elementos que deram origem aos primeiros organismos”, acredita Ourisson. E acrescenta: “Sem essa segregação, o material ficaria disperso e a vida não teria surgido.”



Cadeia de células de *Streptococcus*.

ENTREVISTA: JOSHUA LEDERBERG

A sociedade é o juiz

O geneticista norte-americano Joshua Lederberg, que dividiu o Prêmio Nobel de Medicina de 1958 com George W. Beadle e Edward L. Tatum, optou muito cedo pela ciência: aos 16 anos, fazia citotóxicos na Universidade de Colúmbia e, aos 21, ainda estudante, demonstraria a possibilidade de troca de material genético entre bactérias, o primeiro trabalho de sua meteórica carreira científica. Em 1952, ao descobrir o fenômeno da transcodificação genética, ele abriria caminho para a recombinação genética moderna e explicaria um fato de enorme importância médica: o desenvolvimento da resistência bacteriana a drogas. Esse feito lhe valeu o Nobel seis anos depois. O caráter pragmático de seu trabalho o levou a participar do programa espacial norte-americano de viagem a Marte e de uma comissão da Organização Mundial de Saúde (OMS) encarregada de avaliar os riscos do uso de armamentos biológicos. Hoje, aos 70 anos, Lederberg continua em franca atividade nos laboratórios da Universidade Rockefeller, em Nova York, onde investiga a relação entre as partes superenoveladas do DNA e os defeitos genéticos. Em entrevista coletiva, da qual participaram Micheline Nussenzweig, Marise Muniz e Roberto B. de Carvalho, de Ciência Hoje, Lederberg tratou de temas ultrapolêmicos, como aborto, eugenia e manipulação genética, e foi categórico ao dizer que os princípios que vão regular as interferências no código da vida devem ser traçados pelo conjunto da sociedade. “O ponto de vista da ciência deve apenas oxigenar os debates”, defendeu.

– Ao descobrir a transcodificação genética, o senhor imaginava que estivesse tão perto da recombinação genética moderna?

– Sim. Estávamos trabalhando com bactérias por serem elas um ótimo instrumento para estudos genéticos. Os métodos eram então muito mais difíceis do que os que se têm hoje. Por volta de 1960, ainda longe de exemplos específicos com sistemas mais ‘nobres’, eu já estava escrevendo que deveríamos refletir sobre políticas que levassem em conta princípios humanos, sobre aspectos éticos relacionados a material genético humano.

– Quais as principais questões éticas envolvidas na manipulação genética humana?

– A questão central, por estar relacionada a estratégias, é a atitude em relação ao aborto. Seria permissível interromper uma gravidez ou impedi-la num estágio inicial para evitar outros problemas? Não haveria necessidade de se fazer manipulação genética se se pudesse examinar o produto da



fertilização e verificar se, por má sorte, não estaria sendo gestado um ser disforme, cuja existência não se quereria efetivar. Uma visão mais liberal em relação ao aborto poderia resolver a maioria dos

e não há um julgamento científico que possa dizer exatamente quando; trata-se de um processo gradual.

– *Ea questão da eugenia, do melhoramento da espécie humana, como o senhor a vê?*

– A atitude do *laissez-faire* é a melhor que existe; qualquer outra levaria ao controle pelo Estado. É obviamente prepotente a idéia de que se poderia impor às famílias o tipo de filhos que deveriam ter ou a escolha de uns em detrimento de outros. Isso me horroriza. A única maneira que vejo de evitar isso é deixar que os próprios pais decidam e assumam as conseqüências. De algum modo, já fazemos isso. Sabemos que há casais totalmente inadequados para serem pais e que isso poderia ter conseqüências sérias, gerando por vezes desastres do ponto de vista social. Mas relutamos em interferir na sua liberdade reprodutiva, pois o custo dessa interferência é muito alto. Sugiro que se tenha a mesma atitude em relação à tecnologia reprodutiva, deixando a decisão nas mãos dos próprios pais. A única barreira é definir a pessoa que será produzida, à qual algum mal se poderia causar, quando, é claro, ela deve ser protegida. O problema maior é que não se sabe como fazer: não há marcadores genéticos que indiquem quais embriões serão mais ou menos inteligentes. O processo é muito complexo, pois não diz respeito apenas ao desenvolvimento biológico do cérebro, mas a todo o contexto social e psicológico da educação da criança, de sua formação etc. Por isso acho que o procedimento ainda é prematuro. E temos de nos preocupar com os possíveis efeitos colaterais. Se a seleção é feita visando fortemente um determinado caráter, há sempre o perigo de aparecerem aspectos negativos decorrentes dessa manipulação sobre os quais não se havia pensado. Se se pudesse prever os resultados com alguma segurança, até que seria aceitável, mas ainda não há conhecimento suficiente para se fazer tal previsão. Podemos confiar mais no que diz respeito a manipulações visando evitar doenças genéticas, que, em geral, resultam de defeitos específicos. Se for possível evitá-los, por que não fazê-lo?

– *Não há risco de acidentes nas terapias gênicas?*

– Essa preocupação tem fundamento, razão pela qual é preciso que se acumule muito conhecimento acerca dessas técnicas, inicialmente através de experiências com animais. É preciso também que se tenha muita cautela ao divulgar essas tecnologias. O sucesso da terapia gênica depende, além de muito trabalho científico, de um debate esclarecido a respeito do tema no meio social. Mas é preciso lembrar que, antes de implementá-la, há inúmeras outras coisas a serem feitas. Antes da manipulação genética visando, por exemplo, a obtenção de crianças com inteligência superior ou imunes a doenças específicas, é preciso

problemas tratados pela manipulação genética. Sei que essa é uma questão muito controversa e não desejo impor minha opinião, só quero mostrar a centralidade do problema. Meu ponto de vista é que se deve deixar o direito final de decisão com os pais. Esse, como outros temas polêmicos, é um assunto que não pode ser decidido apenas por julgamento científico, pois envolve princípios morais profundos. Mas há alguns fatos a respeito da reprodução humana que deveriam ser compreendidos antes que se chegue a conclusões definitivas. Um deles diz respeito ao fato de que a vida é um *continuum* e tem sido assim ao longo dos últimos quatro bilhões de anos. A evolução, em todas as suas formas, é a constante passagem de uma célula viva para outra, para a seguinte, e assim sucessivamente, não havendo um momento exato que defina quando uma nova vida se inicia.

– *Então não há um momento de origem para a vida?*

– Deixe-me explicar. Há quem acredite que uma pessoa começa a existir no ato da fertilização do óvulo pelo espermatozoide. Mas isso não é bem verdade, pois, às vezes, um óvulo se divide novamente e forma embriões gêmeos. O indivíduo, portanto, não começou a existir no momento da fertilização. Outras vezes, dois óvulos se fertilizam separadamente e depois se juntam, formando um embrião; nesse caso, temos um só indivíduo resultante de duas fertilizações. Muita gente acredita que o ato da fertilização dá início à vida humana e eu gostaria de apontar para o desastre que seria se esse princípio fosse levado a sério. A maioria dos óvulos fertilizados não sobrevive. Muitos têm defeitos graves, perdendo-se por apresentar anormalidades cromossômicas ou outros problemas. Nesse caso, teríamos a obrigação de recuperá-los, a um preço incrível, os óvulos fertilizados que se perderam. Muita gente não entende isso quando diz que a fertilização é o marco na origem de uma nova vida. O momento que a define é completamente arbitrário

garantir que elas sejam saudáveis, estejam protegidas contra doenças infecciosas, tenham as vacinas corretas, sejam bem alimentadas etc. Acho que estamos tão longe de alcançar essas condições, que eu me concentraria por aí. Não gostaria de sair distribuindo genes que automaticamente dariam inteligência mais alta, pois isso não funcionaria, a não ser que as condições de que falei já tivessem sido alcançadas.

– *Quem vence a guerra entre bactérias e antibióticos?*

– Acho que estamos num ponto crítico, e os próximos 50 anos serão cruciais. Atualmente, o desenvolvimento de antibióticos é mais lento do que o da resistência bacteriana. Nos Estados Unidos há hoje uma única droga eficiente no combate a infecções hospitalares. Se as bactérias desenvolverem resistência a ela, não teremos nenhuma outra arma para combatê-las. Além disso, as condições globais da humanidade nos tornaram presa fácil de doenças infecciosas, de um modo como ainda não se conhecia. Gente do mundo inteiro circula hoje de uma região a outra com enorme facilidade, permitindo, conseqüentemente, que uma cepa nova de gripe, por exemplo, se espalhe rapidamente por todo o mundo. Tem-se ainda um enorme crescimento da população, boa parte dela vivendo em condições precárias, criando condições para que uma nova doença se espalhe. Há um outro aspecto em que estamos piores do que 100 anos atrás: hoje, as pessoas estão mais vulneráveis a agentes infecciosos em geral, à exceção daqueles para os quais existem vacinas. Refiro-me especialmente aos países mais avançados do ponto de vista médico, onde, à exceção da Aids, não há tanta preocupação no que diz respeito a vacinas contra doenças infecciosas. No Brasil – conheço o trabalho do Instituto Oswaldo Cruz –, sei que não há complacência com essas doenças. Convém lembrar a epidemia de gripe de 1918, conhecida como gripe espanhola, que matou cerca de 20 milhões de pessoas em dois anos. Acho que não temos um sistema adequadamente preparado para enfrentar algo semelhante hoje, com a agilidade necessária.

– *Pode-se dizer então que no combate às doenças infecciosas, nos últimos 100 anos, a ciência está fracassando?*

– Sem dúvida, podemos oferecer hoje meios mais adequados para combater agentes infecciosos. A expectativa de vida aumentou e os processos cirúrgicos melhoraram consideravelmente e não seriam viáveis sem os antibióticos. O que piorou, como já disse, é a comunicação rápida, que faz com que as infecções se alastrem rapidamente. Não estaria tão preocupado se tivéssemos hoje a mesma atitude preventiva de 50 anos atrás. Nos Estados Unidos, a atitude

é de que os problemas já resolvidos não são mais dignos de atenção. Com isso, deixaram as estruturas de saúde pública se deteriorarem, e os programas de gerenciamento de saúde preferem gastar centenas de milhões de dólares com medicamentos. Não dá para entender: gastam em tratamento mas não em prevenção. Não estou dizendo que não há programas de vacinação, mas eles são inferiores aos dos países em desenvolvimento.

– *Quais as perspectivas para os próximos 50 anos?*

– Se conseguirmos sobreviver à crise do futuro próximo, não estaremos tão mal. A capacidade tecnológica cresce enormemente, e toda a biologia molecular fundamental está sendo aplicada de modo bastante ativo para resolver, por exemplo, a questão das doenças infecciosas. Pode demorar 30, 40 ou 50 anos, mas é bem provável que venhamos a ter abordagens revolucionárias para tratar dessas doenças. Não podemos esquecer que as infecções hospitalares são um problema sério a ser enfrentado hoje.

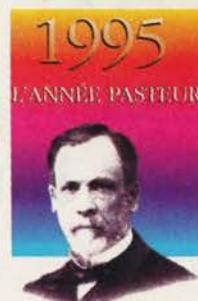
– *Como foi sua experiência como consultor da OMS na comissão para discutir os riscos de armas biológicas?*

– Um relatório da OMS de 1970 apontou o desastre que uma guerra biológica representaria para o mundo. Há um consenso em torno da idéia de que o uso de armas biológicas constitui uma ameaça para todo o planeta, pois, enquanto a maioria das armas tem ação localizada, as biológicas não respeitam fronteiras. Isso viabilizou a negociação de um tratado de desarmamento, com o qual todas as potências concordaram. Espera-se que ele seja respeitado.

– *François Jacob acha que nunca se saberá como foi que a vida se originou na Terra; Walter Gilbert, por sua vez, acha que teremos uma resposta daqui a uns 50 anos. O que o senhor pensa a respeito?*

– O tema, embora muito complexo, tem experimentado alguns avanços, sobretudo no que diz respeito ao entendimento do RNA como uma molécula-chave. Mas não temos nenhuma ‘dica’ de como passamos do plasma cósmico, os cinco minutos após o Big Bang, para as moléculas de RNA. Há muitos eventos químicos ocorrendo no espaço sideral e teremos mais dados sobre as moléculas precursoras do RNA se os examinarmos com mais cuidado. Temos que encontrar moléculas que sejam mais abundantes e menos complexas que o RNA, mas com capacidade de auto-reprodução. Se pudermos encontrá-las, Gilbert tem razão; se não, Jacob está certo. Daí para frente tudo está mais ou menos resolvido. Inclino-me a achar que demoraremos para chegar à raiz do problema.

A VIDA SEGUNDO QUEM BUSCA SUAS ORIGENS



ANTOINE DANCHIN (*Instituto Pasteur, Paris, França*)

“Penso que a vida resulta da combinação de quatro processos – metabolismo, compartimentação, memória e manipulação – e de uma lei de correspondência entre memória e manipulação. Se tomarmos isso como definição, os vírus não podem ser considerados seres vivos, pois não têm nem metabolismo nem lei de correspondência.”

FRANÇOIS JACOB (*Instituto Pasteur, Paris, França*)

“Vida é algo que metaboliza, isto é, usa os materiais de seu ambiente para se construir, fabricando, além disso, cópias de si mesmo.”

JACK W. SZOSTAK (*Hospital Geral de Massachusetts, Boston, EUA*)

“Vida é auto-replicação, capacidade de evoluir. Mas acho que buscar uma definição a esse respeito não é o mais importante. O tempo que se perde divagando em torno do que seja vida poderia ser mais bem aproveitado com efetivo trabalho de laboratório.”

JORGE E. ALLENDE (*Universidade do Chile, Santiago do Chile*)

“A vida é uma relação muito complexa entre diferentes substâncias que permitem que os indivíduos tenham quatro qualidades: metabolismo capaz de produzir energia, memória, capacidade de interagir com o meio e de separar-se dele. Essas são as características essenciais da vida, que evidentemente é algo muito difícil de se definir. Como já foi dito, ‘é mais fácil dizer o que não é vida’.”

JOSHUA LEDERBERG (*Universidade Rockefeller, Nova York, EUA*)

“Acho que vida é um sistema capaz de evoluir, de gerar o que for necessário para lograr esse fim, fundamental para a diversidade e complexidade maiores. Mas hipoteticamente é possível imaginar sistemas de computador evoluindo, ou outras coisas, além de compostos de carbono.”

JULIAN DAVIES (*Universidade British Columbia, Vancouver, Canadá*)

“De um ponto de vista filosófico, vida é a capacidade que o indivíduo tem de ser feliz e de promover a felicidade do outro, nos aspectos social, científico e político. A vida envolve interações entre todos os tipos de seres, envolve sinergia. O

ideal, portanto, seria a manutenção de uma relação sinérgica entre todas as formas de vida: o ambiente, as pessoas, tudo.”

LESLIE ORGEL (*Instituto Salk para Estudos Biológicos, San Diego, EUA*)

“É muito difícil dizer o que seja vida. Os filósofos estão sempre falando sobre a essência da vida, mas ainda não chegaram a uma definição. Eu diria que, assim como a loucura, a vida é fácil de se reconhecer mas difícil de se definir. Por que necessariamente a vida teria tido uma origem? Alguns cosmólogos admitem que o universo pode não ter tido um começo e que, portanto, não terá um fim. Nós acreditamos que sabemos como o sistema solar e a Terra se formaram, sob condições em que não poderia haver coisas vivas, num ambiente de muito calor e predominantemente de água. Se existe vida agora, ela tanto pode ter se originado na Terra como fora dela. Ai voltamos ao ponto inicial, pois as estrelas e os outros planetas apresentam hoje as mesmas condições adversas à formação da vida.”

MIROSLAV RADMAN (*Instituto Jacques Monod, Paris, França*)

“A vida é um sistema informático que se reproduz e leva à diversidade. É a reprodução suficientemente fiel da informação para memorizar o que se acumulou durante a evolução e a reprodução suficientemente infiel para que haja mudanças, aumentando a diversidade.”

PETER STARLINGER (*Universidade de Colônia, Alemanha*)

“A vida reside em organismos, e um organismo é algo que tem muitas partes, de tal forma que o funcionamento de cada uma delas depende do funcionamento das outras. Mas um organismo em si funciona sozinho e não porque foi fabricado por alguém, ao contrário das máquinas. Além disso, diferentemente de uma máquina, um ser vivo se auto-reproduz.”

WALTER GILBERT (*Universidade de Harvard, Cambridge, EUA*)

“É qualquer coisa que pode sofrer seleção natural, que pode evoluir. Pensamos que a estrutura química deve ser constituída normalmente de carbono, é auto-replicante e complexa. Pode evoluir reagindo ao ambiente. Por essa definição, bactérias são vida e vírus também. Um vírus – inclusive de computador –, embora possa evoluir, não pode subsistir sozinho, mas pode fazê-lo quando inserido num meio apropriado. É uma forma complicada de vida.”

MINAS DE MEL

Pesquisa realizada em apiários de três municípios de Minas Gerais – Bom Jesus do Amparo, Barão de Cocais e São Gonçalo do Rio Abaixo, localizados no Quadrilátero Ferrífero, Zona da Mata, distantes aproximadamente 140 km de Belo Horizonte – mostraram que é possível produzir mel de qualidade razoável em regiões próximas a áreas modificadas pelo homem. Os estudos foram desenvolvidos por **ESTHER M. BASTOS**, do Laboratório de Microscopia de Alimentos da Fundação Ezequiel Dias, **ILDA O. DAYRELL**, do Laboratório de Química Bromatológica da Fundação Ezequiel Dias e **MITZI BRANDÃO** da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, **IVAN BARBOSA MACHADO SAMPAIO**, do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária, da Universidade Federal de Minas Gerais.

Muito frequentes no Estado de Minas Gerais, os campos de formação antrópica se formam a partir da destruição de formações vegetais primitivas, para cultivo ou pastagem. Pelo mau uso ou abandono, as terras vão se cobrindo de uma vegetação de pouco ou quase nenhum valor nutritivo como pastagem, mas muito rica em néctar e pólen, que constituem praticamente a única fonte de alimento das abelhas, desde a fase larval até a adulta (figuras 1 a 4).

Essa constatação é importante porque abre novos caminhos para a apicultura brasileira, ao mesmo tempo em que impõe uma série de cuidados a serem tomados para a melhoria da qualidade do produto final, tendo em vista o mercado interno e externo. A apicultura no país sempre se desenvolveu como numa

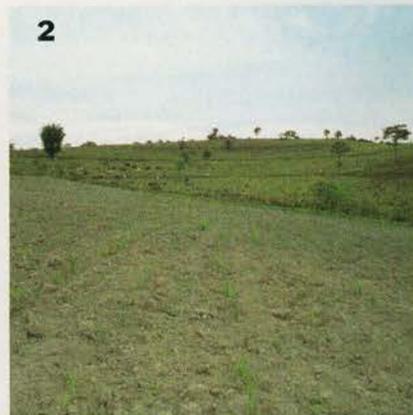


Figura 1 a 4. Formação dos campos antrópicos, a partir da destruição de formações primitivas, para cultivo ou pastagem e que após o abandono vão cobrindo-se de floral ruderal.

alternativa secundária em formações vegetais naturais, em campos de formação antrópica (melhorados pelo homem) e, algumas vezes, em culturas do caju, café, maçãs, leguminosas, laranja e *Eucalyptus*. A formação sistemática de mel é limitada em áreas agrícolas com safras de plantas nectaríferas, fornecendo méis monoflorais (de uma só espécie vegetal) em intervalos regulares. Mas, por outro lado, as áreas reflorestadas com *Eucalyptus* têm grande participação na formação dos méis do Estado de Minas Gerais.

Entre 1991-1993, quando foi realizado o levantamento, a área estudada apresentou um total de 102 espécies botânicas em floração. Desse total, 57 foram visitadas pelas abelhas, sendo cinco como fonte exclusiva de pólen (espécies

do grupo das Poaceae), três espécies exóticas fornecedoras de néctar e pólen e 49 espécies típicas de campos antrópicos (figuras 5 a 7). As 45 espécies restantes não foram procuradas pelas abelhas.

Nas estações de transição seca-chuvosa (meados de outubro a novembro) e chuvosa (dezembro a março), os apicultores de Bom Jesus do Amparo e São Gonçalo do Rio Abaixo mantiveram a vegetação de campos sujos, com grande oferta de uma espécie de planta, a *Vernonia scorpioides* (figura 8), às abelhas e, conseqüentemente, a dominância desse pólen no mel. Em Barão de Cocais, onde os campos foram capinados, restaram às abelhas poucos exemplares de *Vernonia* e uma grande quantidade de *Eucalyptus*, a 2 km de distância.

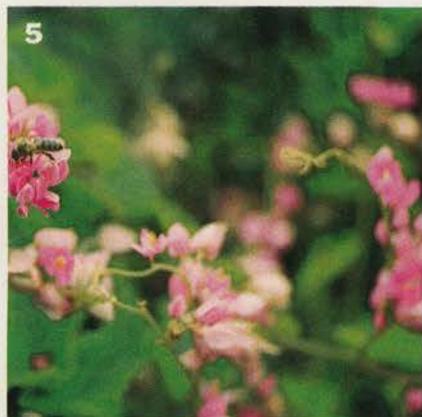


Figura 5. *Antigonum leptopus* (amor-agarradinho), espécie cultivada em jardim, visitada pelas abelhas para coleta de néctar.



Figura 6. *Dombeya* sp (astrapeia), espécie exótica cultivada em cercas, visitada pelas abelhas para coleta de néctar e pólen.



Figura 7a. *Eucalyptus* sp, espécie exótica, cultivada em áreas de reflorestamento, visitada pelas abelhas para a coleta de néctar e pólen.
7b. *Eucalyptus* sp, detalhe da inflorescência.



A dominância de *Vernonia scorpioides* durante a estação de transição seca-chuva demonstra que, na oferta de grande quantidade de néctar, nas proximidades das colméias, as abelhas direcionaram seu trabalho de coleta às *Vernoniae* (assa-peixe). O percentual polínico das outras espécies nativas que caracterizam o mel da Zona da Mata – *Baccharis* sp, *Borreria densiflora*, *Hyptis* sp e *Eupatorium* sp – está relacionado com a representatividade do *Eucalyptus* (figuras 9 a 12).

As amostras de mel obtidas durante a estação seca (abril a meados de outubro) nos três municípios apresentaram resultados semelhantes quanto aos aspectos microscópicos, sendo caracterizados como silvestre, com dominância de *Eucalyptus* e contribuição de outros tipos polínicos. Os méis analisados apresentaram grande homogeneidade nos valores obtidos para a faixa de coloração, sendo classificados como âmbar escuro. Essa informação sugere a participação

do *Eucalyptus* na coloração mais escura do mel, estando de acordo com os estudos que classificaram o mel de *Eucalyptus* produzido na Austrália e Espanha.

Durante o processamento e armazenamento, os apicultores – cada um com uma produção estimada em quatro toneladas de mel por ano – não utilizam desumidificadores de ambiente. O mel, em consequência, possui teor de umidade acima de 17%. Os elementos de melato, as impurezas introduzidas no mel pelas abelhas durante as coletas de néctar e pólen ou pelo apicultor durante o processamento, o teor de umidade elevado e o processamento inadequado propiciam a fermentação do mel, quando armazenado em temperatura ambiente, podendo inviabilizar a comercialização do produto no mercado interno e externo.

Os valores de glicose encontrados não apresentaram variação significativa e se enquadram dentro dos limites aceitos. Os teores médios de frutose

encontrados nos méis da Zona da Mata mineira (21 a 29%) apresentaram variações durante as estações e foram bem menores do estabelecido para mel floral (38,19%), sugerindo a presença do melato. Também ficam abaixo dos limites definidos para o mel de *Eucalyptus* australiano (39-44%) e espanhol (39,5-40,5%).

As medições de maltose e sacarose apresentaram-se equivalentes entre as estações e dentro dos limites fixados por outros autores. Já os valores encontrados para os açúcares superiores (4,8 a 6,0%) foram estatisticamente diferentes entre as estações, foram significativos se comparados com os valores médios do mel de melato americano (4,7%). O mel de *Eucalyptus* produzido na Austrália, o país de origem desta planta, não apresenta açúcares superiores, de acordo com os parâmetros disponíveis. O pH, indicador de acidez, foi semelhante dentro da mesma estação, com valores elevados que estão de acordo com a classificação feita para os méis de *Eucalyptus* da Austrália.

Na análise microscópica, o mel da região estudada apresentou grande quantidade de massa granulosa, que indica uma acentuada contribuição de melato. Muitos insetos parasitas, ao sugarem a seiva das plantas, excretam líquidos açucarados que são colhidos pelas abelhas como se fossem néctar. Mas o produto final obtido dessas excreções é diferente do mel comum,

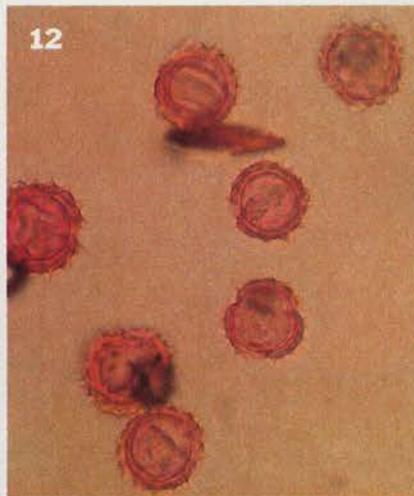
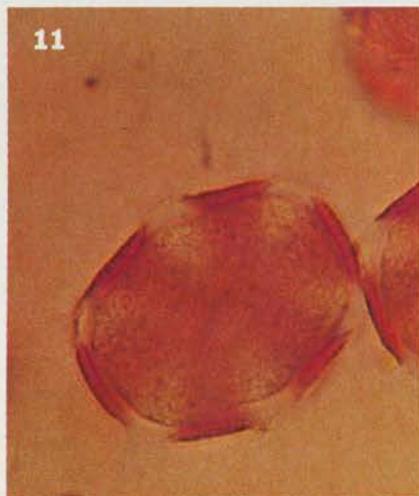
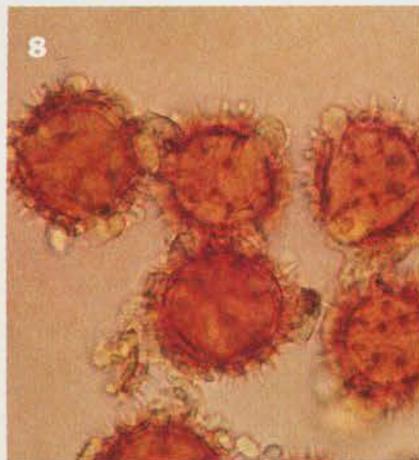


Figura 8. Fotomicrografias do mel obtido durante a estação de transição seca-chuva e chuvosa, com dominância de *Vernonia scorpioides* (assa-peixe).

Figura 9. Espécie típica de área antropizada, representada no espectro como pólen acessório, *Baccharis dracunculifolia* (alecrim do campo).

Figura 10. Espécie típica de área antropizada, representada no espectro como pólen acessório, *Borreria densiflora* (cordão de frade).

Figura 11. Fotomicrografia de pólen *Hyptis suaveolens* (erva canudo), espécie nectarífera.

Figura 12. Fotomicrografia de pólen *Eupatorium* sp (mata pasto), espécie nectarífera.

do ponto de vista físico-químico, e constitui o mel de melato. Quase sempre se encontram elementos figurados no mel, alguns deles indicadores de melato, como os esporos de fumaginas, que são fungos de micélios escuros, e massa granulosa, substância atribuída à superfície das folhas onde foi colhido o melato.

O mel de *Eucalyptus* com elevado teor de melato, obtido na Zona da Mata mineira, é diferente tanto do mel produzido somente com néctar das flores quanto do obtido exclusivamente de excreções açucaradas de insetos. Nos três municípios, durante a estação seca, quando o pólen de *Eucalyptus* foi dominante nas amostras de mel, ocorreu a presença de massa granulosa abundante e moderada, bem como de inúmeros

esporos de fumagina. Em Bom Jesus e Barão de Cocais, na estação chuvosa, quando o pólen de *Vernonia* predominou sobre o de *Eucalyptus* no espectro polínico, foi encontrado massa granulosa esparsa e alguns esporos de fumagina.

Os resultados obtidos reforçam as evidências de que existe uma relação entre a quantidade de massa granulosa e a oferta abundante de *Eucalyptus*. Outros estudos, feitos com amostras colhidas nos Estados do Rio de Janeiro, Bahia e Ceará, indicam que o mel brasileiro, principalmente de março a setembro, contém elementos indicadores da presença de melato, além dos grãos de pólen. Não foram observados elementos de melato nos méis de *Eucalyptus* produzidos na Austrália, na Espanha,

no sul de Marrocos ou em Israel.

Os méis com estas características podem ser comercializados no Brasil como 'mel com contribuição de melato', mediante algumas modificações na atual legislação brasileira, aprovada em 1985 pelo Ministério da Agricultura, que não prevê a existência de mel de melato, ao contrário da europeia, e estabelece o limite de 72% para a soma dos açúcares redutores. É necessário acrescentar a essa legislação alguns índices de qualidade para o mel de abelhas de origem não-floral, podendo-se tomar como base os resultados microscópicos e físico-químicos aqui resumidos. Também seria indispensável adequar os apiários da região às normas higiênico-sanitárias e tecnológicas para a produção de mel.

Os TUMORES VEGETAIS E SEU IMPACTO NAS PLANTAS

Assim como os animais, as plantas também podem desenvolver tumores.

Pesquisa realizada por **IVONEIDE M.**

SILVA, GIOVANNA I. ANDRADE e

G. WILSON FERNANDES, do Laboratório de Ecologia Evolutiva de Herbívoros Tropicais, da Universidade Federal de Minas Gerais, verificou os impactos de tumores induzidos por uma mosca sobre a planta *assa-peixe*, comum em todo o território brasileiro.

Os tumores vegetais, ou galhas, caracterizam-se pelo aumento do número (hiperplasia) ou do volume (hipertrofia) de células, tecidos ou órgãos e são induzidos por vários tipos de organismos: fungos vírus, bactérias e, em sua grande maioria, insetos (ver *Ciência Hoje*, nº 19). As galhas podem desenvolver-se em todas as partes das plantas, da extremidade da raiz até as gemas apicais do caule, incluindo órgãos vegetativos e reprodutivos.

Na região tropical, entre as famílias de plantas hospedeiras mais atacadas destacam-se as compostas (alecrim, sempre-viva, girassol), leguminosas (mimosas, feijão, cacácias) e mirtáceas (jaboticaba, eucalipto, goiaba).

A relação galha-planta é normalmente parasitária. Quase todas as famílias de plantas estão sujeitas ao fenômeno, sobretudo as plantas com flores, que apresentam grande abundância e diversidade de espécies galhadoras.

As galhas causadas por insetos interferem de várias maneiras em suas plantas hospedeiras, danificando órgãos ou tecidos da planta. Como o crescimento e a manutenção da galha requerem recursos energéticos adicionais, elas atuam como drenadores de recursos, des-

viando para si nutrientes destinados aos tecidos normais da planta.

Em determinados casos, as galhas podem funcionar como uma poda, causando um rebrotamento intenso. Essa modificação na arquitetura normal da planta pode levar a uma taxa de crescimento acelerada, com um aumento da biomassa total e da produção de flores e frutos, num processo chamado de supercompensação.

Alguns autores consideram que esse crescimento seja um recurso desenvolvido pela planta para beneficiar-se da herbivoria. Para outros, entretanto, ainda não há evidências suficientes de que a herbivoria seja benéfica. Esses autores acreditam que a otimização na produtividade, ocasionalmente encontrada após a herbivoria, é apenas uma estratégia da planta para minimizar qualquer tipo de dano, como, por exemplo, os provocados por fogo, vento, geada ou pisoteio, e não apenas os danos causados por herbívoros.

A pressão dos herbívoros sobre suas plantas hospedeiras só pode ser estimada através de estudos específicos das alterações causadas. Quando a reprodução sexual é afetada pela herbivoria, por exemplo, os impactos negativos podem ser detectados em características reprodutivas como a produção, o peso e o tamanho de flores, sementes ou frutos e a taxa de germinação das sementes.

Em estudo recente, verificamos os impactos causados por uma galha caulinar em *assa-peixe* (*Vernonia polyanthes*), induzida por uma mosca da família Tephritidae (*Tomoplagia rudolphi*) (figura 1).

O *assa-peixe*, planta invasora largamente encontrada no Brasil, é uma das pragas mais frequentes e temidas, porque tende a dominar as pastagens, inutilizando-as. Entretanto, além de sua importância medicinal para o tratamento de doenças respiratórias e urinárias, é bastante conhecida como excelente melífera.

O período de maior abundância anual da galha de *assa-peixe* ocorre entre os meses de setembro a dezembro, e o ciclo de larva a adulto do inseto galhador é de 45-60 dias. A fêmea põe os ovos nos tecidos indiferenciados do ápice dos ramos e, após a eclosão, as larvas



Figura 1. *Assa-peixe* (*Vernonia polyanthes*) apresentando galha do Tephritídeo *Tomoplagia rudolphi*.



Figura 2. Esquema do ciclo de vida de *T. rudolphi* em assa-peixe.

130 plantas. Além disso, para analisar o efeito da galha na viabilidade das sementes, foram pesadas e colocadas para germinar 50 sementes de 45 plantas.

A arquitetura da planta hospedeira foi consideravelmente afetada pela formação e manutenção da galha.

Verificou-se um aumento do número de ramificações laterais produzidas pelos ramos atacados, dando origem a um maior número de inflorescências.

Quanto às sementes, a consequência da ação da galha foi uma redução no peso e na porcentagem de germinação (figura 3), o que diminuiu a viabilidade das sementes, principalmente daquelas localizadas após a galha. Essa perda no potencial reprodutivo poderia ser atribuída a um redirecionamento para a galha de recursos necessários à reprodução da planta, fenômeno já observado em plantas da região temperada.

Diversos autores têm estudado os impactos causados pelas galhas em suas plantas. Por exemplo Sacchi e colaboradores, em 1988, demonstraram que galhas caulinares causadas por vespas em salgueiro reduzem significativamente a produção de sementes. Em um estudo mais recente, Fernandes e colaboradores também observaram uma redução na produção de sementes e frutos e um declínio na taxa de crescimento da planta *Mirabilis linearis* (Nyctaginaceae) depois de atacada.

As alterações causadas por galhas são fatores revelantes no crescimento e na história de vida da planta hospedeira. Uma evidência desse pontencial é o uso de galhas no controle do crescimento populacional de ervas daninhas terrestres e aquáticas. Os insetos galhadores são parasitas e, em geral, diminuem a performance de suas plantas hospedeiras.

desenvolvem-se às custas do conteúdo das células desses tecidos.

Com o crescimento das larvas, ocorre uma expansão dos tecidos do caule ao seu redor, originando uma galha globóide, mostrada na figura 1. Ao final do desenvolvimento, as larvas escavam um orifício para a saída do inseto adulto e, em seguida, empupam. Nessa fase a

galha pára de crescer. Logo após o período pupal (15-20 dias) dá-se a eclosão dos adultos, que reiniciam o ciclo (figura 2).

Para verificar o impacto da galha na arquitetura de *V. Polyanthes*, comparou-se o número de ramificações laterais presentes nos ramos galhados com o número produzido por ramos não-galhados em

	RAMO GALHADO	RAMO NÃO-GALHADO
Nº de ramificações	7.31 +/- 0.45	5.55 +/- 0.68
Peso das sementes	13,98 +/- 1,0	15.46 +/- 1,1 mg
Taxa de germinação	28,4%	33.8%

Figura 3. Comparação das médias obtidas para número de ramificações, peso de sementes e taxa de germinação de ramos galhados e não-galhados de *V. polyanthes*.

Amazônia: etnologia e história indígena

Os últimos 20 anos foram palco de importantes transformações na etnologia dos povos indígenas da América do Sul tropical. Provocadas entre outras coisas pela politização e organização crescente das populações ameríndias, assim como pelo acúmulo e pela sofisticação da produção etnográfica, essas transformações levam os pesquisadores a uma reflexão mais profunda sobre as formas de sociabilidade dos habitantes nativos.

Essa reflexão impõe, primeiro, que se pense de modo diferente as figuras do ameríndio construídas pelo imaginário ocidental, desde os séculos XVI-XVIII. Exige igualmente pensá-los fora dos moldes tradicionais de “sociedade primitiva”, “mistura de Antigüidade clássica, África e Austrália”, que excluíam os índios sul-americanos.

Tal ausência – que permanece com o nascimento da disciplina antropológica, produto do colonialismo do século XIX – pode explicar a dificuldade de tornar as sociedades ameríndias objeto de conhecimento, e contribui para os ‘arcaísmos’ da “mais a-sociológica das etnologias regionais” segundo Taylor (*In: Histoires de l'antropologie: XVI-XIX siècles*).

Hoje, entretanto, com a indispensável redefinição dos



Amazônia: etnologia e história indígena. Organização de Eduardo Viveiros de Castro e Manuela Carneiro da Cunha. São Paulo, Núcleo de História Indígena e do Indigenismo da USP - FAPESP, 1993.

instrumentos conceituais, à luz de uma etnografia capaz de espelhar a riqueza, a originalidade e a complexidade dessas formações socioculturais, inicia-se um diálogo mais direto com o corpo da teoria antropológica, que esta publicação vem confirmar.

Reunindo comunicações ao Simpósio *Pesquisas recentes em etnologia e história indígena da Amazônia*, realizado em Belém no ano de 1989, a coletânea é apresentada por seus organizadores como uma “introdução ao que vem sendo feito em antropologia na Amazônia nos últimos anos”.

Admitem-se ausências: áreas culturais, especialmente aquelas fora do território brasileiro, e linhas importantes de pesquisa como a etnoecologia, a linguística indígena, a política indigenista, a

etnicidade e o xamanismo.

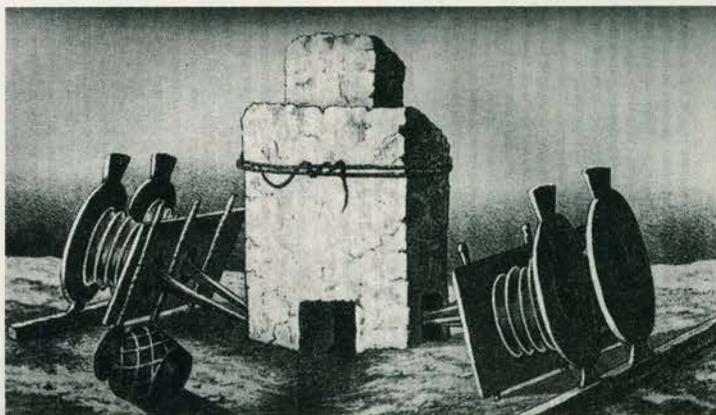
Contudo, as exclusões temáticas não são casuais, assim como não o são as preferências: organização social, cosmologia, história. Correspondem, antes, à herança (e avatares, no caso da última) de um setor do “americanismo tropical” ocupado com o que, a exemplo de Turner, poderíamos chamar de investigação antropológica ‘pura’ ou ‘tradicional’, mais interessada em pensar as formas socioculturais tradicionais dos povos indígenas, que suas relações com a sociedade nacional.

Mas essas e outras compartimentalizações esterilizantes parecem estar com seus dias contados. Os organizadores têm razão em insistir sobre como a maior parte dos artigos lança pontes entre os problemas tratados e questões vizinhas, ultrapassando as fronteiras das grandes unidades temáticas em que se organiza a coletânea. Desafiam tam-

bém as dicotomias que, ao mesmo tempo, sustentam e atravancam a reflexão antropológica: cosmologia-sociologia, diacronia-sincronia, autenticidade-aculturação, natureza-cultura.

Antes relegado a um segundo plano pelos sul-americanistas e hoje objeto de uma ávida exploração, o tema da história e etno-história indígenas tem permitido considerar os processos de interação entre sociedades indígenas e sociedades nacionais de um ponto de vista interno capaz de recuperar os regimes históricos das primeiras. Com isso evita-se que as populações indígenas sejam reduzidas a coadjuvantes passivos de um drama inteiramente ditado pela lógica de historicidades alheias.

O desafio de constituição de uma sociologia das sociedades indígenas mostra-se inseparável do desafio de elucidação de suas filosofias sociais e de suas concepções da identidade étnica e grupal. Se essas são empresas interdependentes, isso não significa que a primeira se resolva na segunda – uma tentação constante numa área em que os



Um balanço histórico das ciências no Brasil

conceitos sociológicos clássicos da antropologia se revelaram sempre de aplicação problemática. A retomada dos estudos de parentesco, anunciada desde o início do *boom* etnográfico da década de 70, assume nesta obra uma importância estratégica.

Na etnologia sul-americana, tradicionalmente, as relações dos homens com o meio natural (em oposição ao tema da representação da natureza) foram abordadas em trabalhos que tendiam a reduzir o problema das relações entre grupo humano e ambiente às respostas adaptativas, através de explicações causais. Hoje, parece possível superar a esterelidade de um 'idealismo' incapaz de dar conta da incidência das determinações materiais sobre as práticas concretas de socialização da natureza. Vários dos artigos apresentados trabalham com essa proposta.

Entre o simpósio original e a publicação da coletânea, alguns dos autores defenderam teses e publicaram livros que desenvolvem os argumentos e materiais apresentados. Isso em nada diminui o interesse da obra, que, guardando de sua origem o frescor de pesquisas em andamento, consiste numa valiosa contribuição ao corpo de publicações de uma disciplina cuja sobrevivência depende, um pouco a exemplo das sociedades que lhe servem de objeto, de sua capacidade de renovação.

Marcela S. Coelho de Souza
Museu Nacional/UFRJ.

Em bom e justo momento a Editora da UFRJ relança o livro *As ciências no Brasil*, organizado em 1955 por Fernando de Azevedo (1894-1974), e que já se tornou um clássico da história das ciências no Brasil. A hora é boa: o livro dificilmente pode ser encontrado em nossas bibliotecas, mesmo naquelas raras que são bem aparelhadas, ou em sebos. É justo o momento: comemorou-se, no ano passado, o centenário de nascimento de Fernando de Azevedo.

Fruto do trabalho entusiasmado de seu idealizador e organizador, esta obra coletiva, escrita por vários dos grandes cientistas da época, tem uma importância grande para todos os que se interessam pela história do desenvolvimento científico no país. O primeiro volume, publicado no início de 1994, compreende uma introdução (escrita por Fernando de Azevedo) e sete capítulos sobre a história das seguintes ciências: matemática (Francisco Mendes de Oliveira Castro); física (Joaquim Costa Ribeiro); astronomia (Abraão de Moraes, com a colaboração de Abraham Szulc); meteorologia (Joaquim de Sampaio Ferraz); geologia e paleontologia (Viktor Leinz); mineralogia e petrografia (Othon Henry Leonardos); e geografia (José



As ciências no Brasil (vol. 1 e 2). Organização de Fernando de Azevedo. Rio de Janeiro, Editora da UFRJ, 1994. (Ed. original Melhoramentos e Instituição Larragoiti, 1955).

Veríssimo da Costa Pereira).

O segundo volume, contendo também sete capítulos, e agora lançado, trata da história da química (Heinrich Rheinboldt), zoologia (Olivério Mário de Oliveira Pinto), botânica (Mário Guimarães Ferri), biologia (Thales Martins), psicologia (Manuel Bergström Lourenço Filho), economia política (Paul Hugon), antropologia e sociologia (Fernando de Azevedo).

Na brilhante introdução ao livro, Fernando de Azevedo procura analisar historicamente a situação da ciência no Brasil, desde a época dos descobrimentos, os diversos entraves existentes ao desenvolvimento científico, as condições sociais, culturais e econômicas que dificultaram o surgimento aqui de um processo similar ao que ocorreu em muitos países desenvolvidos. Dedicou alguma atenção à questão da mentalidade pre-

dominante no Brasil, desde a Colônia, no que se refere à experimentação científica.

Por trás de sua análise, sobressai uma postura política clara, retrato do pensamento progressista da época, acerca da importância da educação e da expansão e melhoria do ensino para a construção de uma nação social e economicamente desenvolvida. Na base desta concepção, que perpassa todo o livro, está a idéia que o ensino deve estar associado à pesquisa científica e que é importante o *saber desinteressado*, para usar uma expressão bem em voga na época sobre a importância da pesquisa básica. Em particular, reconhece o potencial das universidades e sua importância, mas não deixa de lembrar que, na história da América Latina, as universidades nem sempre foram garantia de desenvolvimento científico e de educação de qualidade e que foram mesmo, em muitos momentos, baluartes do pensamento conservador e dotadas de grande inércia institucional.

Fernando Azevedo, no final da introdução, busca sintetizar um desses aspectos importantes de sua exposição: "Parece também ter ficado claro que, se as idéias que podem determinar o processo cultural e educacional tiveram sua origem do processo

social e do conjunto das forças econômicas, sociais e políticas, pode acontecer também que nesse mesmo processo e nas próprias transformações de estrutura social tenham nascimento, ideologias e preconceitos que constituem obstáculos ao progresso do pensamento científico em vários setores culturais. É todo um sistema, mais ou menos complicado, de estímulos e freios por força dos quais podem ser desenvolvidas ou entravadas as atividades científicas em qualquer de seus domínios."

O livro, apontando para o futuro, olha para o nosso passado das primeiras expedições científicas, de um sistema político e econômico rigidamente controlado pela metrópole que, no período colonial, fechava o país ao comércio estrangeiro, de mercadorias e idéias. Lembra-nos a precariedade do sistema educacional, a estrutura de um ensino superior que, na época do Império, guardava seu caráter elitista e utilitário, e os marcos de uma cultura dominada pela influência generalista e retórica em detrimento da experimentação e do estudo científico aprofundado. Mas ao mesmo tempo destaca a dedicação, o trabalho árduo e as conquistas científicas aqui alcançadas, a duras penas e em condições adversas, por estudiosos brasileiros e estrangeiros ao longo de quatro séculos e meio. E reafirma insistentemente a importância da pesquisa científica e a crença na mudança do país. O livro foi, ao mesmo

tempo, conseqüência e boa fundamentação para o arrojado de Fernando de Azevedo e seus colaboradores nas lutas pela reforma educacional.

É interessante se comparar alguns aspectos da situação da ciência brasileira, em meados da década de 50, com o quadro atual. Se tivemos um grande crescimento quantitativo e qualitativo em várias áreas, no entanto muitas das mazelas e entraves apontados no livro perduram.

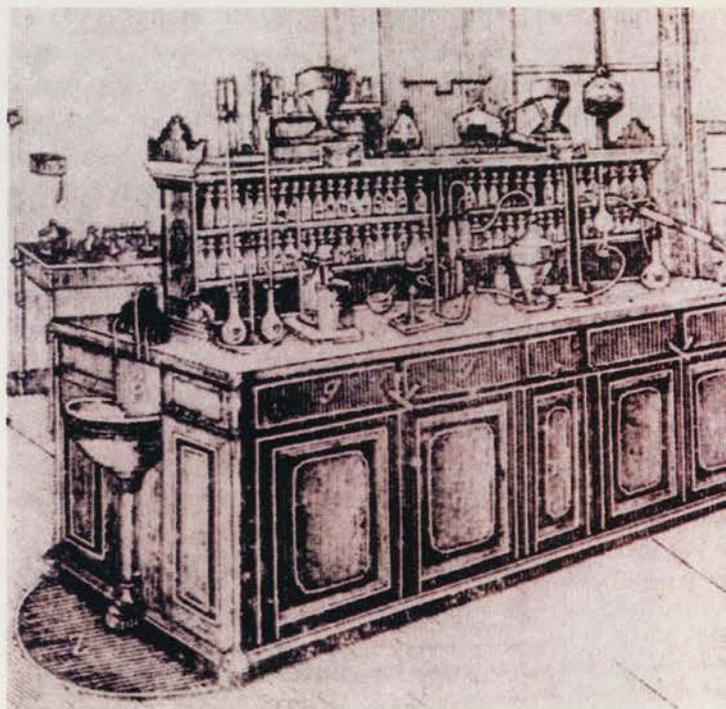
O número de cientistas e de estudantes cresceu muito com a criação dos cursos de pós-graduação; do mesmo modo surgiram em todo o país, nem sempre com a qualidade defendida com especial ênfase por Fernando de Azevedo, instituições e grupos de pesquisas nas mais variadas áreas. No entanto, do lado das políticas governamentais e do estabelecimento de uma visão cultural mais ampla que a educação científica e um desenvolvimento em ciência e tecnologia adequado aos tempos atuais, os avanços alcançados estão longe de ser suficientes.

Também não fica muito distante da verdade atual a observação crítica de Fernando de Azevedo sobre nossas universidades: "Pois não é menor o perigo que oferece à cultura científica o desmesurado crescimento quantitativo de universidades e, particularmente de faculdades de filosofia, ciências e letras, cuja expansão numérica não se tem feito nem poderia fazer-se senão a preço da qualidade de ensino, que se inaugu-

rou num baixo nível e cuja degradação progressiva terá de forçosamente abrir caminho, em prejuízo do espírito crítico e experimental, ao retorno do ideal antigo e a toda uma espécie de incursões literárias e acadêmicas, mais ou menos dissimuladas sob o nome, o aparato e as roupagens científicas."

Como se trata de uma obra coletiva, o livro não poderia deixar de apresentar hetero-

muitas dificuldades. Não foi adotado um critério unificado para a elaboração dos textos, mesmo no que se refere às referências bibliográficas, e os mesmos nomes surgem, às vezes, grafados de forma diversa em artigos diferentes. Muitos textos se submetidos hoje a uma análise de historiadores teriam apontada, e com razão, no contexto atual, uma ênfase às vezes exagerada em minudências e detalhes cro-



geneidades de estilo, conteúdo e qualidade. Alguns artigos são excepcionalmente bons e retratam o profundo conhecimento e erudição dos autores; certamente cometendo injustiça com outros, menciono particularmente o de Abraão de Moraes e o de Rheinboldt.

A organização de uma obra desse tipo, naquela época, com certeza terá padecido de

nológicos e a ausência de um maior aprofundamento conceitual. Não se poderia esperar também de muitos cientistas, embora dotados de grande cultura e conhecimento de suas áreas, um domínio mais elaborado da historiografia e da reflexão histórica. Algumas falhas localizadas de nomes, datas ou informações ocorrem, como era de se esperar em obra pioneira e com

este porte. Esse pioneirismo é, no entanto, seu principal mérito.

Temos nesta obra, pela primeira vez, a reunião de uma gama enorme de informações sobre as ciências e as técnicas no Brasil, muitas delas ainda por serem estudadas e aprofundadas, e uma abordagem inicial dos dilemas e das circunstâncias que influenciaram o modo como a ciência aqui se desenvolveu (ou não se desenvolveu). E, embutido nela, temos a oportunidade de analisar o pensamento de grandes intelectuais sobre o Brasil dos anos 50 e o papel que imaginavam para a ciência no desenvolvimento do país. É uma obra indispensável que deveria, por tudo isso, estar à disposição de professores, pesquisadores e estudantes nas estantes de nossas bibliotecas.

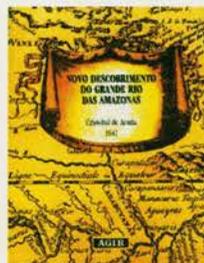
A reedição da UFRJ traz, em acréscimo, uma biografia de cada um dos autores dos artigos que compõem o livro. A preparação da nova edição levou a uma revisão do texto que procurou preservar o caráter documental da obra, fazendo apenas adaptações de atualização ortográfica. Infelizmente, o projeto inicial de incluir, em notas adicionais, comentários atualizados escritos por estudiosos da história destas ciências, e serem efetuados corretivos no caso de informações incorretas, não foi efetivado.

Talvez esteja amadurecendo o momento de se proceder a um novo balanço histórico global das ciências no Brasil, passados 40 anos da

publicação desse primeiro ensaio abrangente. As universidades brasileiras, principalmente as melhores universidades públicas e institutos de pesquisa, que possuem já cientistas qualificados nas diversas áreas e com interesse específico nas histórias de suas disciplinas, assim como pesquisadores e estudiosos da história das ciências, e que armazenam, nem sempre com os cuidados necessários, um acervo importante de livros, documentos e materiais sobre essa história, poderiam estimular e gerar, neste final de milênio, uma nova e ampla releitura histórica do processo de estabelecimento da ciência e da tecnologia no país.

Estariam assim cumprindo melhor o papel crítico que lhes compete e atenuando algumas observações desabonadoras, e freqüentemente corretas, sobre sua inércia institucional, similares às considerações feitas por Fernando de Azevedo. E a melhor maneira de se prestar uma merecida homenagem a esse grande educador brasileiro, pelo seu centenário de nascimento, seria, por exemplo, buscar contribuir de fato para a melhoria do ensino científico nas escolas de primeiro e segundo grau e para a difusão, entre os jovens, de uma mentalidade mais voltada para as concepções e os métodos científicos.

Ildeu de Castro Moreira
Instituto de Física,
Universidade Federal do Rio de Janeiro.



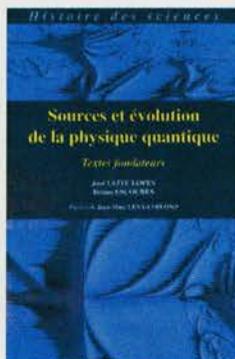
Novo descobrimento do grande rio das Amazonas

Cristóbal de Acuña. Rio de Janeiro, Agir, 1994.

A obra apresenta a descrição da viagem do padre Cristóbal de Acuña que, em 1639, descobriu o rio Amazonas, como escrivão e observador da frota de Pedro Teixeira, navegante e explorador português. Jesuíta espanhol, fiel servidor de sua Ordem, defende em seu relato a liberdade dos índios, opondo-se com energia à tentativa dos expedi-

cionários de aprisionarem índios para serem vendidos aos colonos do Pará. Deslumbrado com as riquezas naturais da região e suas possibilidades econômicas, reúne informações sobre os hábitos da população local, repetindo por vezes informações marcadas pelas fantasias do etnocentrismo europeu (mulheres guerreiras, índios que andavam com os pés invertidos etc.).

O prefácio da historiadora Maria Yedda Linhares situa o texto na conjuntura ibérica da primeira metade do século XVII e resume as principais controvérsias atuais sobre o determinismo ecológico, ressaltando a contribuição da etno-história moderna para o conhecimento da demografia amazônica.



Sources et évolution de la physique quantique – Texts fondateurs

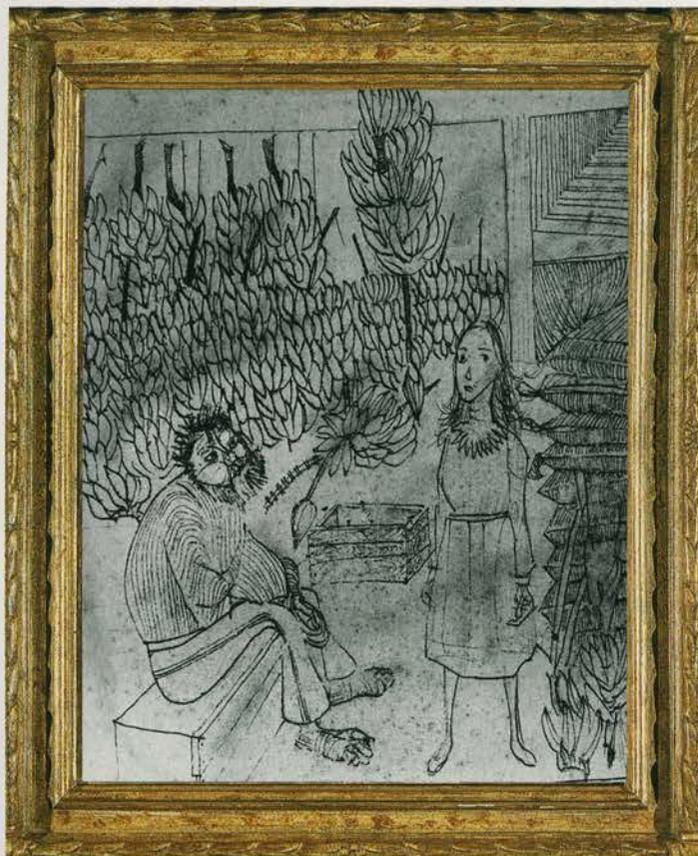
José Leite Lopes e Bruno Escoubès. Paris, Masson, 1995.

Uma fonte rica para pesquisadores e estudantes, particularmente de física e de história da ciência, esta coletânea reúne artigos clássicos da física quântica, abrangendo um

período que vai da origem da idéia de quantização da energia até a unificação das interações fundamentais. Os artigos, traduzidos do inglês ou alemão para o francês, estão dispostos em ordem cronológica e são acompanhados de comentários que permitem situá-los no contexto de sua época e apreciar seu significado para o desenvolvimento da física.

Além dos comentários introdutórios dos organizadores da coletânea, a obra contém artigos de Planck, Einstein, Rutherford, Pauli, Uhlenbeck e Goudsmit, Fermi, Bose, de Broglie, Schrödinger, Heisenberg, Born, Bohr, London e Bauer, Dirac, Feynman, Yukawa, Weinberg e Fayet.

Houve Um Tempo Em Que Negociar Custos De Fitolito Podia Significar A Continuação Ou O Fim De Um Projeto Gráfico.

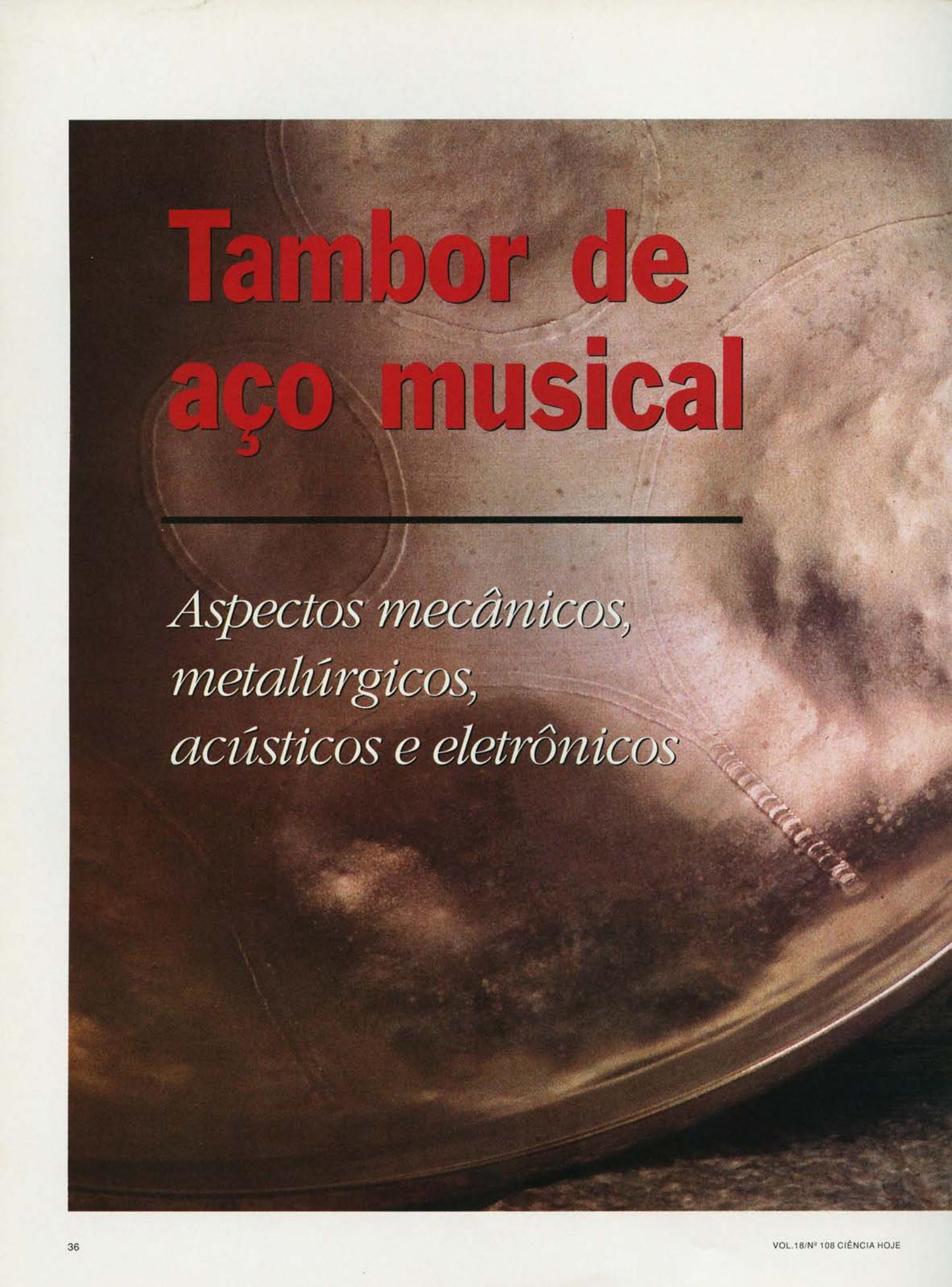


Este é um tempo passado. Uma época em que informática e fitolito eram realidades distantes. O Studio Portinari nasceu a partir de uma base digital. Um fitolito equipado com sistema Scitex de última geração, instalado na Torre Rio Sul e que contratou e formou profissionais do mais alto nível para sua operação. Com esta configuração empresarial, você ganha qualidade e velocidade a um só tempo. Mais ainda, você negocia um fitolito calculado na relação direta homem/computador/hora, onde o preço depende de um tempo muito menor que o convencional. Ligue para o Studio Portinari e negocie seu fitolito. Você não vai negociar bananas mas seu trabalho vai ser tratado com o mesmo respeito e dedicação que esta obra de Candido Portinari.



TORRE DO RIO SUL - 27º ANDAR - RJ - TEL.:(021)542-7979 - FAX.: 542-7692





Tambor de aço musical

*Aspectos mecânicos,
metalúrgicos,
acústicos e eletrônicos*



**Clement Imbert
Derek Gay e Brian Copeland**

*Faculdade de Engenharia,
Universidade das Antilhas,
St. Augustine, Trinidad.*

Em Trinidad-Tobago, o tambor de aço é considerado o único instrumento musical verdadeiramente novo inventado no século XX. Sua criação e origem são atribuídas a diferentes lugares e indivíduos, e constituem questões que talvez jamais venham a ser plenamente respondidas.

O que parece certo, porém, é que o tambor de aço evoluiu a partir de instrumentos de percussão bastante rudimentares – baldes de aço, grandes latas de biscoito, latas de lixo e assim por diante – usados pelas bandas carnavalescas de Trinidad em fins da década de 30. Este artigo apresenta um esboço de pesquisa já realizada e de outra que está sendo conduzida atualmente pela

Faculdade de Engenharia da Universidade das Antilhas,

sobre os aspectos mecânicos, metalúrgicos, acústicos e eletrônicos do tambor de aço.





O tambor de aço, comumente chamado apenas de tambor, é um instrumento originário de Trinidad-Tobago, tradicionalmente feito a partir de tambores comuns de petróleo. A extremidade plana do tambor é afundada de modo a formar uma superfície elipsoidal, para ser tocada; a parte cilíndrica (ou 'saia') é cortada em comprimentos variados, dependendo do som que se deseja produzir. Antes da afinação, as 'notas' do tambor são traçadas e separadas por sulcos plasticamente deformados, o que se faz habitualmente com o emprego de martelo e punção. Com alguma frequência, os instrumentos são cromados, particularmente aqueles que devem executar sons mais agudos.

As propriedades tonais e acústicas do tambor de aço dependem da composição do metal, de suas propriedades elásticas (espessura e estado de tensão), do tamanho, forma e colocação da borda que delimita as notas, da saia e do método de fixação desta à bacia. Até hoje, os afinadores têm feito variações de alguns desses parâmetros quase sempre por tentativa e erro. Desde que o instrumento

surgiu, há cerca de 50 anos, os progressos obtidos têm sido principalmente fenomenológicos. No entanto, várias tentativas vêm sendo feitas para quantificar cientificamente a produção e as propriedades do tambor de aço. Tais esforços servirão sem dúvida para acelerar o desenvolvimento do instrumento.

Método tradicional de fabricação do tambor

Os tambores de lata originais evoluíram naturalmente para outros feitos de um material acessível e maior, um contêiner de aço que podia ser confortavelmente segurado por uma pessoa: o tambor de petróleo padrão, com 67 cm de diâmetro, feito de aço doce de cerca de 1,2 cm de espessura. O método tradicional de fabricação do tambor foi muito bem documentado por R. A. Dennis, no artigo 'A Preliminary Investigation of the Manufacture and Performance of a Tenor Steelpan', publicado no *West Indian Journal of Engineering* (abril, 1971).

A fabricação de um tambor de aço segue as seguintes etapas: afundamento, marcação e sulcagem, corte, formação das notas, tratamento térmico, afinação. Depois disso, o tambor poderá então ser cromado, com finalidade estética e também para maior durabilidade e qualidade tonal.

A primeira etapa de fabricação consiste no afundamento de uma bacia lisa e côncava, que é obtida martelando-se a extremidade do contêiner. O tambor cuja extremidade é afundada ao máximo (15-20 cm) é o instrumento principal, denominado tenor; a profundidade diminui até chegar ao baixo, no qual



Figura 1. Tambor de petróleo padrão com 1 m de comprimento e 670 mm de diâmetro, com as notas marcadas na superfície que é tocada. No tambor real, essa superfície é afundada a cerca de 15-20 cm, para se obter um tambor tenor.



Medições acústicas

Várias medições acústicas possibilitam a verificação e a calibragem do modelo numérico. Sem o benefício de uma câmara anecóica verdadeira, é proposto o uso de um sistema de aquisição de dados e espectrometria por retardo de tempo (em inglês, TDS), com um microfone padrão de referência. Medições diretas das vibrações de superfície também serão feitas com transdutores piezelétricos desenvolvidos atualmente por Copeland, para amplificação do tambor (reforço do som).

Nas medições físicas, sugere-se o uso de um método óptico para determinar a interpretação tridimensional da superfície do instrumento (suas coordenadas cartesianas x, y, z). Esse método está em estágio avançado de desenvolvimento no Laboratório de Óptica do Departamento de Engenharia Elétrica e Computacional da Universidade das Antilhas.

Para quantificar de modo acurado todos os parâmetros do tambor, devem ser usadas técnicas modernas de medição, que possam determinar todos os atributos e propriedades do instrumento. Desta forma, seria possível se chegar a uma padronização efetiva.

A modelagem numérica, com o uso de técnicas como o método de elementos finitos, é necessária para determinar os efeitos relativos da multiplicidade das variáveis que contribuem para o som total do tambor. Modelos teóricos devem ser aperfeiçoados por testes físicos empíricos sobre os tambores existentes, num processo interativo experimental.

Transdutores fonocaptadores elétricos podem favorecer uma compreensão mais completa dos efeitos dos diferentes parâmetros do tambor, para que se obtenha filtragem eficiente, amplificação, equalização e todas as outras vantagens da eletrônica digital. Isto tudo tem uma significativa importância para um grande problema desses tambores – o tamanho incômodo da saia dos instrumentos de som mais grave.

O uso de ferramentas flexíveis é recomendado para a manufatura dos tambores de aço, em especial os de tom mais agudo. Isso removeria algumas de suas limitações atuais de formato, tamanho e material, ao permitir o uso de um aço mais adequado e de melhor qualidade, garantir uma reprodutibilidade maior e tornar praticamente insignificante o custo dos protótipos e da operação de uma fábrica-piloto.

notas mais agudas. Os afinadores de tambor descobriram que o aço com teor de carbono inferior a 0,1% é demasiado dúctil para os sons mais agudos e exige mais trabalho para atingir a dureza requerida para o som desejado nas notas altas. Aços com teor de carbono superior a 0,2% tendem a se quebrar durante o processo tradicional de afundamento manual.

Produção mecanizada

A mecanização da produção dos tambores de aço teria inúmeras vantagens. O uso convencional de punções e matrizes seria muito dispendioso, considerando-se o elevado custo destas, custo esse que precisaria ser compensado com um grande número de prensagens. Métodos menos dispendiosos têm sido usados para mecanizar a produção dos tambores. Foram testados tambores moldados por repuxamento hidráulico ou rotativo. Apesar dos bons resultados obtidos, eles apresentam limitações. A moldagem com almofadas de borracha elimina as limitações desses métodos.

Dennis investigou também as propriedades acústicas de um tambor tenor típico da época (1971), medindo a resposta em frequência e as formas modais de cada nota. Transdutores mecânicos de impedância foram usados para estimular e medir as frequências de cada nota/som. Dennis tratou as notas como membranas

Mecânica e metalurgia

Nas experiências que realizou com tambores tenor, R. A. Dennis verificou que a superfície afundada (a que é tocada) era trabalhada e reduzida até quase a metade de sua espessura original num raio de cerca de 70 mm a partir do centro, ficando com 60% da espessura original do metal. Dennis descobriu que o método de tratamento térmico comumente usado (invertendo-se o

tambor apoiado em tijolos, sobre as chamas de um pneu de carro usado) resultava numa distribuição de temperatura de cerca de 470^o C no centro do tambor até 680^o C nas notas externas. Esse processo de cozimento subcrítico produzia um eficaz alívio de tensão.

O efeito final do maior estiramento do metal e das temperaturas mais baixas torna os sons do segmento interno do tambor mais acessíveis às



vibrantes com diferentes condições de contorno, porém não conseguiu modelar adequadamente as frequências medidas com as técnicas analíticas conhecidas na época.

Ele concluiu que “é provável que a qualidade tonal das notas dependa mais dos sons irradiados pelas vibrações de outras partes do tambor do que dos harmônicos das próprias notas”. Isso foi confirmado por trabalho realizado por Clement Imbert, no Instituto de Pesquisa Industrial do Caribe, em Trinidad, e por David Palett, no Laboratório de Pesquisa da Universidade da Pensilvânia.

Brian Copeland estudou, no *West Indian Journal of Engineering* (junho, 1994) a amplificação do tambor, trabalhando no projeto de fonocaptadores elétricos, especialmente em *strain gages*, sensores piezelétricos e transdutores eletromagnéticos de relutância variável. Ele testou dois tipos de fonocaptadores de contato. Na primeira tentativa, empregou *strain gages*, estimulado por informações encorajadoras sobre sua aplicação em guitarras. Depois experimentou fonocaptadores piezelétricos.

O desempenho da unidade de seis baixos com os *strain gages* foi considerado satisfatório. No entanto, a comparação com outros métodos de fonocaptação foi desfavorável. Embora sua eficácia não tenha sido plenamente avaliada em todas as extensões do instrumento, antecipa-se que o desempenho dos fonocaptadores



piezelétricos venha a superar até mesmo o dos fonocaptadores magnéticos. Isto pressupõe o uso de sensores de alta qualidade como, por exemplo, os feitos de *Kynar*.

O efeito dessas técnicas de amplificação quando as bandas se apresentam em palcos ainda deverá ser plenamente avaliado. Um dos maiores problemas, por exemplo, é a grande superfície do tambor, o que o torna particularmente suscetível à realimentação acústica. Esses problemas serão abordados em pesquisa ainda a ser realizada.

Pesquisas na Universidade das Antilhas

Os processos Marform e Guerin de moldagem com almofadas de borracha também podem ser usados para dar forma à bacia do tambor de aço. O processo Guerin tem as vantagens da

simplicidade, do uso de uma matriz fêmea e a moldagem da saia junto com a bacia se torna relativamente fácil.

A moldagem com almofadas de borracha tem ainda a vantagem de que o metal pode ser estirado de maneira relativamente uniforme sobre a superfície inteira de execução do instrumento, podendo-se igualmente obter espessuras diversas até certo ponto, como demonstrou uma pesquisa realizada na Faculdade de Engenharia da Universidade das Antilhas.

Aspectos acústicos e eletrônicos

Diante da multiplicidade de variáveis que afetam a nota, existe a necessidade de um modelo adequado, capaz de analisar as características desse instrumento através de suas inúmeras configurações possíveis.

FOTOS ALESSANDRO MEIGUINS / INSTRUMENTO CEDIDO POR DECIO GIOIELLI.



SELOS DA COLEÇÃO PARTICULAR DO MESTRE RUY WANDERLEY.

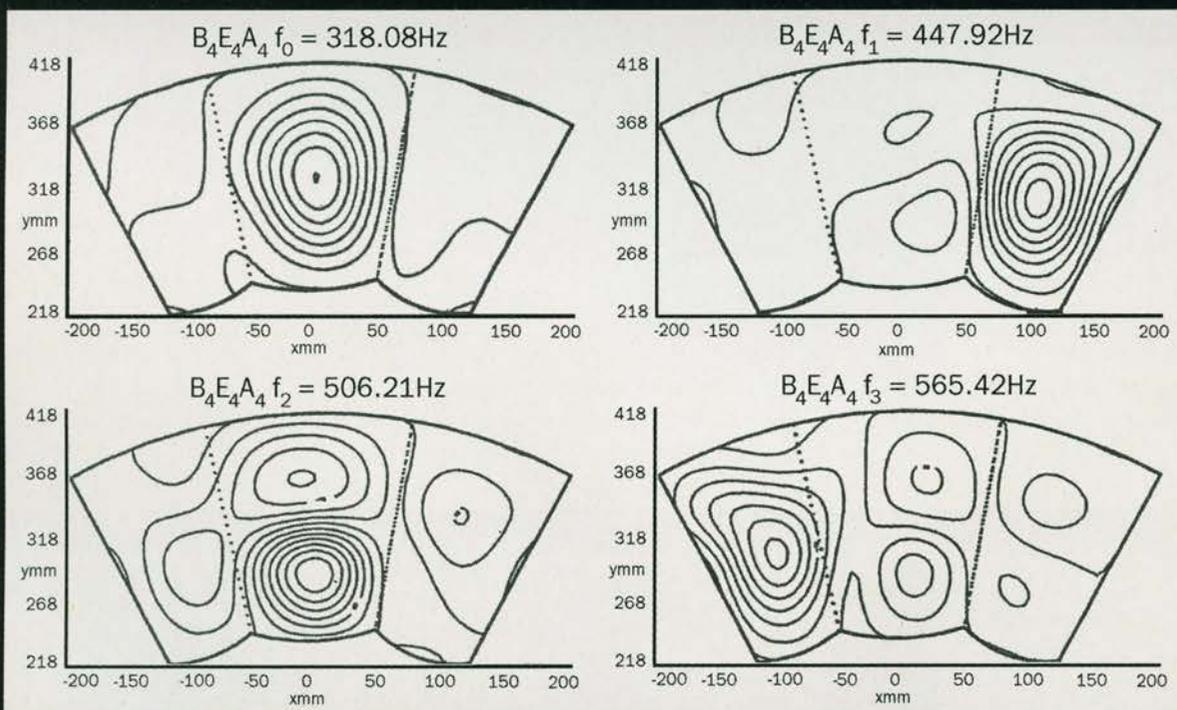
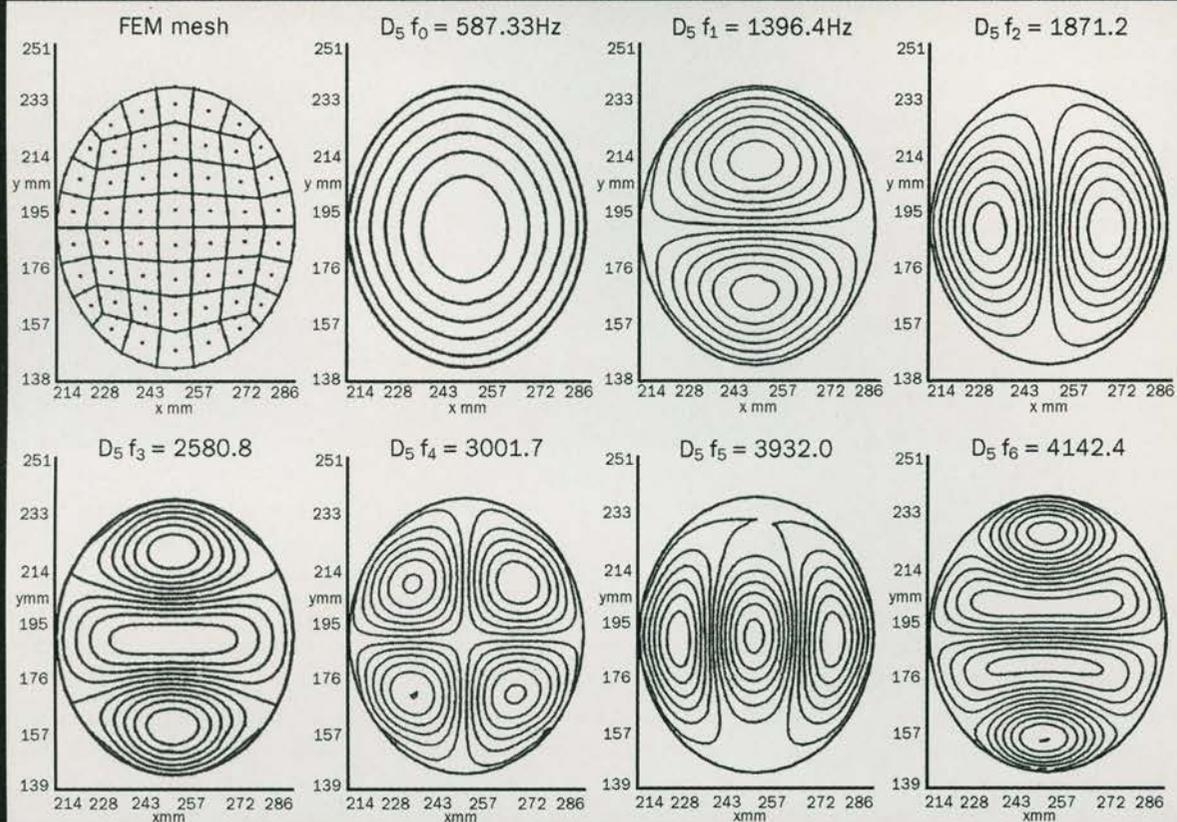


Figura 4. Formas modais das notas isoladas, localizadas na superfície interna (em cima) e na borda externa (embaixo) do tambor.

Qualquer modelo deve ser capaz de descrever o comportamento da superfície total do tambor. O modelo proposto baseia-se no método dos elementos finitos (em inglês, FEM) de análise, uma técnica numérica idealmente apropriada aos sistemas físicos complexos, como os exemplificados na casca composta e duplamente curva do tambor.

Devido à natureza computacional do método dos elementos finitos, seu aparecimento, no início da década de 70, como ferramenta de análise de engenharia foi grandemente facilitado pelo desenvolvimento dos computadores de alta velocidade. Esse método tem sido usado para estudar sistemas tão diversos como as características vibracionais das pás das turbinas em sistemas de propulsão a jato e o comportamento acústico do tímpano de um gato.

No presente contexto, o campo estudado compreende a superfície de execução e a saia do instrumento, feitas de metal deformado. As expressões que descrevem as vibrações características das cascas, em termos de propriedades materiais e dimensões, são aplicadas a cada elemento. As equações resultantes são

então reunidas para 'reconstruir' a superfície inteira, obtendo-se os parâmetros de deslocamento desejado mediante a solução do conjunto resultante de equações de álgebra linear. Os parâmetros de interesse, neste caso, são as frequências (autovalores) e seus respectivos campos de deslocamento (autovetores), usados para construir as formas modais das superfícies vibratórias.

Foram realizadas análises com o método de elementos finitos de uma placa Mindlin, quadrada e uniforme, incluindo os efeitos da inércia rotativa e as tensões iniciais. O programa para o cálculo dos elementos finitos por computador foi adequadamente modificado, de modo a considerar as formas irregulares das notas do tambor, e usado para efetuar análises similares dessas notas. As discretizações de elementos finitos nos modelos transformados de placas empregadas na análise das notas isoladas localizadas na superfície interna e naquelas situadas na borda exterior são mostradas na figura 4.

Sugere-se o uso do método dos elementos finitos incorporando elementos isoparamétricos

tridimensionais de cascas duplamente curvas para a análise do tambor. Modelos numéricos desse tipo têm a capacidade de examinar a resposta em frequência e as formas modais de metais com qualquer combinação de propriedades, forma e espessura, por mais complicada que seja a distribuição das notas e das propriedades dos materiais empregados. Assim, tal modelo promoveria a otimização do processo de avaliação do efeito da colocação das notas sobre as características do instrumento como um todo (superfície de execução e saia).

Métodos ópticos também têm sido empregados para interpretar as propriedades vibratórias dos instrumentos musicais acústicos, uma vez que proporcionam informações úteis a respeito dos parâmetros de projeto. Contudo, tais métodos ainda requerem a confecção de um modelo físico do sistema (o instrumento real) para a testagem de cada configuração distinta; os modelos gerados em computadores não têm essa necessidade.

*Tradução de
Maria Esther Duque-Estrada.*



EPIDEMIA: UMA QUES



TÃO PARA A FÍSICA?

De forma quase periódica, a humanidade é acometida por grandes ondas epidêmicas de graves conseqüências. Fatores como a deterioração imunológica da população e o aparecimento de variedades mutantes de novos agentes infectantes precisam ser considerados e são, às vezes, difíceis de controlar. Quando vários desses fatores coincidem, uma doença poderá afetar grande número de pessoas e estender-se por vastas regiões geográficas, instalando-se o estado epidêmico.

Ao contrário de outros ramos das ciências médicas, a epidemiologia se ocupa de conjuntos de pessoas e não do indivíduo. Por isso, freqüentemente, seu estudo requer instrumentos operacionais fornecidos pela estatística e conceitos, como o de percolação, emprestados à física. A percolação serve como modelo para prever quando uma doença infecciosa passará da fase endêmica para a epidêmica, o que é importante para planejar com eficiência campanhas de vacinação e outros meios para combatê-la.

Claudia B. dos Santos

*Departamento de Geologia,
Física e Matemática.*

Afonso Dinis Costa Passos

Departamento de Medicina Social.

**Marco Antonio A. da Silva e
Antonio Caliri**

*Departamento de Física e Química,
Universidade de São Paulo,
Ribeirão Preto.*

O estudo teórico das epidemias requer um tratamento multidisciplinar. Da física, por exemplo, vem o conceito de percolação, que pode ser ilustrado pelo escoamento de um líquido através de um meio poroso, como um filtro. Assim é possível fazer uma analogia entre a percolação e o fenômeno epidêmico. Ao mesmo tempo, o aumento e o declínio de uma doença contagiosa são fenômenos probabilísticos, que dependem da transferência de uma dose efetiva do agente patogênico de um indivíduo infectado para outro suscetível de contágio.

Após a instalação da epidemia, apenas uma fração de indivíduos continua suscetível à doença, de modo que a imediata reintrodução da infecção não resultaria em nova epidemia. Neste caso, diz-se que a população apresenta uma elevada imunidade de massa ou 'de rebanho': o grande número de indivíduos resistentes acaba criando uma barreira à circulação do agente infectante, que protege os que ainda não haviam contraído a doença.

Ao longo do tempo, contudo, a população torna-se novamente suscetível. As razões para isso são genéricas: deterioração da imunidade, morte de indivíduos imunes em decorrência de outros fatores; aumento dos não-imunes por conta de nascimentos. Um alerta epidêmico é acionado sempre que o número de casos supera as expectativas de normalidade, embora flutuações sem maiores consequências possam ocorrer (ver 'Epidemias: formulação clássica').

O estudo de uma epidemia trata basicamente da evolução do número de casos por unidade de tempo, não considerando a distribuição espacial da população. Uma outra alternativa – a que adotamos aqui – é estudar o fenômeno em seu aspecto geográfico mais extremado, isto é, quando uma determinada região é afetada de modo extensivo, nela se instalando o que chamamos de 'estado epidêmico'.

EPIDEMIAS: FORMULAÇÃO CLÁSSICA

Ao longo da história, têm sido relatados grandes desastres epidêmicos, como a 'peste negra' do século XIV, que matou cerca de 25 milhões de pessoas numa população de 100 milhões. Em nosso século, a *influenza*, conhecida como gripe espanhola, deflagrada em 1919, logo após o fim da Primeira Guerra Mundial, fez quase 20 milhões de vítimas na Europa e nas Américas. A malária pode ser considerada um exemplo atual de epidemia de grandes proporções, com aproximadamente 200 milhões de casos e um milhão de óbitos por ano. Outro exemplo é a Aids, com grande chance de vir a se tornar uma epidemia generalizada.

A primeira notificação histórica de uma endemia foi feita pelo mais ilustre historiador grego, Tucídides, autor da *História da Guerra do Peloponeso*, travada entre Atenas e Esparta no século V a.C. No livro, ele descreve a 'praga de Atenas' com grandes detalhes. Apesar disso, nunca se identificou essa doença fatal e misteriosa.

Só no século passado, deu-se a primeira tentativa de abordagem quantitativa do fenômeno epidêmico, feita pelo estatístico e médico inglês William Farr. Quando a varíola assolou a Inglaterra, de 1837 a 1839, Farr organizou os casos em períodos trimestrais, o que lhe permitiu concluir que a incidência da doença ao longo do tempo obedecia a uma curva semelhante à curva normal, a qual tem a forma de um chapéu mexicano.

O modelo conhecido como SIR permite examinar alguns aspectos gerais da formulação clássica do problema epidêmico. Apesar de primitivo, ele pode descrever de modo correto a evolução de certas doenças, como a 'praga epidêmica de Bombaim', que grassou naquela cidade portuária da Índia de 1905 a 1906.

Considere-se uma população N dividida em três classes, com respeito a uma determinada doença transmissível, que desenvolve imunidade: S (indivíduos suscetíveis), I (infectados que podem transmitir a doença) e R (os removidos, isto é, tanto os que morreram da doença como os que adquiriram imunidade e não mais a transmitem). A evolução da doença se dá conforme o esquema $S-I-R$, no qual $S(t)$, $I(t)$ e $R(t)$ representariam o número de indivíduos em cada classe ao longo do tempo. Admite-se que as três classes se encontram distribuídas uniformemente, o que significa que qualquer par de indivíduos tem a mesma chance de se encontrar na população.

As seguintes suposições podem ser feitas imediatamente: 1) a taxa de aumento dos infectados é proporcional ao número de infectados e suscetíveis, isto é, vSI , em que $v > 0$; 2) os suscetíveis decrescem, evidentemente, na mesma razão, vSI ; 3) a taxa de remoção dos infectados é proporcional ao número de infectados, isto é, λI , com $\lambda > 0$; 4) o período de incubação é desprezível: quando contrai a doença, um indivíduo suscetível passa imediatamente a pertencer à classe dos infectados.

O modelo implica as seguintes relações:

$$dS/dt = -vSI \quad (a)$$

$$dR/dt = \lambda I \quad (b)$$

$$dI/dt = vSI - \lambda I \quad (c)$$

nas quais v é a razão de infecção e λ a razão de remoção dos infectados. Temos ainda que $S(t) + I(t) + R(t) = N$, em que N , o tamanho total da população, é constante.

Nas condições iniciais, isto é, quando $t = 0$, a questão central é saber se o número de infectados aumentará ou não e, em caso afirmativo,

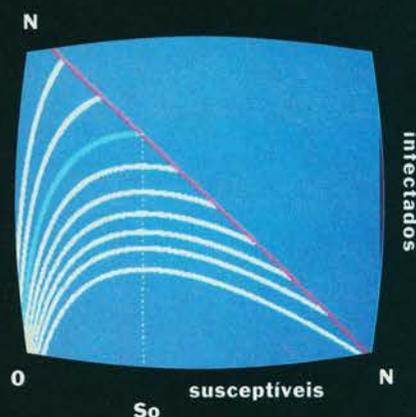


Figura 1. Número de infectados (I) em função dos suscetíveis (S), segundo o modelo SIR. Cada trajetória corresponde a um valor particular inicial $S = S_0$ de suscetíveis, com $S_0 + I_0 = N$ e $N = 1000$. Formalmente uma epidemia existe se $I(t) > I_0$ durante algum período de tempo, situação que sempre ocorre quando $S_0 > S_c$.

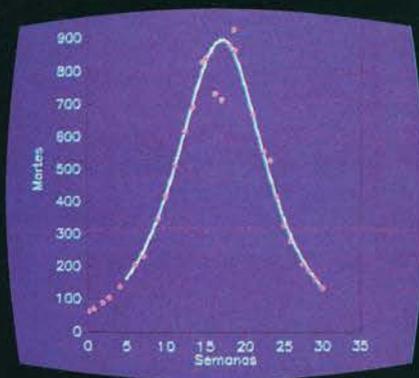


Figura 2. Comparação entre dados (pontos) e predição teórica (curva contínua) do modelo SIR, para a praga de Bombaim, (1905-1906).

discutir conceitualmente o aspecto técnico da questão: trata-se ou não de uma epidemia?

Certas condições iniciais impedem que o número de infectados somente decresça ao longo do tempo. Isto se dá quando, pela equação (7), tivermos:

$$dI/dt = (-1 + \rho / S) dS \leq 0, \quad (e)$$

que fornece $S \leq \rho$, isto é, os suscetíveis em número igual ou menor que a relação entre a razão de remoção e a razão de infecção. Se para qualquer fração de tempo essa relação é satisfeita, isto é, se $S_0 \leq \rho$ (visto que o número de indivíduos suscetíveis ao longo do tempo é necessariamente uma função monotonamente decrescente), a epidemia não ocorrerá: o número de infectados permanecerá constante ou decrescerá em relação aos prognósticos baseados no número de casos iniciais.

Contudo, se o número de indivíduos suscetíveis for maior do que ρ , o número de infectados ao longo do tempo crescerá inicialmente e teremos então uma epidemia. Assim, uma epidemia estará caracterizada quando $I(t) > I_0$ para algum tempo $t > 0$.

Dessa perspectiva, temos que: "Se I_0 é o número de casos esperados, uma epidemia é constatada se o número de indivíduos com a doença superar este valor, isto é, se $I(t) \geq I_0$ para algum tempo t ."

Para aplicar este modelo ao caso da 'praga de Bombaim' precisamos de uma solução que envolva o número de removidos em função do tempo. Essa praga, que durou ao redor de um ano, teve baixa incidência mas foi cruel, pois quase todos os infectados morreram. Essas duas observações significam, respectivamente: 1) a quantidade $R(t)/\rho$ é pequena, ou seja, $R(t)/\rho < 1$ para qualquer tempo t , pois $1/\rho$ tem o significado de [razão de infecção: pequena]/[razão de remoção: grande]; 2) o número de mortos por unidade de tempo é aproximadamente igual ao número de removidos por unidade de tempo, ou seja, número de mortes = dR/dt .

Combinando então as equações (a) e (b) com o fato de que $S(t) + I(t) + R(t) = N$, obtemos:

$$dR(t)/dt = \lambda \{N - R(t) - S_0 \exp(-R(t)/\rho)\}, \quad (9)$$

e usando o fato discutido acima, de que $R(t)/\rho$ é sempre pequeno, obtemos após um pouco de álgebra:

$$dR(t)/dt = \gamma [\text{sech}(\omega t - \theta)]^2, \quad (10)$$

onde γ , ω e θ são funções dos parâmetros S_0 , ρ , λ e N . A figura 2 mostra os dados reais da praga de Bombaim, e a curva teórica para os parâmetros $\gamma = 890$, $\omega = 0,2$ e $\theta = 3,4$. São esses os parâmetros que reproduzem o melhor ajuste da curva gerada pela equação (10) acima com os valores obtidos dos dados reais da epidemia.

tivo, como a doença se desenvolverá com o tempo. Um detalhe importante também é saber quando ela começará a declinar.

As equações (a) e (c) podem ser combinadas, de modo a dar uma solução que envolva apenas S e I :

$$I = I_0 + (S_0 - S) + \rho \ln(S/S_0), \quad (d)$$

em que $\rho = \lambda/\nu$. Na figura 1 temos o número de infectados I em função do número de suscetíveis para vários valores de S_0 e $\rho = 350$.

Com a ajuda dessa figura, podemos agora

O MODELO DA PERCOLAÇÃO

Com a analogia entre percolação e epidemia, pode-se caracterizar a difusão generalizada da doença através de parâmetros que determinam a transição do estado endêmico para o epidêmico. No primeiro, indivíduos ou pequenos grupos infectados ficam isolados entre elementos sadios, formando 'ilhas'. No estado epidêmico, grupos de indivíduos infectados se conectam geograficamente uns com os outros, formando um agregado 'percolante' que atravessa toda a área considerada (ver 'Percolação').

Para fazer a analogia entre percolação e fenômeno epidêmico, consideramos a população de uma determinada região, subdividindo-a em pequenos quadrados, a princípio de qualquer tamanho. Cada quadrado, que chamaremos de 'sítio', representa uma microrregião ou mesmo um indivíduo, dependendo do sistema em questão. Existem apenas duas possibilidades: o sítio está infectado ou não.

Podemos imaginar, por exemplo, uma plantação uniforme de laranjeiras, cada árvore ocupando um sítio da rede (figura 9). Assim estabelecemos que: a) a rede é quadrada e cada sítio representa um elemento da população; b) há duas possibilidades de estado para cada sítio: ocupado ou vazio. Cada um pode estar ocupado, com probabilidade p , ou va-



Figura 9. Plantação uniforme de laranjeiras. Podemos facilmente imaginar cada árvore ocupando uma célula (sítio) de uma rede quadrada.

zio, com probabilidade $1 - p$. Isto é, p determina a fração de sítios ocupados na rede (probabilidade de ocupação).

Se considerarmos que sítio ocupado corresponde a elemento infectado, a probabilidade p de ocupação assume o significado de suscetibilidade generalizada. No presente caso, cada elemento da população tem o mesmo grau de suscetibilidade, ou seja, cada indivíduo tem a mesma probabilidade de se infectar. Para redes suficientemente grandes e valores de p superiores a um limiar p_c , verifica-se que surge um grande agregado de sítios ocupados – o agregado percolante –, que caracteriza o estado epidêmico. Sob essa condição, toda a região considerada é afetada pela doença (figura 10).

O caso geral, em que cada elemento i da população tem um valor específico $p = p_i$, determina um 'perfil de suscetibilidade' para cada população e para cada doença. Suscetibilidade 's' pode ser des-

PERCOLAÇÃO

A filtragem de ar por uma máscara de gás, em que o elemento filtrante pode ser papel ou grânulos de carvão poroso, se dá através de caminhos tortuosos, uma intrincada malha de dutos comunicantes. Entrando por um dos lados desses caminhos erráticos, as moléculas de ar atravessam armadilhas e obstáculos, deixando partículas que carregam em suspensão. Com o tempo, o aprisionamento dessas partículas e moléculas retidas na máscara vai obstruindo os dutos, o que aumenta a resistência à passagem de ar. Mais um pouco e pronto: o ar não pode passar, porque os dutos não mais se comunicam. Embora nem todas as passagens estejam obstruídas, não há entre os dutos comunicação que permita a drenagem do ar. É como um labirinto sem saída. O elemento filtrante terá que ser substituído ou reconicionado.

O mecanismo acima foi estudado por dois ingleses, o matemático J.M. Hammersley e o engenheiro S.R. Broadbent, que trabalhava numa associação de pesquisa inglesa e na ocasião se dedicava a um projeto de máscaras de gás para minas de carvão. Hammersley era consultor para assuntos de energia atômica do Reino Unido. Ambos estavam interessados no método Monte Carlo de simulação que na época, em 1954, apenas começava a ser conhecido como um novo modelo de simulação baseado em um gerador de números aleatórios. Daí o nome Monte Carlo que lembra Cassino e jogos de azar. Encontraram-se numa festa dada pelo próprio Hammersley, na qual passaram grande parte do tempo discutindo as máscaras de gás de Broadbent.

Hammersley cunhou o termo 'percolação', hoje usado para descrever inúmeros fenômenos. Esse conceito pode ser melhor entendido por meio de um exemplo, como o da figura 3, que ilustra uma situação real, com agrupamentos sólidos obstruindo a passagem de um fluido. A partir de uma determinada concentração de grânulos, deixará de haver conexão entre as extremidades do sistema. Essa situação tem sido mostrada por vários modelos, tanto analíticos quanto numéricos, neste caso com o uso de computadores.

A figura 4 mostra um esquema da situação, em que o conjunto de grânulos é substituído por uma rede hexagonal, a fim de facilitar o exame do problema. A

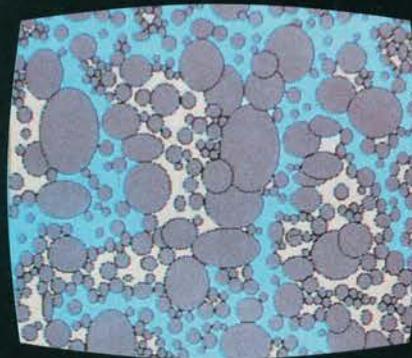


Figura 3. Distribuição aleatória de grãos (terra, por exemplo), dificultando a passagem do fluido.

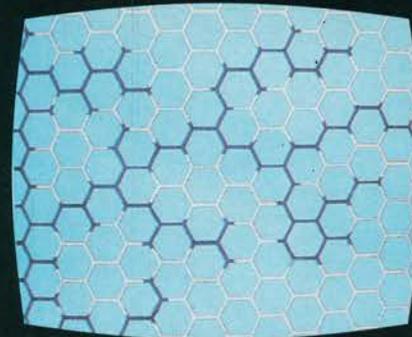


Figura 4. Situação idealizada em que toda a aleatoriedade dos grãos é representada por uma distribuição ao acaso de bloqueios nos dutos (arestas) de uma rede hexagonal.

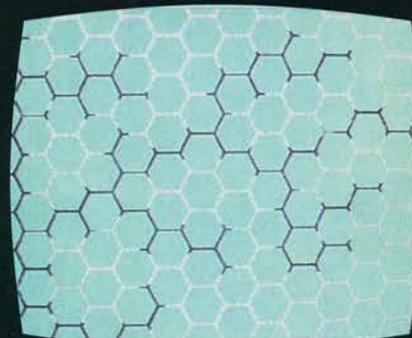


Figura 5. Mapa da conectividade referente à figura 4. Percolação de arestas, cada aresta possuindo somente duas possibilidades: ou está obstruída, com probabilidade p , ou não, com probabilidade $1 - p$.

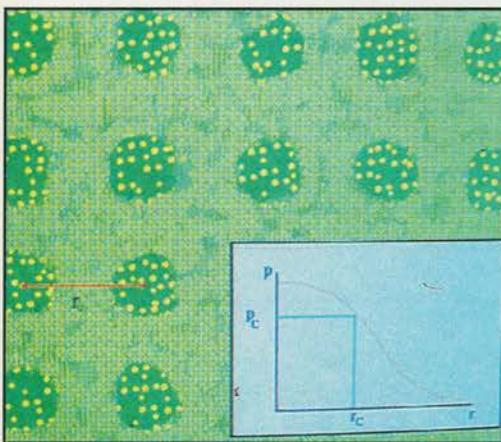


Figura 10. Ilustrando uma aplicação da teoria da percolação: um pomar uniformemente plantado é representado por uma rede quadrada com parâmetro r_0 . A proximidade das árvores pode afetar sua resistência em relação a alguma doença (decorrente, por exemplo, da escassez de luz ou nutrientes). O gráfico mostra uma curva hipotética descrevendo a dependência da probabilidade de contaminação p em relação à distância r entre as árvores: para $r < r_c$, a probabilidade p de que a planta adoça é maior que p_s , o que determina o estado epidêmico com a existência do agregado percolante conectando os extremos da rede.

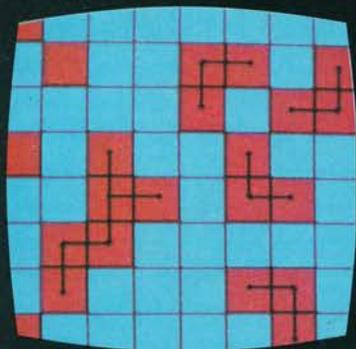


Figura 6. Percolação de sítios, cada um com duas possibilidades: estar ocupado (vermelho) ou não (azul).

aleatoriedade do sistema é representada pela distribuição igualmente aleatória de obstruções nas arestas da rede hexagonal. O processo ilustrado na figura 5 chama-se percolação de arestas, mas também existe um outro processo, que adotaremos aqui, chamado percolação de sítios. A figura 6 ilustra essa situação.

A teoria de percolação se desenvolveu inicialmente dentro do conceito de redes regulares (quadrada, triangular, hexagonal etc.). Partimos, assim, de um objeto geométrico simples e regular, a rede periódica, porém um parâmetro aleatório é incorporado ao sistema: os sítios que vão sendo ocupados, segundo uma probabilidade p chamada 'probabilidade de ocupação', ou não-ocupados, segundo uma probabilidade $1 - p$.

A ocupação é, portanto, totalmente aleatória e independente de sítio a sítio, podendo se formar grupos unidos através de vizinhos adjacentes (menor distância entre dois centros de sítios). A esses grupos chamamos agregados (*clusters*). As figuras 7 e 8 mostram a ocupação de uma rede quadrada (8 x 8) em duas circunstâncias: com $p = 0,4$ e $p = 0,6$. Notamos que na primeira os agregados são pequenos e permanecem isolados por sítios não ocupados, constituindo ilhas; na segunda, um grande agregado conecta o sistema de um extremo a outro. É chamado de 'agregado percolante'.

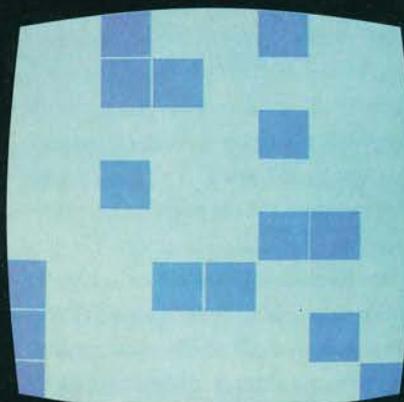


Figura 7. Um sítio ocupado é representado em azul, enquanto o não ocupado aparece em azul claro. Dois sítios ocupados são vizinhos adjacentes se dividem a mesma aresta.

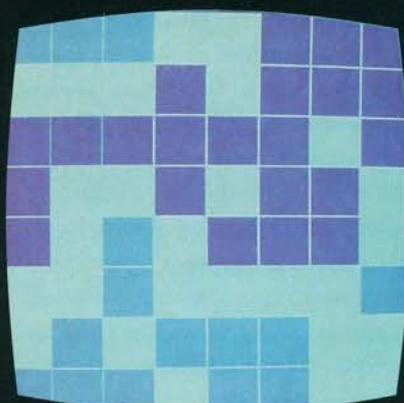


Figura 8. A probabilidade de ocupação determina a fração de sítios ocupados. Nesta figura, $p = 0,6$ e a fração de sítios ocupados $n/M = 0,578 \sim 60\%$ ($n =$ sítios ocupados, $M =$ número total de sítios), que converge para p na medida em que $M \rightarrow \infty$. Note que temos um agregado percolante (azul escuro) ligando um extremo da rede ao outro, o que não ocorre na figura 7.

Quando p é pequeno, poucos sítios são ocupados, formando-se diminutos agregados de sítios ocupados. À medida que p aumenta, esses agregados também aumentam de tamanho. No limite dessas redes muito grandes, ou seja, em redes infinitas, existe um limiar de concentração p_c de tal modo que, para valores de p maiores que os de p_c , o sistema exibiria um agregado percolante infinitamente grande. Contudo, para valores de p inferiores a p_c tal agregado não existe.

Cada rede possui seu limiar de percolação próprio. Na rede quadrada é $p_c = 0,5927$, para o caso de percolação por sítios, na rede triangular é $1/2$ e na rede hexagonal $0,7$. Vários outros parâmetros importantes no estudo da percolação poderão ser facilmente descritos de maneira intuitiva.

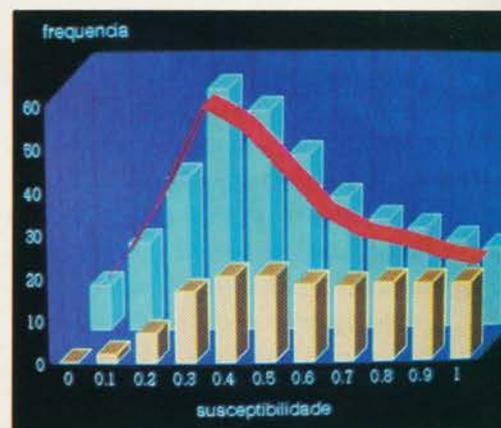


Figura 11. A altura de cada coluna do histograma ao fundo corresponde ao número de elementos da população, com uma probabilidade de contágio (suscetibilidade) igual ao valor indicado no centro dela. Já as colunas da frente correspondem à fração dos elementos que contrairão a moléstia. A linha contínua acima das colunas do fundo sugere o limite contínuo do perfil de suscetibilidade para uma população suficientemente grande.

crita como uma variável contínua entre zero e um; valor $s = 0$ significa imunidade absoluta, ao passo que o outro extremo, suscetibilidade $s = 1$, significa ausência completa de resistência, acarretando certeza de infecção. Qualquer valor intermediário é interpretado como a soma normalizada de todos os possíveis fatores, intrínsecos ou não à especificidade da doença, que resultam numa probabilidade de infecção p_i para cada elemento i da população. A figura 11 ilustra o conceito de suscetibilidade generalizada.

De fato, para cada doença em particular, diferentes indivíduos de uma população podem reagir de maneira diversa. A virulência dos agentes infectantes, a quantidade desses agentes e o *status* do sistema imune de cada indivíduo são fatores a considerar em cada doença e que influenciam a possibilidade individual de infecção. Contudo, outros fatores externos também podem ser importantes, como hábitos e costumes pessoais (higiene, mobilidade etc.), alimentação, mudanças climáticas. A composição de todos esses fatores leva cada indivíduo da população a ter uma chance s_i de se infectar. O conjunto de todos os fatores, $\{s_i\}$, determinará o perfil de suscetibilidade da população.

A GEOGRAFIA DA SUSCETIBILIDADE

Que tipo de distribuição de suscetibilidade seria mais adequado para bloquear a difusão epidêmica? Como o contato entre indivíduos suscetíveis pode alterar o limiar de percolação? Analisaremos essas questões através de dois modelos simples porém reveladores. O primeiro servirá para verificar a dependência do limiar de percolação em relação aos parâmetros da distribuição de suscetibilidade. Assumimos que: 1) a população se distribui uniformemente; 2) a propagação da doença não depende do contato entre infectados; e 3) a população tem um perfil de suscetibilidade genérico com média μ e desvio padrão σ .

Para estudar esse caso, podemos imaginar a mesma plantação de laranjeiras. A figura 12 mostra três distribuições com a mesma média mas diferentes larguras (largura = desvio padrão) e, naturalmente, surge a pergunta: de que forma o perfil de suscetibilidade influencia o limiar de percolação? Em outras palavras: quando se passa do estado endêmico para o estado epidêmico?

Podemos constatar diretamente que a fração de infectados é dada pela média de distribuição de suscetibilidade. Porém, como a fração de infectados corresponde univocamente à probabilidade de ocupação (fração de sítios ocupados), conclui-se que o único parâmetro significativo da distribuição de suscetibilidade para determinar a transição entre os dois estados é o seu primeiro momento (média). O segundo momento (desvio-padrão) não influencia o limiar de percolação e, por isso, não contribui para a transição do estado endêmico para o epidêmico.

A figura 11 ajuda a calcular essa transição, desde que a população seja grande: as colunas ao fundo correspondem à frequência f_i de elementos da população em função da suscetibilidade s_i . As colunas da frente mostram a fração desses elementos que vai contrair a moléstia. Por exemplo, num grupo de 30 indivíduos

com suscetibilidade igual 0,6 serão infectados 18 indivíduos, ou seja, 60%. Assim, o total de infectados I é dado pela seguinte fórmula:

$$I = \sum_{i=1}^n S_i f(S_i) \quad (1)$$

onde n é o número de subdivisões, que no caso da figura 11 satisfaz a $n = 11$. Estabelecendo $p(S_i) = f(S_i)/N$, a mesma equação pode ser escrita da seguinte forma:

$$I = N \sum_{i=1}^n S_i p(S_i) = N\mu, \quad (2)$$

onde $\mu = \sum S_i p(S_i)$ é a média da distribuição de $p(S_i)$, e $N = \sum f(S_i)$ é o número total de elementos da população considerada.

É muito ilustrativo verificar o significado da 'imunidade de massa' diante desse resultado: o 'escudo' que protege a população contra a disseminação de doenças não precisa ser constituído por elementos 100% imunes: basta que a média do perfil de suscetibilidade seja inferior a um certo valor crítico p_c , característico da população, não importando outros detalhes.

O segundo modelo considera explicitamente o efeito do contato efetivo entre os elementos da população para disseminação da moléstia. O número N_c de contatos efetivos numa população é um parâmetro que pode variar ao longo do tempo, como nos casos de moléstias com características sazonais. Dois instantes distintos constituem aspectos fundamentais do modelo: num primeiro momento, assume-se que a população se encontra no estado endêmico, ou seja, que existe apenas uma pequena fração de infectados, dispersos geograficamente. Nesse estado, o número de infectados se mantém reduzido, graças a um valor relativamente pequeno de N_c .

Num segundo momento, N_c cresce abruptamente e então procura-se deter-

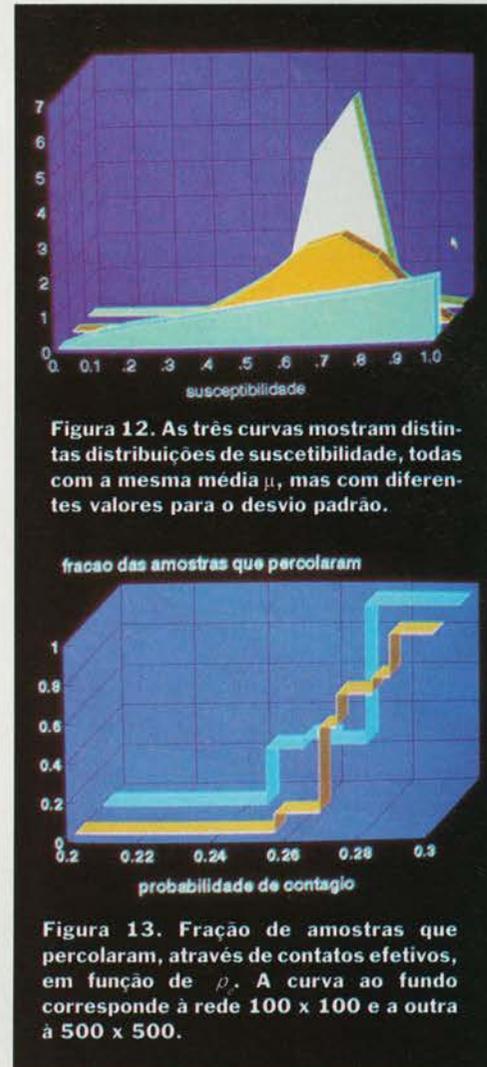


Figura 12. As três curvas mostram distintas distribuições de suscetibilidade, todas com a mesma média μ , mas com diferentes valores para o desvio padrão.

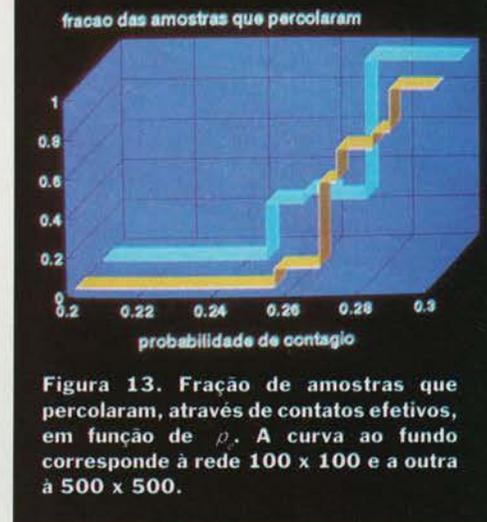


Figura 13. Fração de amostras que percolaram, através de contatos efetivos, em função de p . A curva ao fundo corresponde à rede 100 x 100 e a outra à 500 x 500.

minar se a fração inicial de infectados, junto com o aumento dos contatos efetivos, pode provocar a transição para o estado epidêmico. As seguintes características definem o modelo: 1) a população se distribui uniformemente, com os infectados iniciais distribuídos de forma aleatória; 2) inicialmente, N_c é pequeno, mantendo reduzida a fração de infectados; 3) o perfil de suscetibilidade genérico tem média μ , o que determina a fração inicial de infectados no estado endêmico: $I = N\mu$ e o desvio padrão σ ; e 4) a partir de certo momento, os contatos entre os elementos da população passam a ser muito importantes, representados por um aumento significativo de N_c . Cada elemento sadio tem uma chance de contágio p^* , cujo valor depende do número de primeiros vizinhos doentes, conforme a relação

$$p^* = 1 - (1 - p_e)^n, \quad (3)$$

onde p_e é a probabilidade de contágio através de um único contato efetivo. Aqui assumiremos $p_e = \mu$.

A simulação tipo Monte Carlo identifica os pontos de interesse desse modelo. Durante a simulação, verifica-se se cada sítio da rede está sadio ou infectado. Se estiver infectado, passa-se para o próximo sítio, escolhido sempre aleatoriamente. Se ele estiver sadio, sua vizinhança é analisada e seu risco de infecção dependerá do número de vizinhos infectados. O processo de ocupação (contágio) segue o seguinte esquema: para cada sítio i é gerado um número aleatório específico a_i , onde $0 \leq a_i \leq 1$ pertence a uma distribuição uniforme. Em seguida, a_i é comparado ao valor correspondente para p^* , calculado pela equação 3. Se $a_i < p^*$, o sítio será ocupado (contaminado); se $a_i \leq p^*$, continuará sadio.

Analisamos duas redes quadradas, uma com 100 x 100 elementos e outra com 500 x 500. Foram simuladas 30 amostras diferentes em cada uma. Nos dois casos, nenhuma amostra percolou quando $p_e \leq 0,25$, ou seja, não ocorreu a transição da fase endêmica para a epidêmica. Por outro lado, para $p_e \geq 0,29$, todas as amostras percolaram. A figura 13 mostra detalhes da simulação para os dois tamanhos de rede considerados. O limiar de percolação para a maior foi estimado em $0,275 \pm 0,005$.

A determinação do total de infectados após o período de contato forneceu um valor médio de 0,550, menor mas significativamente próximo de 0,5927, referente ao modelo clássico de percolação de sítios para redes quadradas. As figuras 14 e 15 revelam uma interessante característica topológica do efeito de contatos. Na primeira, a rede representa uma população em que todos os elementos têm uma probabilidade 0,6 de se infectar e o efeito do contato é ignorado. Na segunda, os contatos são considerados e o resultado é decorrente do modelo

descrito acima, com $p_e = 0,275$. O estado epidêmico se caracteriza nos dois casos, com a presença de agregado percolante, mas na figura 14 a distribuição dos infectados é mais uniforme.

As idéias e resultados aqui descritos se baseiam na suposição de que a difusão epidêmica é um fenômeno probabilístico, em que a transição entre os estados endêmico e epidêmico não depende de detalhes específicos das doenças ou populações, podendo assim ser descrita por apenas uns poucos parâmetros que controlam o caráter estocástico do fenômeno.

Por depender somente do primeiro momento da distribuição de suscetibilidade, o limiar de percolação é, sem dúvida, um dado que permite uma grande simplificação dos cálculos. Miscigenação, questões culturais, obstruções geográficas, mudanças de hábito e vacinação eficaz, por exemplo, são fatores que podem influir, modificando a média da distribuição de suscetibilidade.

Assim, com tantos fatores em jogo, pode ser um risco considerar apenas procedimentos isolados, mesmo quando estes apresentam eficácia comprovada ao longo do tempo, como é o caso da vacinação em massa. Além da grande variabilidade das doenças, cada uma com suas particularidades, deve-se estar atento para qualquer mudança nos agentes infecciosos e para o surgimento de novos indivíduos suscetíveis.

A essência do conceito de suscetibilidade generalizada é que ela permite quantificar a noção de saúde de uma população. Quando se classifica uma população em relação a qualquer doença como 'grupo de risco', ou como de Primeiro ou Terceiro Mundo, o que se está tentando fazer é descrever condições sanitárias que, uma vez quantificadas, permitiriam traçar o perfil de suscetibilidade dessa população.

Sem dúvida, medir a distribuição de suscetibilidade de uma população é um desafio para a nossa imaginação. Não se

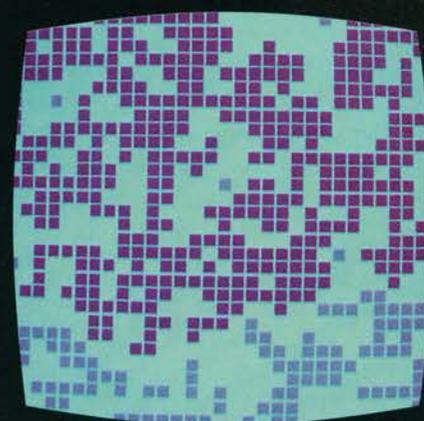


Figura 14. Rede quadrada do tamanho 30 x 30, ilustrando o estado epidêmico para o caso de ausência de contatos, com $\rho = 0,6$.

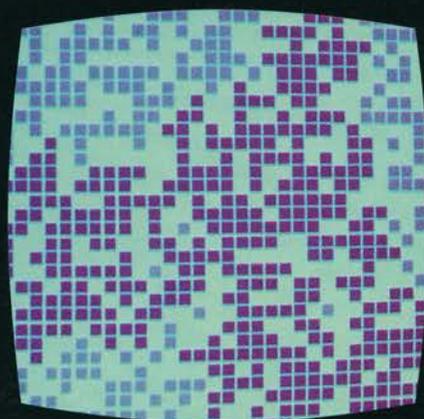


Figura 15. Considerando contatos, com $\rho = 0,275$. Embora a fração final de sítios ocupados seja praticamente a mesma do caso da figura 14, note a diferença na distribuição geográfica dos infectados.

trata, evidentemente, de uma medida direta sobre a totalidade da população: ela pode ser realizada a partir de uma amostragem. Superadas as dificuldades, essa quantificação constituirá certamente um poderoso elemento de auxílio à epidemiologia na sua proposta de prever fatos futuros para melhor enfrentá-los.

Sugestões para leitura:

- MURRAY, J.D., *Mathematical Biology*, Springer-Verlag, Nova York, 1989.
 DEUTSCHER G., ZALLEN R. & ADLER J. 'Percolation Structures and Process'. *Annals of the Israel Physical Society*, vol. 5, Adam Hilger, Bristol, Inglaterra, 1983.
 STAUFFER D., *Introduction to Percolation Theory*, Taylor and Francis, Londres, 1985.



Carlos A. Bertulani

*Departamento de Física Nuclear,
Instituto de Física,
Universidade Federal do Rio de Janeiro.*

O Sol é uma estrela relativamente simples, com uma estrutura baseada principalmente na queima do elemento químico hidrogênio por reações denominadas fusão nuclear. No entanto, as teorias existentes para o Sol não conseguem descrever certos fenômenos observados. O estudo do Sol é uma mistura da física do muito grande com a física do muito pequeno e serve como teste para ambas.



Sem montanhas, mares ou vida

O Sol é a estrela mais próxima da Terra. A maior parte da energia gerada por ele é emitida na forma de radiação eletromagnética como, por exemplo, a luz que atinge nosso planeta. Essa radiação não só foi um dos fatores que deram origem à vida. Também proporcionou o desenvolvimento de formas de vida extremamente complexas. Entender o Sol é uma das curiosidades que alimentaram as imaginações na Antiguidade; atualmente, é objeto de estudo intenso em inúmeros campos da ciência.

Apesar de ser o centro do Sistema Solar, como se fosse o líder de uma família, o Sol é um corpo celeste menos complexo que os planetas ao seu redor. Lá, não há montanhas, nem mares, nem vida. O Sol é composto pelos elementos químicos mais simples que se conhecem na natureza: hidrogênio e hélio. O primeiro é formado por um único elétron (partícula de carga negativa) que 'gira' velozmente em torno de um núcleo composto por um único próton, com carga positiva.

São praticamente inexistentes átomos mais pesados como o carbono, elemento químico que é a base da vida e formado por seis elétrons girando em torno de um núcleo formado por seis prótons e seis nêutrons – esses últimos sem carga. A seguir, discutiremos como o Sol se formou, como ele evoluiu e o que ainda é desconhecido pela ciência sobre essa estrela.



Idade do Sistema Solar

O Sol se formou há cerca de 10 bilhões de anos, idade que pode ser determinada por informações obtidas de diversas experiências. Por exemplo, o elemento químico urânio é um material radioativo que existe naturalmente em

duas formas: o urânio 235 e o urânio 238. Os números indicam a quantidade de núcleons (prótons e nêutrons, partículas que formam o núcleo dos átomos) que eles carregam. Mostram também que eles são 235 e 238 vezes, respectivamente, mais 'pesados' que o átomo de hidrogênio, cuja massa relativa é igual a 1 (apenas um próton). O urânio 235 e o 238 são denominados isótopos, por terem o mesmo número de prótons (92) e 143 e 146 nêutrons respectivamente.

Atualmente, as abundâncias relativas desses dois isótopos encontradas em amostras terrestres ou em meteoritos são bem diferentes. Para entender esse desequilíbrio, é preciso primeiramente saber que esses isótopos do urânio são radioativos. Essa propriedade faz com que seus núcleos emitam partículas alfa (dois prótons e dois nêutrons) e, à medida que o número de massa diminui, esses elementos vão se transformando em outros. Por exemplo, o urânio 238 leva 6,52 bilhões de anos para se transformar em tório 234. Já o chamado tempo de decaimento do urânio 235 é cerca de seis vezes menor.

Esses dois isótopos foram formados durante as explosões de estrelas supernovas, no início da formação do Sistema Solar. Como o período para a formação desses elementos é muito pequeno se comparado ao tempo de decaimento (bilhões de anos), a abundância desses elementos no início da formação do Sistema Solar deveria ser a mesma.

Um cálculo simples, relacionando a abundância relativa atual desses elementos e os seus respectivos tempos de vida, nos permite determinar a época de nascimento do Sistema Solar: cerca de 10 bilhões de anos atrás. Cálculos baseados em estudos geológicos e cosmológicos mais sofisticados confirmam essa idade.

A matéria que existe no Sol originou-se de imensas aglomerações de hidrogênio, com pequenos traços de elementos mais pesados. Essas aglomerações exis-

tem em regiões localizadas no universo e são restos da grande explosão que deu origem ao universo (prevista pela teoria do *Big Bang*) ou da explosão de outras estrelas, como a explosão de supernovas.



A colina e a oficina mecânica

Por causa da atração gravitacional, à medida que o tempo passava, o gás de hidrogênio foi se contraindo. A energia gravitacional foi se transformando em calor e aumentando a temperatura do gás. Com o aumento da temperatura, os átomos de hidrogênio perderam os seus elétrons e os prótons, agora livres, começaram a colidir entre si.

Nessas colisões, alguns prótons se aglutinaram formando o dêuteron, que é o núcleo do átomo de deutério (um elétron girando em torno de um próton e um nêutron aglutinados no núcleo). Como explicaremos com detalhes mais tarde, a formação do dêuteron (um próton mais um nêutron) só é possível porque, quando os prótons estão muito próximos, um deles se transforma em um nêutron.

A fusão dos prótons acontece por causa da força nuclear entre eles, muito forte e atrativa. No entanto, essa força só age quando os prótons estão próximos entre si: a uma distância inimaginável, da ordem de 10^{-15} metros, ou um milímetro dividido por um trilhão. Mas, como os prótons têm carga elétrica de mesmo sinal (positiva), eles se repelem fortemente quando se aproximam.

Para melhor entendermos o que acontece, vejamos o caso de um sujeito que, estando com o seu automóvel com pane no motor, tenta levá-lo a uma oficina mecânica. Mas ele está de um lado da colina e a oficina mecânica de outro. Pior. O carro não está com velocidade suficiente para chegar ao topo, já que, depois disso, ele poderia descer na

'banguela'. Mas, como sabemos, o carro nunca chegará à oficina, a não ser que ele conte com outro tipo de ajuda, como a de um carro reboque.

No caso da formação do dêuteron no Sol, a repulsão elétrica entre os prótons é equivalente à colina que o carro tem que subir. Se os prótons tivessem energia de movimento (ou energia cinética) suficiente eles subiriam a colina, superando a repulsão elétrica. Como o carro que chega à oficina, os prótons chegariam suficientemente próximos para se fundirem no dêuteron.

Porém, no Sol, os prótons têm uma energia muito menor do que a necessária para que isso aconteça. Segundo as previsões da mecânica clássica, a reação de fusão não deveria acontecer. Mas, se assim fosse, o Sol não existiria, nem outras estrelas e nem os seres humanos.

O problema é que esse tipo de raciocínio não vale para partículas microscópicas, como os núcleos atômicos. Nesse caso, o que se aplica é a mecânica quântica, teoria que leva a resultados surpreendentes. Por exemplo, a mecânica quântica prevê que existe uma probabilidade, ainda que pequena, de que os prótons se aproximem o suficiente e que sejam atraídos pela força nuclear, formando assim o dêuteron. Segundo a mecânica quântica, os prótons fariam isso mesmo não tendo energia suficiente para vencer a barreira da repulsão elétrica – ou, no caso da analogia, levar o carro até o topo da colina.

Se diz que os prótons, mesmo afastados, 'tunelam' (ou 'atravessam') essa barreira de repulsão e aparecem do outro lado da 'colina', próximos e dentro do campo de influência da força nuclear. Esse fenômeno, denominado tunelamento quântico, é o responsável pela existência das estrelas e de uma série incontável de outras situações encontradas na natureza.

Mesmo com a ajuda do efeito de tunelamento quântico, a probabilidade de fusão é pequena e decresce rapida-

mente com a energia relativa entre os prótons. Ou seja, à medida que a energia dos prótons decresce, fica cada vez mais difícil uma fusão entre eles.



Choque e fusão

A teoria cinética dos gases é a base microscópica para o estudo de gases e plasmas (esses últimos, um tipo de 'sopa' superaquecida de partículas). Essa teoria prediz que a energia das partículas que compõe um gás ou plasma é proporcional à temperatura do meio que os confina. O mesmo se aplica ao caso dos prótons no Sol. Seguindo esse raciocínio, chegamos à conclusão de que a probabilidade de fusão dos prótons no Sol é diretamente proporcional às suas temperaturas. Em outras palavras: quanto mais alta a temperatura das partículas maior o estado de agitação delas e conseqüentemente maior a probabilidade de ocorrer a fusão.

Para o caso da fusão entre núcleos atômicos mais pesados que prótons, a probabilidade de fusão é menor quanto maior for a carga elétrica dos núcleos, pois a força de repulsão elétrica é proporcional à carga elétrica. Por exemplo, em estrelas mais pesadas que o Sol, a

temperatura é maior e, desse modo, reações como a fusão de dois núcleos de carbono podem acontecer a taxas razoáveis.

Na figura 1a, mostramos a área (ou seção) de choque de fusão entre dois núcleos hipotéticos em função da energia relativa entre eles. A seção de choque de fusão é uma quantidade proporcional à probabilidade de fusão e tem unidade de área (por exemplo, mm^2 , cm^2 , m^2 etc.). Grosso modo, ela é a área de um círculo tal que se um próton passa pelo outro, a uma distância menor que o raio desse círculo, a fusão entre eles ocorrerá.

Em física nuclear, a energia é medida em milhões de elétrons-volt, cujo símbolo é MeV. Essa é a unidade empregada na escala horizontal da figura 1. Observamos que a probabilidade de fusão aumenta drasticamente com a energia de movimento relativo entre os prótons e conseqüentemente com a temperatura. Para alguns valores particulares da energia relativa, a seção de choque pode ter um pico. Esse é um efeito ressonante.



Onda e partícula

Segundo a mecânica quântica, partículas microscópicas podem se comportar

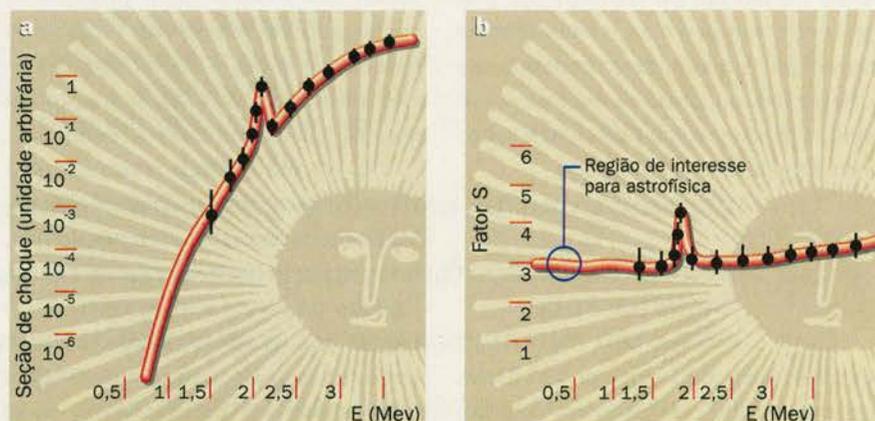


Figura 1. Em (a), medida da seção de choque de uma reação de fusão nuclear em função da energia relativa entre os núcleos iniciais. A escala vertical é arbitrária; a horizontal, em milhões de elétrons-volt (MeV). Em (b), fator astrofísico S , obtido a partir da seção de choque de fusão, extraído-se dela a probabilidade de tunelamento através da barreira de repulsão elétrica entre os núcleos.

também como uma onda, conforme o modo como elas são observadas. Essa característica é denominada dualidade partícula-onda. Assim, um núcleo atômico, por exemplo, pode ser descrito como se fosse uma onda. Efeitos ressonantes em colisões entre partículas subatômicas ocorrem com frequência e estão relacionados à estrutura interna das mesmas. Eles aparecem quando a energia de colisão entre dois núcleos é aproximadamente igual à energia interna dos núcleons.

Os núcleos dos átomos são compostos de prótons (partículas de carga positiva) e nêutrons (sem carga), chamados genericamente núcleons. Por sua vez, prótons e nêutrons são compostos por outras partículas: quarks e glúons (ver 'A matéria superaquecida e supercomprimida', *Ciência Hoje*, nº 46).

A temperatura de uma estrela pode ser traduzida em função da energia de movimento das partículas que a compõe. No Sol, por exemplo, a energia de movimento dos prótons é da ordem de 0,02 MeV e a seção de choque de fusão é extremamente pequena.

Para desenvolver os modelos estelares, é fundamental conhecer o valor da seção de choque de fusão para essas energias. Por causa de seu valor pequeno, elas são praticamente impossíveis de se medir experimentalmente, isto é, a partir da reprodução da reação em laboratório.

Na figura 1a, as medidas experimentais para essas seções de choque são simbolizadas por círculos cheios com barras (verticais) de erro. Mas o estudo experimental dessa reação para regiões de energia, nas quais as medidas são possíveis, nos permite comparar com cálculos teóricos que nos ajudam a obter o valor aproximado da seção de choque de reação para as energias baixas através de uma extrapolação.

Na figura 1a, um cálculo teórico é apresentado pela linha cheia. No entanto, muitas vezes se cometem grandes erros

com a extrapolação. Isso se deve à contribuição de certas características presentes na estrutura dos núcleos que acabam influenciando a reação e que muitas vezes são inadequadamente tratados na teoria.

Na figura 1b, é mostrado o fator-S (ou fator astrofísico S) para essa reação. Esse fator é usado com mais frequência do que as seções de choque nas comparações entre teoria e experiência. O fator-S é uma outra maneira de se descrever a seção de choque de fusão, extraído-se dela a probabilidade de tunelamento quântico através da barreira de repulsão elétrica. É essa probabilidade de tunelamento que faz com que a seção de choque varie tão fortemente com a energia.

Na figura 1a, vemos que a variação da seção de choque com a energia está na casa de algumas ordens de potência de 10 (ou ordens de grandeza). Já na figura 1b, essa variação é mais suave, permitindo melhor comparação com a teoria e melhor extrapolação para energias mais baixas. Porém, a ressalva feita pouco antes continua válida: 'certas características presentes na estrutura dos núcleos influenciam a reação e muitas vezes são inadequadamente tratados na teoria'.



Origem da energia solar

As reações de fusão no Sol não param na união de dois prótons. O dêuteron formado nessa reação se funde a seguir com um próton, ou com outro dêuteron, ou mesmo com um núcleo qualquer, com o qual ele entre em colisão. Na realidade, o processo que forma quase a totalidade da energia solar é a fusão sequencial de quatro prótons, dando origem ao núcleo do elemento químico hélio, um dos chamados gases nobres.

Ao final dessa seqüência de reações, é liberada uma energia de 26,5 MeV. Simbolicamente, escrevemos $4p \rightarrow {}^4\text{He}$

+ $2e^+$ + 2ν + energia. Do lado esquerdo da reação, estão os quatro prótons submetidos ao processo de fusão. Do outro lado, o índice quatro no núcleo de hélio (He) significa que esse núcleo tem quatro núcleons (dois prótons e dois nêutrons). Dois dos prótons se transformam em nêutrons e suas cargas são emitidas na forma de dois pósitrons (e^+) – o pósitron é a antipartícula do elétron, isto é, tem massa igual a do elétron, mas com carga positiva. Além disso, para cada próton transformado em nêutron, uma outra partícula, o neutrino (ν), também é emitida.



Modelos para o Sol

Os modelos solares foram desenvolvidos para se entender como o Sol funciona, comparando-se os diversos resultados dos modelos com dados experimentais. Quando um modelo dá bons resultados, ele é encarado como uma ferramenta muito importante para se prever a evolução do Sol e outras propriedades que não podem ser medidas diretamente.

Ao longo das últimas décadas, os modelos teóricos sobre o Sol foram se aprimorando e atualmente há um consenso entre cientistas que trabalham nesse campo. Eles concordam com a maior parte das hipóteses que formam os modelos solares. Portanto, atualmente, se diz que existe um Modelo Solar Padrão, denominado aqui pela sigla MSP.

O MSP supõe que o Sol surgiu de uma aglomeração interestelar de gás hidrogênio, com quantidades mínimas de elementos mais pesados. Com a ação gravitacional e o conseqüente aquecimento do gás, as reações de fusão nucleares começaram a acontecer, como explicamos anteriormente. Essas reações liberam energia que aquecem ainda mais o plasma, como é chamado a mistura de núcleos, elétrons e radiação eletromag-

nética que forma o gás aquecido.

A evolução do Sol é descrita no MSP pela solução de equações matemáticas baseadas no cálculo diferencial e integral. Essas equações levam em consideração que a pressão gravitacional que uma camada do plasma exerce sobre a massa em seu interior é contrabalançada pela pressão que a matéria do interior, com temperatura mais alta, exerce para fora. Essa pressão para fora deve-se ao movimento caótico das partículas que compõem o plasma.

Além disso, as camadas trocam energia na forma de radiação. Esse transporte contribui para uma diferença nas pressões de dentro para fora e vice-versa. Não fosse esse equilíbrio de pressões, o Sol colapsaria (ou se expandiria) em menos de uma hora.

O equilíbrio de pressões é a parte hidrodinâmica do MSP. As equações que resultam daí dependem da pressão, da temperatura e da densidade das várias partículas em cada ponto da superfície e do interior do Sol. Como a temperatura depende da energia produzida pelas reações de fusão nuclear, essas equações são acopladas a outras que dão a taxa local de produção de energia.

As equações matemáticas do modelo padrão não são muito complicadas, se problemas como os fenômenos de turbulência forem desconsiderados. Elas podem ser resolvidas com auxílio de computadores e os resultados comparados com o que se conhece ex-

perimentalmente sobre o Sol. A luminosidade, a massa e o raio do Sol são algumas dessas observações experimentais.

A luminosidade é a energia por unidade de área emitida em forma de radiação eletromagnética, como, por exemplo, a luz visível. O MSP também nos dá informações sobre quantidades que não podem ser medidas diretamente e que são consideradas previsões do modelo. Na figura 2a, mostramos a temperatura do Sol em função da distância ao seu centro, em unidades do raio do Sol ($R_{\odot} = 695$ mil quilômetros). O raio solar é cerca de 100 vezes maior que o raio da Terra.

A temperatura no centro do Sol é igual a 15,6 milhões de graus Kelvin – ou praticamente a mesma temperatura na escala celsius. Ela cai rapidamente e na superfície do Sol ela é de aproximadamente 6 mil graus Kelvin. A temperatura na superfície pode ser verificada experimentalmente, mas a do centro não é uma das previsões do modelo.

O MSP ainda permite prever, por exemplo, a densidade de matéria no centro do Sol, que é igual a 148 toneladas por metro cúbico (cerca de 13 vezes maior que a densidade do chumbo). A fração de energia produzida no Sol em função da distância ao centro é mostrada na figura 3. A produção de energia passa por um máximo em uma distância igual a $0,09 R_{\odot}$.

As camadas próximas à superfície do Sol não se misturam com as do ca-

roço central e são consideradas como tendo aproximadamente a mesma composição inicial do Sol, isto é, basicamente hidrogênio. O centro do Sol tem uma quantidade maior de hélio devido à temperatura mais elevada, o que proporciona uma taxa maior de reações de fusão. Outros elementos mais pesados também são produzidos, mas em muito menor escala. Por isso, a abundância relativa desses elementos no Sol é um teste importante para os modelos solares. Uma maneira de se fazer esse teste é medindo-se a quantidade de neutrinos que são produzidos no Sol e que chegam à Terra.



Pequena estrela morta

As reações de fusão no Sol consomem cerca de 600 milhões de toneladas de hidrogênio a cada segundo. À medida que o hidrogênio é consumido, o centro do Sol aumenta em concentração de núcleos de hélio. E com isso o Sol vai se contraindo.

Daqui a cerca de 4 bilhões de anos, o combustível do Sol não será mais suficiente para manter a sua luminosidade atual. A partir daí, o centro do Sol continuará a encolher e a sua superfície se expandirá e alcançará a órbita da Terra. Obviamente, seres vivos não poderão mais existir na Terra nessa época. Depois dessa etapa, o Sol encolherá, transforman-

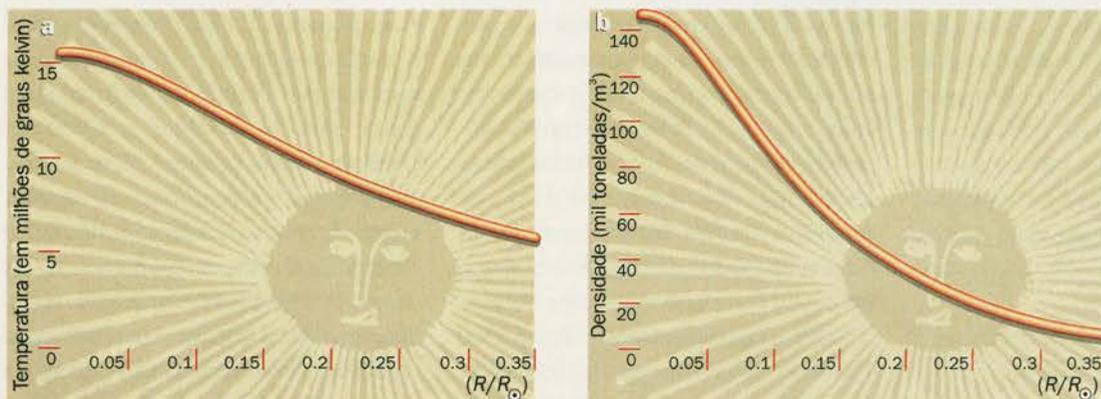


Figura 2. Em (a), temperatura em função da distância ao centro do Sol. A escala vertical é em graus Kelvin. A escala horizontal é a razão entre a distância ao centro do Sol e o raio do Sol, R/R_{\odot} . Em (b), a densidade de matéria em função da distância ao centro do Sol.

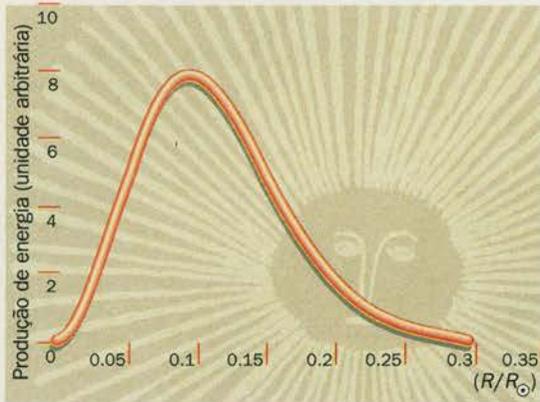


Figura 3. Produção de energia em função da distância ao centro do Sol.

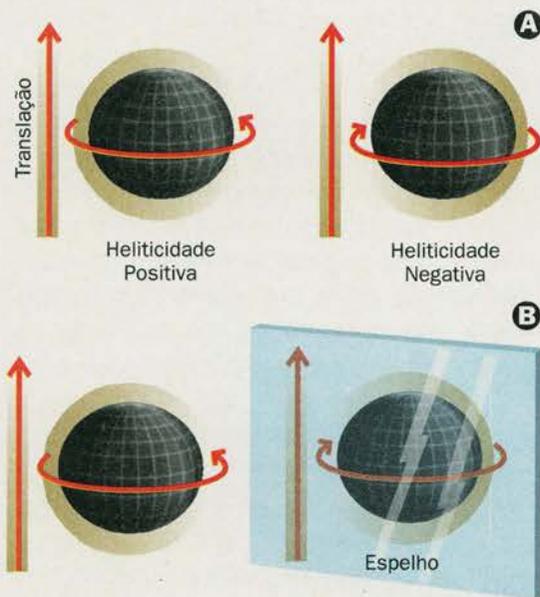


Figura 4. Em (a), a helicidade de um objeto em movimento é definido como positiva se ele gira no sentido oposto ao dos ponteiros de um relógio, visto de um referencial em que o objeto se aproxima. Em (b), a helicidade de um neutrino é oposta ao de sua imagem no espelho. A sua imagem em um espelho é então um antineutrino.

do-se numa pequena estrela morta. A temperatura do Sol nessa fase será muito pequena para induzir reações nucleares. A sua pequena luminosidade restante será devido à transformação de energia gravitacional em radiação.



Neutrinos

Os neutrinos são partículas que estão associadas à interação fraca que ocorre,

por exemplo, na transformação (ou decaimento) do nêutron. O nêutron, uma das partículas que compõe o núcleo (a outra é o próton), decai em cerca de 10 minutos em um próton + um elétron + um antineutrino.

O antineutrino ($\bar{\nu}$) é a antipartícula do neutrino, do mesmo modo que o pósitron (e^+) é a antipartícula do elétron (e^-), isto é, tem a mesma massa do elétron, mas com carga elétrica oposta (positiva).

Ao decair, a diferença Δm entre a massa de repouso do nêutron e a soma das massas das três partículas em que ele decai se transforma na energia cinética ΔE que é 'carregada' pelas partículas, segundo a relação massa-energia $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$, proposta em 1905 pelo físico alemão Albert Einstein, em seu trabalho 'Eletrodinâmica dos Corpos em Movimento' (ou Teoria da Relatividade Restrita).

O decaimento de um nêutron pode também acontecer dentro de um núcleo. Nesse caso, o núcleo se transforma em outro, com carga maior, já que o elétron e o antineutrino são expelidos, mas o próton permanece em seu interior.

O próton também pode decair em um nêutron + um pósitron + um neutrino. Mas isso só ocorre dentro de um núcleo, por considerações de conservação de energia: a massa do próton é menor que a soma das massas das três partículas em que ele decai. Um exemplo é o decaimento do núcleo do elemento boro 8 (cinco prótons e três nêutrons). Esse elemento se transforma no berílio 8 (quatro prótons e quatro nêutrons). Um pósitron (antipartícula do elétron) e um neutrino também são

emitidos. Em um decaimento fraco, um elétron sempre está acompanhado de um antineutrino, enquanto um pósitron sempre está acompanhado de um neutrino.



Bola de futebol e fótons

O neutrino e o antineutrino são iguais, exceto pela helicidade. Pode-se tentar entender a helicidade fazendo-se uma comparação com um objeto macroscópico. Mas é preciso ressaltar que essa analogia nem sempre é válida, pois objetos macroscópicos obedecem à mecânica clássica, enquanto partículas microscópicas obedecem à mecânica quântica. Vejamos o exemplo de uma bola de futebol que gira ao mesmo tempo em que se desloca no ar.

Vamos considerar somente as rotações em torno de um eixo ao longo do movimento da bola. Por uma questão de padronização, dizemos que o sentido de rotação é positivo se for contrário ao do movimento dos ponteiros de um relógio ao ser vista de um referencial em que ela se aproxima do observador. O sentido de rotação da bola é batizado de helicidade, que depende do referencial. Se um jogador conseguir correr mais que a bola, ele a verá girando no mesmo sentido, isto é, com a mesma helicidade. Porém, ele verá a bola se afastando, em vez de se aproximando. Então, para esse jogador, a helicidade da bola é diferente daquela que é observada por um jogador parado (figura 4a).

Einstein nos ensinou que nenhum objeto pode ser mais veloz que a luz. Somente partículas com massa zero podem viajar com a velocidade da luz. A própria luz é composta de partículas de massa zero, denominadas fótons. Em física de partículas, a teoria mais bem aceita para a descrição das partículas fundamentais é o chamado Modelo Padrão (não confundir com o MSP, Modelo Solar Pa-

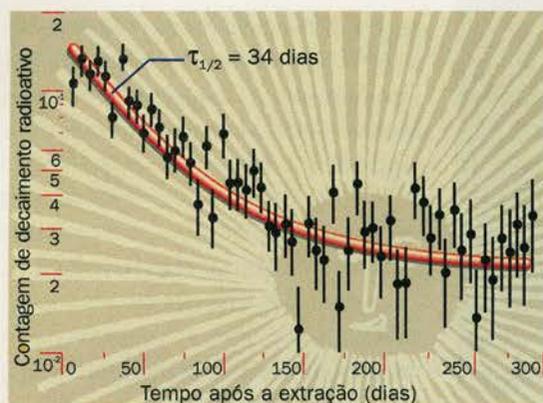


Figura 5. Atividade radioativa (taxa de decaimentos por unidade de tempo) do argônio 37, depois da extração da experiência de Homestake. A curva vermelha mostra a previsão de um tempo de meia vida de 34 dias.

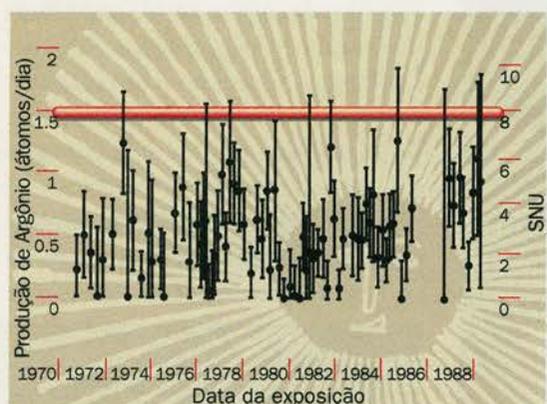


Figura 6. Medidas experimentais do fluxo de neutrinos solares, em unidades SNU (do inglês, *Solar Neutrino Unit*) e em função da data de medição. A linha ver-

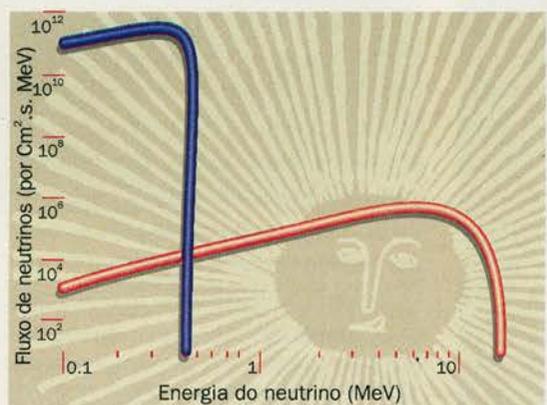


Figura 7. Espectro do fluxo de neutrinos solares em termos da energia do neutrino, como prevista pelo Modelo Padrão de partículas. A linha azul indica neutrinos provenientes da reação de fusão de dois prótons no Sol. A linha vermelha é a previsão para neutrinos provenientes do decaimento do núcleo de boro 8 no Sol.

drão). No Modelo Padrão, os neutrinos têm massa zero e portanto viajam com a velocidade da luz.

Assim como um fóton, um neutrino parado não existe, já que ele teria energia total igual a zero. Quando um objeto tem massa, como a bola de futebol, sempre se pode encontrar um referencial que se move mais rápido que ele. O mesmo não ocorre com uma partícula de massa zero. Logo, a helicidade de uma partícula de massa zero é uma quantidade bem-definida. O fóton é encontrado na natureza com helicidades positiva e negativa. Já o neutrino só é encontrado com helicidade negativa e o antineutrino com helicidade positiva. Essa é uma propriedade surpreendente que não era esperada naturalmente.



Mundo dos espelhos

As leis da física não deveriam mudar quando se muda de referencial. Por exemplo, a imagem em um espelho é invertida, porém tudo que acontece no mundo real ocorre na imagem, seguindo as mesmas leis físicas. A helicidade de uma partícula muda ao ser vista em um espelho, como mostra a figura 4b. Portanto, um neutrino, ao ser visto em um espelho, apareceria como sendo um antineutrino. Como são partículas diferentes, o mundo do espelho segue leis diferentes das do mundo real. Mas isto só acontece em processos que envolvem a chamada interação fraca, como os proces-

so nucleares em que neutrinos são criados. Mas não só os processos de criação de neutrinos ocorrem via a interação fraca. Outros processos, envolvendo outras partículas fundamentais, também acontecem via a interação fraca e não são iguais no mundo do espelho e no mundo real. Se diz que esses processos violam a lei física da reversão espacial (ou a simetria da paridade).



Armadilha para neutrinos

O nome dado aos neutrinos, assim como para os nêutrons, deve-se ao fato de eles terem carga elétrica nula, ou seja, são neutros. O neutrino só interage através da interação fraca e isso faz com que ele seja muito difícil de ser observado experimentalmente. Essas partículas interagem tão fracamente com a matéria, que dos 10 bilhões deles que passam todos os segundos através de um centímetro quadrado da Terra, só um será detectado em um dos quatro detectores de neutrinos solares que existem em nosso planeta

Um desses detectores está em uma mina de ouro de Homestake, em South Dakota (EUA) e foi projetado por Raymond Davis, da Universidade de Pennsylvania. Ele se aproveita do fato de que um neutrino pode reagir (ser absorvido) por um núcleo que emite em seguida um elétron. Nessa reação, o núcleo se transforma em outro. Por exemplo, o neutrino pode ser absorvido por um núcleo do elemento cloro, transformando-o em um núcleo de argônio.

O detector de Davis é um tanque contendo 600 toneladas de um detergente (o tetracloroetileno). A interação de um neutrino com o cloro é tão fraca que só um núcleo de cloro por dia é transformado em argônio radioativo.

O argônio assim formado é retirado através da injeção de gás hélio no tanque.

A passagem do gás pela câmara contendo tetracloroetileno arrasta o argônio para um recipiente, onde a quantidade de argônio é determinada pela medida de sua atividade radioativa, que decai exponencialmente com o tempo. O argônio tem um tempo de vida médio de decaimento de cerca de 34 dias (figura 5).

O detector de Davis, como todos os detectores de neutrinos, são localizados em lugares profundos no solo. A razão disso é eliminar as possíveis reações nucleares induzidas por prótons, presentes nos raios cósmicos que chegam à superfície da Terra. Estes prótons são absorvidos pela camada de solo que fica acima dos detectores.

O detector de Davis funciona desde 1968. Além dele, outros detectores de neutrinos, usando outras técnicas, entraram em funcionamento mais tarde. Uma unidade para a detecção de neutrinos muito utilizada é o SNU (do inglês, *Solar Neutrino Unit*). A medida de um 1 SNU significa que um neutrino é absorvido em 10^{36} átomos de cloro no tanque (só para se ter uma idéia da grandeza desse número, 10^{12} é igual a um trilhão).

Em termos de SNU, os resultados da experiência com o detector de Davis ao longo dos anos é mostrada na figura 6. Observa-se que as barras de erro das medidas são grandes, uma consequência da dificuldade de os neutrinos serem detectados. A média das medidas corresponde a cerca de 2 SNU. O Modelo Solar Padrão também dá uma previsão para o fluxo de neutrinos provenientes do Sol.

Na figura 7, vemos o resultado do MSP para o espectro de energia dos neutrinos provenientes de dois tipos de reações que ocorrem no Sol. Uma delas é para os neutrinos que surgem da fusão de dois prótons, dando origem ao dêuteron. Esses neutrinos dividem a energia liberada na fusão com o pósitron, que também é emitido. O resultado é um espectro contínuo para o neutrino, que cai abruptamente na energia máxima que o neutrino pode carregar (energia

total liberada na fusão menos a energia associada à massa de repouso do pósitron).

O mesmo acontece com os neutrinos que são emitidos no decaimento do núcleo de boro 8. Mas nessa reação a energia liberada é muito maior (cerca de 15 MeV) e o espectro de energia de neutrinos emitidos nesse decaimento se estende até altas energias. Outras reações no Sol também produzem neutrinos e são mostradas na figura 8. As mais relevantes para o fluxo de neutrinos observados na Terra são a fusão de dois prótons e o decaimento do boro 8.



O problema do neutrino solar

O detector de Davis só detecta neutrinos com energia maior que 0,8 MeV, sendo então sensível só aos neutrinos provenientes da reação do decaimento do boro 8. A previsão do Modelo Solar Padrão é de cerca de 8 SNU, quantidade muito maior que a média das experiências com o detector de Davis.

Várias modificações plausíveis do MSP foram tentadas, mas não se pode explicar até o momento a diferença da previsão do MSP e a experiência. Esse problema já existe há mais de 20 anos e é conhecido como o *problema do neutrino solar*. Ele é importante porque, como dissemos, o Sol contém muito mais hidrogênio e hélio do que outros elementos. Elementos mais pesados como o boro só aparecem próximos ao centro do Sol.

Os fótons produzidos no centro do Sol são reabsorvidos várias vezes no caminho até a superfície e reemitidos

em seqüência. Nesse processo, a radiação luminosa leva muito tempo para sair do centro do Sol e a medida da radiação luminosa não é uma boa prova do que acontece no centro do Sol.

Já os neutrinos produzidos no centro do Sol o atravessam diretamente, sem sofrerem interações com o meio. Logo, essas partículas são boa prova do que acontece no centro do Sol. Se o MSP não concorda com as medidas de neutrinos solares, chegamos à embaraçosa conclusão de que depois de tantos anos de estudos ainda não entendemos o Sol adequadamente.

A reduzida detecção do fluxo de neutrinos do Sol também é observada em outros detectores, que não medem só os neutrinos provenientes do decaimento do boro 8. Exemplos: os detectores *Gallex* (tanque contendo 30,7 toneladas do elemento gálio, localizado no túnel de Gran Sasso, perto de Roma, na Itália) ou o detector *Sage* (tanque dentro de uma montanha no vale do Baksan, na Rússia, com 60 toneladas de gálio).

O gálio é um elemento muito raro e esses detectores contém quase todo o gálio do mundo. O princípio de funcionamento do *Gallex* e do *Sage* é a reação nuclear que transforma o elemento gálio no elemento germânio, por causa da absorção de um neutrino. Processo similar ao do detector de Davis separa o germânio do tanque e mede a sua quantidade, utilizando suas propriedades radioativas.

Outro tipo de detector é o *Kamiokande*, localizado na mina de Kamioka, no Japão. Seu tanque, com 680 toneladas de água, contém 948 detectores de radiação luminosa (fotomultiplicadores). O *Kamiokande* (figura 9) baseia-



Figura 8. Reações que produzem neutrinos no Sol.

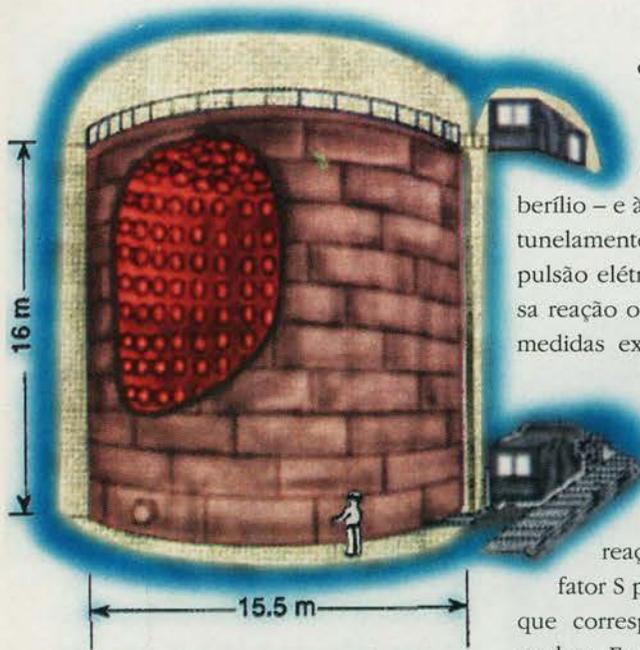


Figura 9. Esquema do detector Kamio-kande.

se na colisão do neutrino vindo do Sol com os elétrons no tanque de água. Nessa colisão, o elétron adquire uma velocidade próxima à da luz e emite uma radiação conhecida por radiação de Cherenkov, em homenagem ao físico Pavel Alekseyevich Cherenkov. Essa radiação é basicamente uma onda de choque luminosa devido à perturbação que o campo eletromagnético do elétron induz no meio. Essa radiação é detectada pelos fotomultiplicadores.



Procura-se solução para o Sol

Alguns físicos acham que o problema do neutrino solar está na magnitude do valor do fator astrofísico S para a reação de fusão entre o próton e o berílio 7, denominado por S_{17} . Essa reação determina a quantidade de boro 8 no Sol e, conseqüentemente, o fluxo de neutrinos que se origina do decaimento do boro 8.

A temperatura do interior do Sol se traduz em uma energia cinética dos prótons da ordem de 20 keV (ou 20 mil

elétrons-volt). Essa é portanto a energia com que a fusão ocorrerá. Devido à repulsão elétrica entre o próton e o berílio – e à pequena probabilidade de tunelamento através da barreira de repulsão elétrica –, a probabilidade dessa reação ocorrer é muito pequena. As medidas experimentais só alcançaram a energia mais baixa de 140 keV.

Na figura 10, vemos os dados experimentais existentes para o fator S dessa reação. Observa-se um pico do fator S para a energia de 630 keV, o que corresponde a uma ressonância nuclear. Fora da região da ressonância, o fator S é aproximadamente constante. Extrapolando-se o fator S para a energia de 20 keV, pode-se conseguir uma estimativa útil para o problema solar. No entanto, vemos que os dados experimentais são inconsistentes em energias baixas e a extrapolação pode levar a um erro de até 50% no valor desejado do fator S . Além do mais, os dados experimentais até agora obtidos para energias mais baixas não são muito confiáveis.



Novo método

Recentemente, Tohru Motobayashi, da Universidade de Rikkyo (Japão), e Moshe Gai, da Universidade de Yale (Estados Unidos), utilizaram um novo método para deduzir o fator S_{17} . Esse método, proposto por Carlos Bertulani, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e Gerhard Baur, do centro de pesquisa alemão KFA, baseia-se na reação inversa, isto é, na dissociação do boro 8 no berílio e no próton. Faz-se isso utilizando-se um feixe radioativo do boro 8 e atirando-o contra alvos contendo elementos pesados. O campo elétrico do núcleo-alvo é o responsável pela dissociação dos núcleos de boro 8 do feixe (ver 'Novo método: da incredulidade à coqueluche').

Utilizando-se a teoria de reversão temporal, pode-se relacionar os resultados dessa colisão com as seções de choque de fusão em questão. A teoria de reversão temporal é baseada na hipótese de que a evolução do processo de fusão de dois núcleos, digamos, a e b , em um núcleo c , segue exatamente o

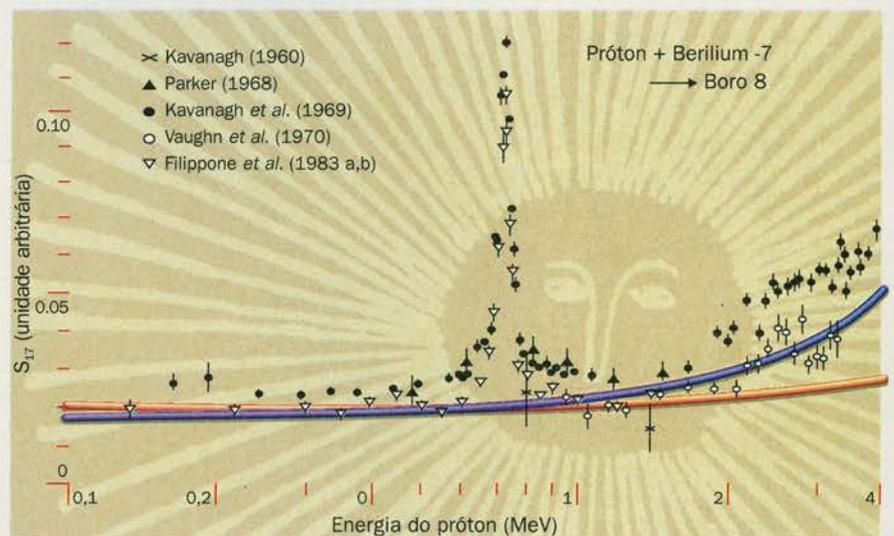


Figura 10. Fator astrofísico para reação de fusão entre um próton e o núcleo de berílio 7 em função da energia do próton. Os dados esperimentais obtidos por diferentes grupos de físicos experimentais (listados à esquerda, com respectiva data de experiência) estão indicados por diferentes símbolos. As linhas são o resultado de duas teorias distintas. A inconsistência entre os dados e entre as teorias é evidente.

Novo método: da incredulidade à coqueluche

Em 1984, o pesquisador Heinigerd Rebel, do Centro de Pesquisas Nucleares de Karlsruhe (Alemanha), visitou o Centro de Pesquisas KFA, em Julich, também na Alemanha, para dar um seminário em astrofísica. Naquela oportunidade, Rebel foi apresentado ao estudante de doutorado Carlos Bertulani, sob licença da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Rebel ilustrou a Bertulani e Gerhard Baur, professor do KFA, os inúmeros problemas enfrentados pelos físicos experimentais para medir em laboratório as seções de choque de fusão, relevantes em astrofísica. Em particular, as reações de captura radioativa de núcleos de hélio e carbono são muito importantes para a evolução de estrelas massivas. Reações envolvendo esses núcleos são cruciais para saber o destino final de uma estrela que explode em forma de uma supernova, um dos fenômenos mais deslumbrantes que acontecem no cosmos.

Outras reações, como as que levam à formação do elemento lítio, são fundamentais para se entender a abundância de núcleos leves logo após a grande explosão (*Big Bang*) que originou o universo. Outras reações, como as que levam à formação de boro 8 no Sol, também são de imensa relevância, como discutido neste artigo.

O problema com as medições experimentais que Rebel relatou deve-se ao valor minúsculo das seções de choque para as reações de interesse. Isso implica que essas reações não podem ser medidas diretamente no laboratório. Durante os meses seguintes, esses três pesquisadores desenvolveram um método para contornar essa situação e permitir o acesso aos dados experimentais tão desejados.

A idéia por trás do método é bastante simples e basicamente consiste em utilizar um feixe de núcleos com energia cinética de algumas centenas de milhões de elétrons-volt (MeV) e dirigi-lo contra alvos pesados. Uma medida minuciosa das energias e dos momentos dos fragmentos permite a reconstrução do valor das seções de choque de captura radioativa, empregando-se a simetria de reversão temporal. Por exemplo, pode-se determinar a seção de

choque para a reação de fusão entre um próton e o núcleo de berílio 7, fragmentando-se um feixe de boro 8 e medindo-se as energias e momentos do próton e do berílio 7 provenientes da fragmentação. O processo foi batizado de Método de Dissociação Coulombiana e publicado por esses autores em 1986.

Como toda idéia inovadora, o método teve que enfrentar a incredulidade de vários pesquisadores nos anos subseqüentes. O primeiro resultado experimental, baseado no método, foi obtido por pesquisadores de Karlsruhe, liderados por Rebel, e que resultou na medição com ótima precisão das seções de choque de formação de lítio 6 em energias de interesse para a nucleossíntese nos primeiros instantes da grande explosão.

Logo após, uma espécie de 'coqueluche' de experiências baseadas nesse método se desencadeou por todo o mundo. O método foi utilizado para se estudar reações relevantes para a grande explosão, para os modelos não-homogêneos da grande explosão, para o estudo de explosões de supernova, para a abundância de elementos no universo, e para a evolução estelar, em geral.

Conferências especializadas nos resultados do método têm sido realizadas rotineiramente nos últimos quatro anos. Em particular, um interesse maior no método surgiu com a aparição de feixes radioativos (ver 'Núcleos Exóticos: Novas Perspectivas em Física Nuclear', *Ciência Hoje*, vol. 11, nº 65, p. 60).

Atualmente, grandes projetos estão em andamento usando-se o Método de Dissociação Coulombiana, notadamente no Laboratório Cíclotron da Universidade do Estado de Michigan (EUA), no Laboratório Ganil, em Caen (França), no Laboratório GSI, em Darmstadt (Alemanha) e no Laboratório Riken, em Tóquio (Japão).

Uma colaboração internacional entre esses laboratórios e o grupo de física nuclear teórica da Universidade Federal do Rio de Janeiro foi recentemente iniciada. O objetivo é utilizar um esforço coletivo envolvendo físicos teóricos e experimentais para se estudar problemas em astrofísica, em particular, o problema do neutrino solar.

caminho inverso da quebra do núcleo c nos núcleos a e b , desde que a energia utilizada na quebra seja a mesma que a liberada na fusão.

O uso desse método só foi possível devido ao recente desenvolvimento de

técnicas de utilização de núcleos radioativos em aceleradores de partículas. O resultado dessa experiência parece indicar que o fator S_{17} é cerca de 40% menor que o valor obtido nas experiências anteriores. Se confirmado, esse va-

lor pode estar na direção certa de solucionar o problema do neutrino solar: um menor valor de S_{17} implica uma menor produção de boro 8 no Sol, que por sua vez implica uma menor produção de neutrinos de altas energias, con-

cordando com o que é observado nos detectores de neutrinos.



Buraco negro no Sol

O resultado dessa experiência gerou muita polêmica e vários trabalhos baseados no resultado dela apareceram em revistas científicas internacionais, antes mesmo que os próprios dados experimentais viessem a ser publicados. A polêmica foi tanta que até mereceu uma divulgação detalhada das inúmeras discussões científicas, publicada na renomada revista *Science*, em 18 de novembro de 1994.

De fato, o problema do neutrino solar tem atraído tanto interesse nos últimos 20 anos que vários cientistas propuseram soluções não muito ortodoxas e cheias de especulações. O renomado cosmólogo inglês Stephen Hawking chegou a sugerir que o problema seria solucionado caso existisse um buraco negro no centro do Sol. Alguns levaram a idéia a sério. A idéia de Hawking é a de que uma fração significativa da luminosidade solar poderia se originar a partir da energia gravitacional produzida pela captura de massa solar pelo buraco negro. Esse processo removeria parcialmente a necessidade de reações de fusão que levam à emissão de neutrinos.

Outros cientistas não acreditam que uma modificação da taxa de produção de boro 8 no Sol seja a solução para o problema do neutrino solar. Para eles, a questão é que o MSP prevê certa quantidade de boro 8 no Sol que está de acordo com outras observações experimentais. Logo, esse valor seria bem determinado. Segundo eles, o problema não está na física nuclear, mas no âmbito da física de partículas. Uma das idéias mais interessantes foi proposta pelos cientistas russos Stanislav Mikheev e Alexi Yu Smirnov, ambos da Academia Soviética de Ciências, em Moscou, e o

norte-americano Lincoln Wolfenstein, da Universidade de Carnegie-Mellon (EUA). Eles sugeriram que o detector de Davis mede menos fluxo de neutrinos do que é produzido no Sol, porque os neutrinos que alcançam o detector já não são neutrinos da mesma espécie.

Existem três tipos de espécies de neutrinos:

a • os neutrinos que acompanham os elétrons, ou os pósitrons, no decaimento nuclear. Por exemplo, os neutrinos que são emitidos quando o boro 8 se transforma no berílio 8;

b e c • os neutrinos que acompanham as partículas múon e tau. Essas duas últimas são da mesma família a qual pertencem os elétrons, mas têm massa cerca de 200 e 2 mil vezes maior que a dos elétrons, respectivamente. Tanto o múon quanto o tau – e os neutrinos associados a eles – são bem conhecidos na física de partículas e aparecem em outros fenômenos naturais. Denominando por ν_e , ν_μ e ν_τ os neutrinos associados ao elétron, múon e tau, respectivamente, Mikheev, Smirnov e Wolfenstein mostraram que boa parte dos neutrinos ν_e se transformam em neutrinos ν_μ e ν_τ no caminho do interior do Sol até a superfície. Esse processo é conhecido por *oscilações de neutrinos* (ou efeito MSW). Ao chegarem à Terra, os neutrinos ν_μ e ν_τ não reagem com os núcleos atômicos e, portanto, não são 'vistos' pelos detectores de neutrinos. Os cálculos seguindo essa teoria mostram que a supressão de neutrinos observadas nos detectores pode ser explicada.



'Alquimia' dos neutrinos

O efeito MSW implica que pelo menos um dos três tipos de neutrinos tenha massa diferente de zero. À medida que eles se propagam, os neutrinos não se comportam só como partículas, mas

também como ondas. Um neutrino pode ser considerado como uma combinação de dois ou mais estados com massas diferentes, que se movem com velocidades diferentes. A fase entre dois estados de massa diferentes que compõe um neutrino mudará ao longo do caminho do centro do Sol até a superfície, fazendo com que um neutrino do elétron se transforme em um neutrino de outra variedade.

Se comprovada experimentalmente, a teoria de Mikheev, Smirnov e Wolfenstein é digna de merecer um prêmio Nobel. No entanto, isso não aconteceu até o presente momento. Por exemplo, a teoria prevê que o número de neutrinos provenientes de reações induzidas por raios cósmicos, os chamados neutrinos atmosféricos, e medidos nos detectores, deveriam variar do dia para a noite. Isso porque os neutrinos noturnos devem atravessar toda a Terra até alcançar os detectores (figura 11).

No entanto, os dados experimentais obtidos no detector *Kamiokande* não observaram esse fenômeno. Se o efeito MSW for comprovado, ele também implica uma massa diferente de zero para os neutrinos e isso levaria a uma profunda revisão no Modelo Padrão da física de partículas elementares. Esse modelo foi

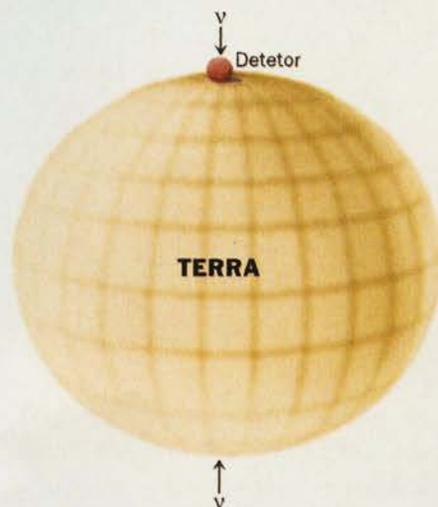


Figura 11. Esquema da localização de um detector de neutrinos para estudar as oscilações de neutrinos atmosféricos.

desenvolvido por Sheldon Glashow, da Universidade de Harvard (EUA), Steven Weinberg, da Universidade do Texas, em Austin (EUA), e por Abdus Salam, do Centro de Pesquisas Teóricas de Trieste (Itália).

O modelo é uma descrição unificada das forças eletromagnéticas e fracas e na sua versão mais simples todos os neutrinos têm massa zero. Extensões do modelo permitem um restrito intervalo de massa para os neutrinos (ver 'Massa dos neutrinos: vale a pena esperar').



Matéria escura

Uma massa zero para os neutrinos poderia ser uma das explicações para um enigma cosmológico de grande in-

teresse atual: o problema da matéria escura do universo. Acredita-se que o universo surgiu de uma grande explosão, a partir de uma região de dimensões microscópicas, na qual toda a matéria do universo se concentrava. A partir daí o universo foi evoluindo e expandindo, o que acontece até hoje.

Uma pergunta importante é se o universo vai se expandir para sempre ou se vai parar e voltar a encolher até que todo o processo se repita. Isso depende se a quantidade de matéria no universo está além de um certo limite. Em caso afirmativo, a força gravitacional seria suficiente para inverter a expansão do universo e fazê-lo colapsar novamente.

Para se entender isso, vamos fazer uma analogia. Uma pedra atirada para cima, acaba voltando para a superfície

da Terra. Quanto maior for a força com que ela é arremessada, mais alto irá a pedra. Mas se a força ultrapassar um certo limite, o que os físicos denominam velocidade de escape, a pedra acabará entrando em órbita. As naves espaciais precisam ir além do valor da velocidade de escape para entrarem em órbita. A velocidade de escape varia conforme a massa de cada planeta. Para a Terra, por exemplo, ela é de aproximadamente 40 mil quilômetros por hora.



Neutrinos 'vadios'

Há indícios astronômicos muito fortes de que a matéria do universo é muito maior do que se pode medir diretamen-

Massa dos neutrinos: vale a pena esperar

A busca experimental de neutrinos com massa tem sido um dos grandes desafios da física atual. Por causa da dificuldade observacional dos neutrinos, alguns grupos experimentais, por erros na interpretação dos resultados, têm anunciado a confirmação da existência de massa para essas partículas: um feito que, quase invariavelmente, mais tarde é provado falso.

No último dia 1 de março, o jornal norte-americano *The New York Times* publicou reportagem na primeira página, na qual anunciou que cientistas do Laboratório Nacional de Los Álamos, no Novo México (EUA), conseguiram evidências de que os neutrinos realmente têm massa.

No jornal, o pesquisador D. Hywel White, chefe do grupo experimental, diz que "a massa dos neutrinos deve ser maior que 0,5 eV (meio elétron-volt) – mínimo da sensibilidade dos detectores – e talvez menor que 5 eV". Segundo os cientistas de Los Álamos, "essas evidências experimentais positivas foram obtidas em dois longos períodos de aquisição de dados – totalizando cinco meses – e cuidadosamente analisados para se evitarem possíveis alardes falsos".

A observação de um número maior de eventos no segundo período experimental, finalizado em novembro do ano

passado, aumentou a confiança de que os cientistas estavam realmente vendo os efeitos da massa dos neutrinos. "Essa é a razão pela qual estamos prontos para falar publicamente sobre isso", disse William C. Louis, membro do projeto.

Os achados experimentais foram apresentados em um encontro científico em Los Álamos, no início do último mês de fevereiro, e serão descritos formalmente em artigo para a revista científica *Physical Review Letters*.

Mas, por semanas, esses resultados já estão circulando entre os cientistas: a perspectiva de uma descoberta tão importante tem desencadeado alvoroço e encorajado cosmólogos na crença de que um componente importante do universo foi identificado de fato.

Outros cientistas, acostumados a esse tipo de pesquisa, expressaram confiança na experiência de Los Álamos. Mas alguns astrofísicos foram mais cautelosos, recordando outras vezes, em anos recentes, nas quais evidências para a massa do neutrino foram anunciadas, porém mostrando-se falsas. "Estamos sendo muito cuidadosos, porque achamos que temos uma grande quantidade de evidências", disse White sobre essas preocupações. "Mas acreditamos que estamos certos e que não temos nada com que nos arrepender mais tarde."

Vale a pena esperar e constatar. Mantenham-se atentos.

te, o que indica que o universo colapsará novamente. Essa matéria parece não emitir luz e é conhecida como a matéria escura do universo. Um dos candidatos mais óbvios para essa matéria escura seria os neutrinos produzidos na grande explosão (*Big Bang*) e que perambulam pelo espaço.

Se a massa desses neutrinos for da ordem de 30 elétrons-volt, o problema da matéria escura do universo poderia ser explicado. Nesse caso, essa matéria escura consistiria da massa total e invisível dos neutrinos 'vadios', que estão à toa por aí. Experiências e argumentações cosmológicas sugerem que nenhum dos tipos de neutrinos têm massa maior do que 80 elétrons-volt. As massas previstas nas extensões do Modelo Padrão são muito menores, no intervalo de um elétron-volt a um milionésimo de elétron-volt.

Outra solução fascinante não só para o problema do neutrino solar, mas também para o problema da massa escura do universo é a possível existência de partículas hipotéticas conhecidas por Wimp's (do inglês, *Weakly Interacting Massive Particles*). Os Wimp's teriam sido criados em grandes quantidades nos primeiros instantes do universo e seriam responsáveis pelas imensas quantidades de massa invisível que existem aparentemente em grandes estruturas cosmológicas.

Estas partículas poderiam se aglutinar em torno de objetos massivos como o Sol. Se eles tiverem as propriedades adequadas, os Wimp's poderiam redistribuir o calor dentro do Sol, reduzindo a produção de boro 8 e também o fluxo de neutrinos aos níveis detectados.

A existência dos Wimp's foi proposta por William Press, da Universidade Harvard, David Spergel, da Universidade Princeton, John Faulkner, da Universidade da Califórnia, em Santa Cruz, e Ronald Gilliland, do Centro de Pesquisas Atmosféricas, em Boulder, Colorado, todos nos EUA.



Mais e melhores detectores

Não é só o problema do neutrino solar que aflige o nosso entendimento sobre o Sol. Sabemos que a evolução do conhecimento traz respostas lentas e graduais. Há coisas simples e globais sobre o Sol que ainda não entendemos. Por exemplo, ainda desconhecemos a complicada atividade da superfície do Sol que governa o ciclo solar a cada 11 anos.

No entanto, o problema do neutrino solar é uma surpresa maior, já que o interior do Sol é governado por matéria em equilíbrio hidrodinâmico, que pode ser muito bem descrito matematicamente. E é de lá que vêm os neutrinos medidos. Além do mais, os resultados para o fluxo de neutrino solares calculados por vários modelos de evolução do Sol, desenvolvidos por grupos independentes de pesquisadores, concordam em cerca de 10%.

Atualmente, vários projetos para a construção de novos e melhores detectores de neutrinos estão sendo feitos em várias partes do planeta. Espera-se dar um grande impulso à física de neutrinos cosmológicos. Espera-se não só estudar os neutrinos vindos do Sol, mas também aqueles provenientes de estrelas com propriedades mais deslumbrantes, como as supernovas.

O detector mais poderoso em construção na atualidade consiste em um tanque com 1.000 toneladas de água pesada (água contendo deutério, no lugar de hidrogênio). Ele está sendo construído em uma mina de níquel, próximo a Sudbury, Ontário (Canadá). O observatório de neutrinos de Sudbury é um esforço de colaboração entre os Estados Unidos, o Canadá e o Reino Britânico. Ele irá observar os elétrons produzidos pela interação entre os neutrinos e os núcleos de deutério e irá determinar a energia, bem como a radiação Cherenkov da colisão neutrino-elétron.

O detector de Sudbury terá um propósito múltiplo, já que ele irá estudar a

absorção e também o espalhamento dos neutrinos. A absorção só pode ocorrer com neutrinos de elétrons; o espalhamento, com todas as três variedades de neutrinos. A frequência de colisão entre neutrinos de múons e neutrinos de taus com elétrons é apenas um sétimo da frequência de colisão entre os neutrinos de elétron com os próprios elétrons. Logo, um teste definitivo para o efeito MSW poderá ser feito.

Talvez, estejamos próximos de conhecer a solução para o problema do neutrino solar. Mas sabemos que a natureza às vezes nos reserva respostas surpreendentes, que só a experiência pode nos dar. De qualquer modo, o interessante em toda esta história é que o estudo da física de enormes objetos estelares pode nos dar informações preciosas sobre o submundo das partículas elementares. A maior parte desse deslumbramento pode acontecer estudando-se um objeto enorme, não muito longe daqui: o nosso Sol.

Sugestões para a leitura:

- Bahcall, J. N. *Neutrino Astrophysics*, Cambridge University Press, 1989.
- Bertulani, C. A. e Baur, G. 'Relativistic Nuclear Collisions without Nuclear Contact', *Physics Today*, American Physical Society, março de 1994, p. 22.
- Bertulani, C. A., Canto, L. F., Husein, M. S. 'The Structure and Reactions of Neutron-Rich Nuclei', *Physics Reports*, North-Holland, vol. 226, nº 6, maio de 1993, p. 226.
- Bertulani, C. A. 'The Astrophysical Reactions $^{12}\text{C}(\alpha, \gamma)^{16}\text{O}$, and $^7\text{Be}(p, \gamma)^8\text{B}$ and the Coulomb Dissociation Method', *Physical Review C*, American Physical Society, vol. 49, 1994, p. 2.688
- Motobayashi, T. *et al.* 'The Coulomb Dissociation of ^8B and Solar Neutrino Flux', *Physics Review Letters*, American Physical Society, vol. 73, 14 de novembro de 1994, p. 2.680.
- Taubes, G. 'Electronic Battle over Solar Neutrinos', *Science*, vol. 266, 18 de novembro de 1994, p. 1.157.

Produtos naturais da Amazônia

São renováveis e valem mais que ouro

Nesses últimos tempos, a imprensa mundial, tanto no setor econômico quanto no setor ecológico, vem apelando com intensidade para que o extrativismo seja estimulado na Amazônia em lugar de derrubadas e mineração. Tais programas, porém, mesmo tendo algum interesse, em geral não oferecem mais do que exportação de matéria-prima. Isso significa utilização de mão-de-obra



não especializada, barata, e obtenção de um produto também de baixo custo. Além disso, a exportação de matéria-prima leva automaticamente, e muito depressa, à sua reimportação, já em estágio de material processado e, conseqüentemente, mais caro.

Ora, o Brasil e os brasileiros vêm testemunhando situações desse tipo desde muito tempo e em diferentes áreas.

Nestes vale a pena investir

Muitos produtos com valor comercial podem ser retirados dos vegetais da Amazônia. Eis alguns deles:

Clorofila • É o pigmento verde da natureza. Ocorre principalmente como clorofila *a* e clorofila *b*, na proporção de 3:1 nas plantas terrestres. Existem ainda as clorofilas *c* e *d*, encontradas principalmente em algas marinhas acompanhando a clorofila *a*. Essas substâncias são usadas como corantes de cosméticos, sabão, perfumes, licores, doces, bolos e confeitos, óleos e graxas e, na terapêutica, como desodorante e cicatrizante de lesões da pele.

Alfa e beta-carotenos • São encontrados em óleo de coco e folhas verdes dos vegetais. São usados como corantes de alimentos. Precursores da vitamina A, são ainda filtros solares contra radiação ultravioleta. Os carotenóides são aqui tratados junto com as clorofilas porque podem ser obtidos como subprodutos valiosíssimos na indústria de pigmentos clorofilicos.

Fitol • Pertence à mesma categoria de produtos, pois resulta da hidrólise das clorofilas. Serve como matéria-prima para a fabricação das vitaminas E e K1.

Castanospermina • Obtida das sementes de plantas do gênero *Alexa*, é um desativador de alfa e beta-glucosidase, desestimulante alimentar de insetos e inibidor *in vitro* do vírus HIV.

Psoraleno • É uma furocumarina que ocorre naturalmente em mais de duas dúzias de fontes vegetais, incluindo plantas das famílias da salsa, da laranja, do feijão e do figo. Em virtude de seus efeitos fotossensibilizantes, tem sido largamente usado em fotoquimioterapia, no tratamento de vitiligo, psoríases e micoses.

Tubocurarina • Isolada de trepadeiras gigantes da família das Menispermáceas, tem a propriedade de manter o relaxamento muscular em cirurgia, controla convulsões e é coadjuvante em diagnose de *myasthenia gravis*.

L-DOPA • É um ácido aminado encontrado em grande proporção em feijões da Amazônia. É um precursor da dopamina, um agente antiparkinsoniano, cardiotônico e anti-hipotensivo. Possui também um papel ecológico importante, como desestimulante alimentar de insetos.

Sitosterol • É o esteróide mais comum das plantas e pode ser isolado, por exemplo, de sementes de milho, algodão e soja, ou de óleos de gérmen de trigo, centeio e arroz. Na terapêutica, é usado em hiperlipoproteinemia, na inibição de absorção de colesterol, no tratamento de adenoma prostático. Também inibe carcinogênese induzida.

A tabela relaciona produtos que poderiam ser obtidos a partir de matérias-primas disponíveis de forma sustentável em reservas extrativistas da Amazônia. Seus preços constam do catálogo *Biochemicals, Organic Compounds for Research and Diagnostic Reagents da Sigma Chemical Company* para 1993 e se referem às pequenas quantidades indicadas de substâncias em geral dotadas de alto padrão de pureza. Merece destaque o fato de que o valor do ouro é surpreendentemente modesto se comparado peso por peso com esses produtos orgânicos. Juntando a esse fato a destruição irreversível do meio ambiente que resulta da mineração do ouro, valeria a pena examinar a fundo um programa que atendesse ao conceito exposto neste artigo, a bem do futuro da Amazônia e dos amazônides.



PREÇOS DE ALGUNS PRODUTOS NATURAIS CONSTANTES DO CATÁLOGO SIGMA 1993, COMPARADOS COM O VALOR DO OURO COTADO EM 9/9/1994

	US\$/	US\$/kg quantidade	Valor relativo do ouro
clorofila a	47.95/1 mg	47.950.000	3.866,9
clorofila b	46.85/1 mg	46.850.000	3.778,2
ricina A	44.95/1 mg	44.950.000	3.625,0
castanospermina	31.75/1 mg	31.750.000	2.560,5
sitosterol	24.50/1 mg	24.500.000	1.976,8
alfa-caroteno	16.70/1 mg	16.700.000	1.346,8
sanguinarina	22.00/5 mg	4.400.000	354,8
beta-caroteno	19.30/5 mg	3.860.000	311,3
psoraleno	16.85/5 mg	3.370.000	271,8
gossipol	17.90/25 mg	716.000	57,7
papaína	12.30/25 mg	492.000	49,7
tubocurarina	11.00/100 mg	110.000	8,9
cocaína	66.00/1 g	66.000	5,3
emetina	11.10/250 mg	44.400	3,6
beta-caroteno (85%)	5.70/250 mg	22.800	1,8
L-DOPA	4.35/250 mg	17.400	1,4
pilocarpina	15.40/1 g	15.400	1,2
scopolamina	14.20/1 g	14.200	1,1
harmalina	13.40/1 g	13.400	1,1
ouro	—	12.400	1,0
rotenona	11.55/1 g	11.550	0,9
toimbina	7.50/1 g	7.500	0,6
quinina	4.95/1 g	4.950	0,4
ácido caféico	8.00/2 g	4.000	0,32
morina	7.85/1 g	3.925	0,31
arbutina	36.30/10 g	3.630	0,29
fitol	5.20/5 ml	1.225	0,09
ácido mirístico	6.50/10 g	650	0,05
linalol	5.75/25 ml	270	0,02
teobromina	4.55/25 g	262	0,02
ácido gálico	16.50/100 g	165	0,01
cafeína	7.40/100 g	74	0,006
salicilato de metila	9.60/250 ml	38	0,003

Assim, já vimos sair minérios para importarmos utensílios, já vimos sair madeira e importarmos móveis, sair cacau e importarmos chocolate, vimos sair plantas e pagarmos direitos para obter medicamentos.

Um exemplo bem adequado vem da própria Amazônia, com o óleo essencial de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*, antigamente chamado *A. duckei*). A indústria extrativa de pau-rosa, como acontecera anteriormente na Guiana Francesa, levou o Brasil a exportar o óleo essencial dessa espécie. O óleo de pau-rosa é fracionado no exterior, para obtenção de seu componente majoritário, o linalol. A seguir, o linalol é transformado, por processo industrial, no acetato de linalila. Esse produto nobre é indispensável à fabricação de águas-de-colônia e perfumes. A indústria perfumística brasileira reimporta, então, o seu próprio linalol, agora na forma de éster, e paga o preço da diferença do desenvolvimento tecnológico.

Por várias vezes a indústria brasileira tentou romper esse impasse, sem muito sucesso. Enquanto isso, o pau-rosa fica cada vez mais raro e hoje essa espécie pertence ao elenco das plantas amazônicas em fase de extinção, sem que toda a riqueza que a venda de seus derivados manufaturados já proporcionou tenha revertido para a região e seus habitantes. Esta é apenas uma história de décadas passadas, mas a situação hoje seria muito diferente? Será que o que se planeja para essa imensa região continua sendo exportação de matéria-prima?

Em relação aos produtos naturais vegetais, a Amazônia merece muito mais do que simples extrativismo, devendo começar a planejar a industrialização de sua própria produção. Esse merecimento está embasado em dois pontos essenciais: 1) a riqueza e a biodiversidade de sua matéria-prima renovável; 2) o contingente de técnicos químicos especializados e de formação adequada. De

fato, existem na Amazônia escolas de química, assim como outras instituições de ensino e pesquisa, que têm programas de especialização em produtos naturais e contam com químicos competentes.

Dentro desse contexto, é importante que os planejadores da economia do país e da região amazônica reflitam bem antes de apoiarem programas puramente extrativistas, que não necessitam de mão-de-obra especializada e cujo objetivo maior nunca será a nossa imposição ao Primeiro Mundo pela nossa competência. É necessário que sejam priorizados programas apoiados nas vantagens particulares conferidas pela biodiversidade da Amazônia, aproveitando a competência dos químicos locais, e que se promovam estudos criteriosos para facilitar a implantação de pequenas indústrias capazes de produzir produtos de excepcional valor, preservando ao máximo a integridade da floresta.

É neste sentido que sugerimos aqui uma relação de possibilidades de exploração da química da floresta amazônica, através de alguns comentários que não têm, contudo, a pretensão de esgotar o assunto nem de apresentar as melhores alternativas. Os recursos renováveis mais nobres da floresta são considerados através de produtos vegetais com comércio garantido ou potencialmente comercializáveis.

Maria Auxiliadora C. Kaplan

*Núcleo de Pesquisas de Produtos Naturais,
Universidade Federal do Rio de Janeiro.*

Maria Raquel Figueiredo

Otto R. Gottlieb

*Departamento de Fisiologia e
Farmacodinâmica,
Fundação Oswaldo Cruz/FIOCRUZ.*

Aço indiano

Uma descoberta que os portugueses não fizeram

Poucas situações causam tanta ansiedade quanto a fome. Fome de comida, de riqueza, de poder. A febre dos descobrimentos cresceu na Europa em geral nos séculos XII e XIII e se tornou muito forte em Portugal no século XIV por causa da fome. Fome de variedade e qualidade de comida e também fome de ouro e riquezas. Plínio o Velho já chamara as ilhas Canárias de 'ilhas afortunadas' por sua rica vegetação. Mas elas permaneceram esquecidas até serem redescobertas pelos irmãos Guido e Ugolino Vivaldi, em 1291. Em 1336, Lanzarotto Malocello voltou às Canárias graças a antigos mapas (possivelmente já usados e melhorados pelos irmãos Vivaldi), os chamados portulanos.

Foi assim que Portugal soube se valer das redescobertas e se animou a ir mais longe. Documentos testemunham as fomes que moveram os navegantes portugueses e mais tarde motivaram outros europeus a descobrir – ou redescobrir – o mundo além das 'Colunas de Hércules' (o estreito de Gibraltar) e do próprio oceano Atlântico. Se é bem verdade que Colombo foi movido pela curiosidade científica, estimulado especialmente pelo geômetra florentino Paolo dal Pozzo Toscanelli, foi a 'fome' dos reis de Cas-

tela que levou a se aventurar mar adentro, em três casquinhas de noz ou pouco mais.

Foi talvez por causa dessa fome que os portugueses aprenderam bem e rapidamente os múltiplos usos de plantas desconhecidas que aos poucos levaram de um lado do mundo para outro. Assim é que, graças a eles, temos mangas no Brasil e castanhas de caju na Índia. Os portugueses se anteciparam de alguns séculos a outros europeus no reconhecimento da utilidade de plantas de mangue. Porém, devido a essa mesma fome, ficaram cegos para algumas riquezas não-biológicas que, com o passar do tempo, vieram a ser tão importantes ou mais que as biológicas. Fora o ouro e a prata, pouco se interessaram por metais e, na Ásia, nem mesmo deram muita atenção às pedras preciosas e às pérolas. Dessa miopia difícil de explicar certamente não sofreram os que estiveram

antes ou os que vieram depois à Índia.

Miss Isabella Fane, filha única do general Sir Henry Fane, comandante-em-chefe da Índia Britânica, contou numa carta que, durante uma visita oficial ao marajá Ranjit Singh, o famoso Leão de Punjab, em 1837, o secretário de Sir Henry, Marcus Beresford, recebeu muitos



Espada oriental, com cabo de madeira entalhada e lâmina em aço indiano, apresentando os veios característicos desse tipo de aço.

presentes valiosos, especialmente uma espada: "Só a lâmina foi avaliada em 400 libras esterlinas, por sua têmpera tão bela."

Porém não foram somente moças de alta classe e secretários de generais da Índia Britânica do século XIX que ficaram maravilhados com o aço indiano: desde os tempos greco-romanos, ferreiros e metalúrgicos tinham tentado reproduzir seu teor de dureza, tenacidade, durabilidade e resistência do corte. Ao que parece, somente Jean-Robert Bréant percebeu que o segredo do aço indiano (do qual eram feitas as famosas espadas de Toledo e de Damasco) era seu conteúdo de carbono; ao que parece, em 1821 ele conseguiu fazer espadas com brilho damasceno, mas nunca chegou a explicar o processo. Até hoje os objetos de aço para mesa e cozinha, especialmente os que vêm do sul da Índia e são produzidos artesanalmente, estão entre os melhores e mais duradouros do mundo.

Contam as crônicas sobre as cruzadas que a espada de Saladino, grande chefe do exército muçulmano, tinha corte tão afiado que facilmente seccionou, num só movimento, um véu flutuante no ar. Saladino tinha acesso direto a produtos da Índia. Naquele tempo, os sarracenos ainda não usavam as cimitarras de lâmina curva: usavam lâminas de Damasco que conservavam indefinidamente o corte afiado. Além disso, eram resistentes e mais leves do que as dos cruzados, portanto mais fáceis de manejar em duelos e no campo de batalha.

Além de todas essas qualidades práticas, as espadas damascenas, feitas com aço indiano, também eram famosas pela beleza e pelo tom azulado de seu brilho, que refulgia em reflexos de mil curvas. Provavelmente o aço indiano já era conhecido no tempo de Alexandre Magno, no século IV a.C. Dos muitos presentes que ele recebeu na Índia, um dos que mais lhe agradou foram mais de cem 'talentos' em *ferrum candidum* (ferro branco, ou aço), dados pelo rei Paurava,

chamado de Pórus pelos gregos.

Surge a questão: desde quando se fazia aço na Índia? Quais as propriedades do aço indiano? A mitologia hindu conta que foi Viswakarman, o grande artífice, pai de todos os artesãos, de todas as artes e ofícios, quem afiou na forja o machado de Brahmanaspati, o senhor

da prece, e também fabricou o *vajra* (relâmpago) de Indra, o rei dos deuses. Os mitos confirmam a hipótese de que já em tempos védicos e pré-védicos havia um bom conhecimento de fundição.

São indispensáveis quatro operações para produção de aço: 1) o minério é fundido, misturado com carvão e matéria vegetal, e aquecido em fornos de pedra até 1.200°C; a temperatura é avaliada pela cor do metal fundido, as impurezas, das quais o oxigênio e o enxofre são as piores, são eliminadas no processo que finalmente produz ferro reduzido. Esse produto é o ferro fundido, que se torna ferro batido depois de submetido a marteladas, com a finalidade de reduzir todas as impurezas. Escórias resultantes desse tratamento foram encontradas em muitos sítios arqueológicos da cultura megalítica da Índia pré-histórica; 2) o ferro batido, misturado com mais carvão num recipiente fechado, ou cadinho, é novamente aquecido até cerca de 1.200°C e se torna *wootz* (*wootz* é o termo original da antiguidade, usado em todas as línguas antigas), depois de esfriar lentamente; 3) o *wootz* é aquecido a 650-850°C na forja e novamente martelado – até adquirir a forma desejada, ferro rico em carbono

é maleável nessa temperatura; 4) o objeto com a forma desejada é rapidamente aquecido e bruscamente esfriado em água ou outro líquido frio (por exemplo, salmoura), até adquirir a dureza, resistência e corte desejado, às custas de novas marteladas, enquanto ainda quente.

A metalurgia do aço provavelmente foi desenvolvida de modo independente pelos hititas, na Ásia Menor, e pelos indianos, espalhando-se daí para todo o continente asiático. A descoberta da necessidade de acrescentar carbono du-



rante a fundição do ferro deve ter sido acidental, pois os fornos usados há cinco mil anos certamente continham resíduos de folhas ou galhos de árvores. Ou a argamassa de argila que cimentava as pedras usadas na confecção do forno tinha sido emplastradas com matéria orgânica, possivelmente excrementos de gado e camelo, que até hoje, misturados com palha, constituem o combustível caseiro mais comum na Índia.

Três fatores podem ter contribuído para o desenvolvimento de técnicas aperfeiçoadas de produção do aço na Índia. Primeiro, a existência de grande quantidade de minérios com alto teor de ferro, em especial hematita (Fe_2O_3), com até 72-75% de ferro (como hematita brasileira, encontrada em grandes blocos brilhantes de cristal metálico cinza-escuro), e magnetita (Fe_3O_4). Em segundo lugar, os *lobar*, ferreiros indianos perceberam desde cedo que a fusão do minério deve ser feita em alta temperatura, cerca de

1.200°C, mas que a temperatura durante o processo de forja da peça deve ficar entre 650-850°C. Finalmente, perceberam também que a operação de aquecimento e têmpera da peça deve ser repetida muitas vezes, até a obtenção das qualidades desejadas.

Uma das mais antigas descobertas arqueológicas que dizem respeito à história do ferro na Índia aconteceu em Ban Chiang, Tailândia, onde aço e escórias de minério de ferro foram datadas de 1600-1200 a.C. Achados de pontas de lança e de flechas são freqüentes na Índia, nos restos da chamada cultura Megalítica do II e I Milênios. Especialmente importante foi o achado de um machado de ferro com 6% de carbono (portanto, classificado como aço de alta qualidade) em Mahurjari. O machado estava no mesmo horizonte arqueológico das escavações de Hallur e foi datado em cerca de 1000 a.C., pelo método do carbono-14.

Os textos védicos indicam claramente que, se bem que os antepassados usassem pontas de flechas de chifre de veado, mais tarde

passaram a usar pontas de ferro ou aço, fato comprovado por fontes históricas. O *Rigveda* faz referência ao corte afiado das armas do guerreiro, como também às técnicas de obtenção do corte: "... como um guerreiro, Agni (o Fogo) afia o corte das armas de ferro" (canto IV, 47-10), "... os que aspiram à divindade purificam suas vidas como os ferreiros removem as impurezas do ferro com calor" (IV, 2-17). Outros versos se referem ao processo de fundição do minério e de seu aquecimento antes de ser temperado por imersão em água fria. O *Rigveda* diz também que Brahmanas-

pati produziu os seres vivos usando foles, como o ferreiro (X, 72-2).

A metalurgia teve um grande surto no estado de Gujerat, no início do período histórico, e deve ter sido uma das razões de sua prosperidade econômica. De fato, o Gujerat era visitado por comerciantes da Ásia Ocidental e do Mediterrâneo com a regularidade das monções. Eles eram trazidos pelo vento que os gregos chamavam de Hippalus, nome do navegador que lhes ensinou como chegar a Índia por via marítima direta, navegando com os ventos da monção de sudoeste e voltando ao mar Vermelho com os da monção de nordeste.

A senhorita Fane honra sua posição de filha de general quando reconhece o valor da têmpera da espada presenteada pelo marajá e concorda com Apuleio, que admirava no aço indiano a *ferritemperacula*, isto é, sua têmpera. Tão prestigiado foi o *ferrum indicum* na antiguidade que Marciano o incluiu, em sua *Digesta*, entre os artigos sujeitos a direito alfandegário, ao lado de pedras preciosas, extratos de plantas, perfumes, animais selvagens. A importação de aço indiano durou muitos séculos, como é evidente pelo texto do famoso *Periplous Hari Erythraeum*, que inclui aço e ferro entre os artigos mais valiosos a serem obtidos na Índia, além de pano de algodão.

Esta é, em resumo, a história do aço indiano, produzido pelos mais humildes dos pobres na Índia: os ferreiros. Até hoje, sobretudo no sul

do país, eles ainda usam fornos simples, semelhantes aos encontrados nos sítios arqueológicos. Ainda encontram minério em suas regiões, mas agora usam casca de arroz como fonte de carbono para produzir lingotes de *wootz*. Até recentemente, os *lobars* eram

nômades ou seminômades e se deslocavam de aldeia em aldeia, parando temporariamente, por dias, semanas ou mesmo mais de um ano, de acordo com as encomendas.

Ainda é possível encontrá-los, viajando com suas carroças, às vezes belamente decoradas com latão, pelas estradas de Rajasthan, de Adhra Pradesh e Tamil Nadu. Quando encontram serviço, armam suas tendas-oficinas, constroem seus fornos, preparam seus cadinhos hermeticamente fechados, suas bigornas, martelos, tenazes e outras ferramentas, aprontando-se para fazer um trabalho. Antes, invocam a ajuda de seu patrono, Viswakarman, ou, se forem muçulmanos, rezam a Allah. Atualmente, porém, os *lobars* estão se tornando cada vez mais sedentários, e os ferreiros urbanos perderam a tradicional habilidade: em geral, compram ferro velho e restos de peças fabricadas industrialmente, que soldam e adaptam com máquinas e brocas elétricas. Não se fazem mais espadas com brilho damasceno.

É possível que a qualidade do aço indiano tenha escapado aos portugueses porque seu primeiro contato com a Índia foi em três pontos do estado de Kerala, em Sri Lanka e nas ilhas maldivas, e só mais tarde em Goa. A costa sudoeste da Índia peninsular e o Ceilão (Sri Lanka) eram regiões de intenso tráfego comercial havia séculos e foi que interessou aos portugueses em primeiro lugar. Atualmente, o porto de Marmagão, em Goa, é o maior exportador de minério de ferro da Índia, e o melhor aço indiano ainda é o produzido no sul do país pelos métodos tradicionais.

Marta Vannucci

International Society for Mangroves Ecosystems - ISME.



O Laboratório Nacional do Acelerador Fermi (Fermilab), centro de pesquisas norte-americano de física de altas energias, anunciou no último 2 de março um fato científico revolucionário: a descoberta de uma raríssima forma de matéria, um novo tipo de 'quark', batizado *top*.

Desde 1932, sabe-se que o núcleo dos átomos é formado por prótons e nêutrons, tidos na época como partículas elementares, isto é, indivisíveis. Mas, no início da década de 70, ficou evidenciado que essas duas partículas, por sua vez, também têm estrutura interna. São constituídas por partículas menores, chamadas quarks.

Experiências permitiram a identificação de cinco tipos distintos de quarks. O *up* e o *down* são os mais comuns e formam os prótons e nêutrons. O *strange*, o *charm* e o *bottom* (esse último descoberto em 1978) completam a lista dos quarks conhecidos até há pouco.

Após cerca de 15 anos de buscas, com pequenos sucessos intercalando grandes frustrações, a descoberta de mais um quark não é apenas anunciada. Ela é largamente festejada pelas duas equipes do Fermilab, com cerca de 400 cientistas cada uma, que independentemente produziram a evidência de que o quark *top* existe.

Grande anel e milhares

Sobrevoando Illinois (EUA), é possível ver um enorme anel perfeitamente circular e com 2 km de diâmetro, rasgando a monotonia das terras planas daquele estado. Em seu interior, uma floresta e um lago preservam parte da fauna e flora, dali expulsas em outros

tempos, pelo avanço dos milhares.

Cada equipe ocupa seu pavilhão de trabalho ao longo do anel, em dois setores diametralmente opostos, conhecidos como áreas experimentais B-Zero e D-Zero. São dois times (ou 'colaborações'), formados por físicos e engenheiros de vários países – inclusive o Brasil, no caso do D-Zero – e que desenvolvem suas pesquisas sobre a estrutura mais íntima da matéria, estimulados principalmente pela curiosidade, mas também por um saudável espírito competitivo entre as equipes.

O grande anel, conhecido como Tévatron, é um aparato vital para a pesquisa de partículas. Ao longo de seus 6,3 km de extensão, feixes de prótons (partícula com carga elétrica positiva) e antiprótons (antipartícula do próton, ou seja, próton com carga negativa) são acelerados em sentidos opostos até atingirem altíssimas energias.

Os feixes de prótons e antiprótons viajam a uma velocidade praticamente igual à velocidade da luz (300 mil quilômetros por segundo). Eles se cruzam frontalmente, bem no centro das áreas experimentais B-Zero e D-Zero. Exatamente aí está o foco das atenções de todos que participam dessa pesquisa.

Sementes da matéria

A cada milésimo de segundo aproximadamente, um próton arrebenta-se em colisão violenta e frontal contra sua antipartícula. Matéria e antimatéria aniquilam-se completamente, num transiente instantâneo de pura radiação. No caso do Tévatron, a colisão é tão violenta que esse transiente radiativo chega a ter densidade de energia comparada àquela do universo nascente, cerca de um milésimo de segundo depois do 'Big Bang'. Um

O quark *top*

Norte-americanos anunciam a detecção da mais nova porção de matéria

fato notável para um laboratório que se situa em alguma microesquina de um microplaneta azul e acolhedor, mas errante e perdido em seu megauniverso.

Essa colisão próton-antipróton é extraordinária. Não há qualquer fato em nossa experiência comum que se assemelhe a ela. Seu transiente de radiação, brutalmente energético, imediatamente se rematerializa em um chuva de novas partículas – às vezes, cerca de 300 –, que explodem em todas as direções, numa constatação direta da equivalência energia-matéria proposta pelo físico alemão Albert Einstein (1879-1955), em sua fórmula $E = m.c^2$ (onde E é a energia, m a massa e c a velocidade da luz, no caso elevada ao quadrado).

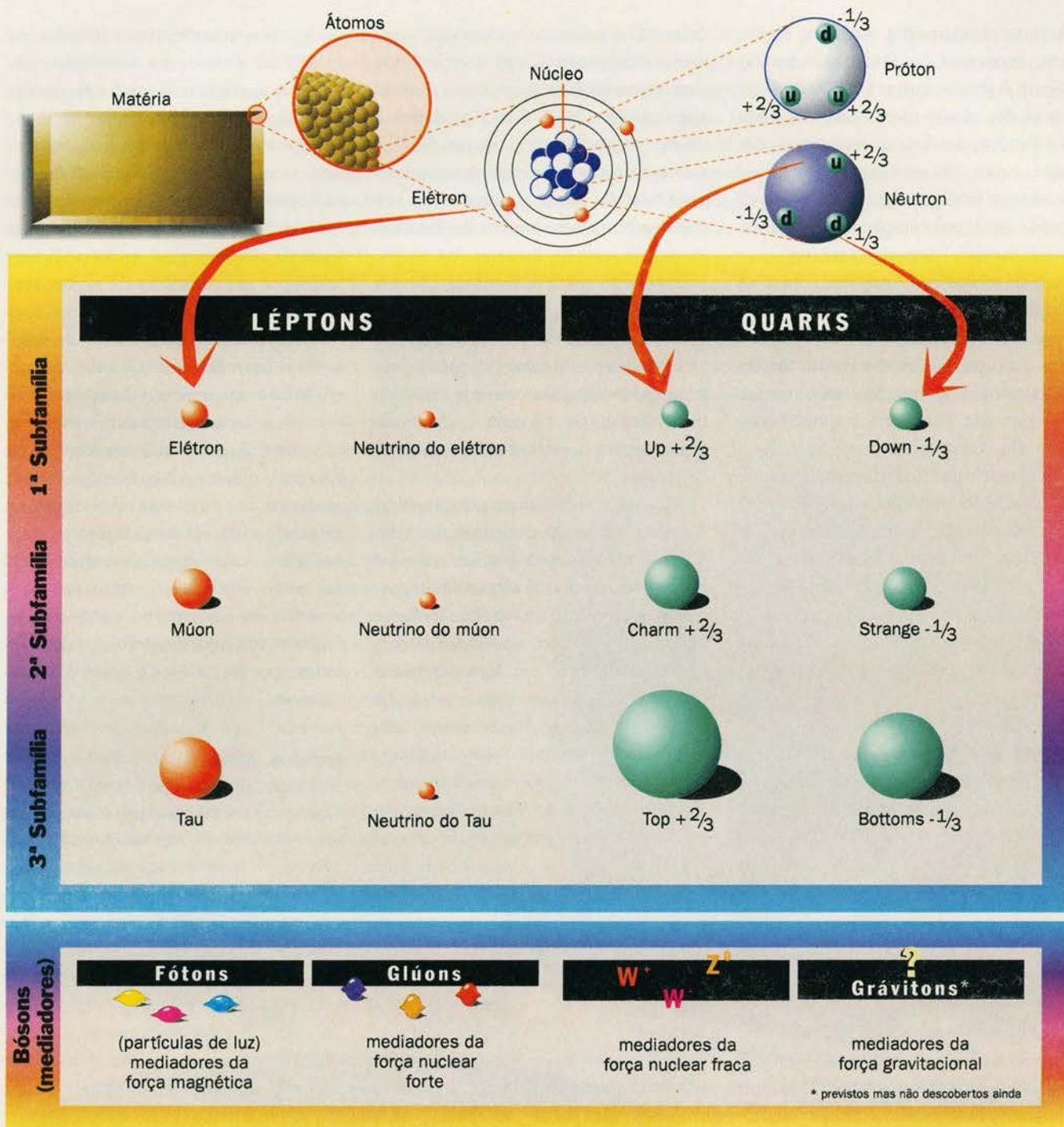
Essas partículas que emergem da colisão são de extremo interesse para os físicos. A partir de sua análise são deduzidas as propriedades das menores e mais fundamentais sementes da matéria, bem como as leis segundo as quais essas partículas interagem entre si.

Para esse estudo, as duas equipes constroem grandes detectores eletrônicos, que envolvem completamente a região de colisão. Na área B-Zero, o detector é normalmente referido como CDF (*Collider Detector Facility*); no D-Zero, o detector não ganhou nome especial. Esses detectores registram a passagem das partículas emergentes depois de cada colisão, identificando-as e medindo suas cargas, massas, velocidades etc.

A partir dessas análises é que finalmente ficou evidenciada a existência de um novo tipo de quark, o sexto da lista. Mas por que sua descoberta é tão bem-vinda?

Quebra-cabeças

São diversas as razões para as comemo-



rações entre os físicos. Para começar, o quark *top* é uma espécie de peça fundamental de um quebra-cabeças, isto é, de uma teoria que organiza toda a forma de matéria existente no universo. Essa teoria é conhecida como o 'modelo padrão' das partículas elementares.

De forma simplificada, esse modelo pode ser visto como uma versão moder-

na e atual da tabela periódica dos elementos. No modelo padrão, as partículas apresentam-se agora em duas famílias: a dos quarks e a dos léptons.

São seis os léptons conhecidos, sendo o mais famoso de todos o elétron (partícula de carga elétrica negativa que gira em torno do núcleo atômico). Mas até a semana passada eram só cinco os quarks

catalogados. Essa assimetria, esse 'desequilíbrio' entre os números de quarks e léptons conhecidos, incomodava os físicos não só por motivos estéticos, mas também porque o próprio modelo padrão estaria destruído por inconsistências lógicas internas, caso o sexto quark não existisse.

Para que a estrutura matemática do

modelo padrão tenha *status* de teoria, sem anomalias ou inconsistências internas, é preciso que as famílias dos léptons e dos quarks apresentem-se em três subfamílias de dois constituintes cada uma, como uma espécie de espelho no qual uma família reflete-se na outra. O quark *top* agora completa de forma espetacular esse elegante esquema.

Mais ainda: essa estrutura, com duas famílias de três subfamílias cada, pode ser a chave para um grande mistério que é o desequilíbrio entre as abundâncias de matéria e antimatéria no universo. Por que não observamos antiplanetas, anti-sóis, antigaláxias?

O modelo padrão facilmente acomoda um mecanismo teórico através do qual pode-se deduzir uma preferência na formação de matéria sobre antimatéria durante a gênese do universo. O estudo desse mecanismo é um dos principais objetivos em experimentos atualmente em curso nos EUA, na Europa e no Japão.

Novos aceleradores

Em contrapartida aos sucessos mencionados, o modelo padrão também apresenta aspectos menos bem-entendidos. Um

deles está relacionado às massas das partículas elementares. Como se explica que algumas partículas tenham massa e outras aparentemente não? Como se deduz a origem dessas massas e mesmo de seus valores? Aqui também o quark *top* poderá contribuir de forma decisiva, uma vez que é precisamente através de sua massa que ele tanto se distingue dos outros.

Por ter 40 vezes mais massa que seu companheiro de subfamília (o quark *bottom*), acredita-se que uma observação repetida e sistemática de quarks *top*, produzidos copiosamente em laboratório, possa trazer consigo a chave do segredo para o mecanismo da geração de massas.

Mas esse objetivo, uma produção abundante de quarks *top*, traz consigo um desafio técnico e científico de grandes proporções. Conforme afirmado anteriormente, a produção do *top* é um fenômeno raríssimo. O único acelerador de partículas atualmente em funcionamento com energia suficiente para a produção do *top* é o *Tévatron*. Mesmo assim, suas condições de produção são marginais. Após dois anos de operações contínuas, são apenas cerca de 50 as colisões nas quais foi possível detectar a manifestação

do *top*. Novos aceleradores já estão em projeto ou mesmo em construção, otimizados agora para a produção do *top* em maiores quantidades.

A primeira dessas máquinas, conhecida como LHC (*Large Hadron Collider*), está prevista para entrar em operação no ano de 2004, no CERN, laboratório de física de altas energias, na Suíça, financiado por um consórcio de nações européias.

Enquanto isso, no Fermilab, as duas equipes internacionais das áreas B-Zero e D-Zero monitoram carinhosa e pacientemente seus dois detectores no *Tévatron*, em busca de mais colisões nas quais apareça o quark *top*. São eventos raros e preciosos, nos quais essa nova e inusitada propriedade da matéria, em pequenas doses, como pistas sutilmente veladas de um segredo encantado, nos presenteia com as gotas do conhecimento desse mistério maravilhoso: do que somos, por que somos e como é nosso universo.

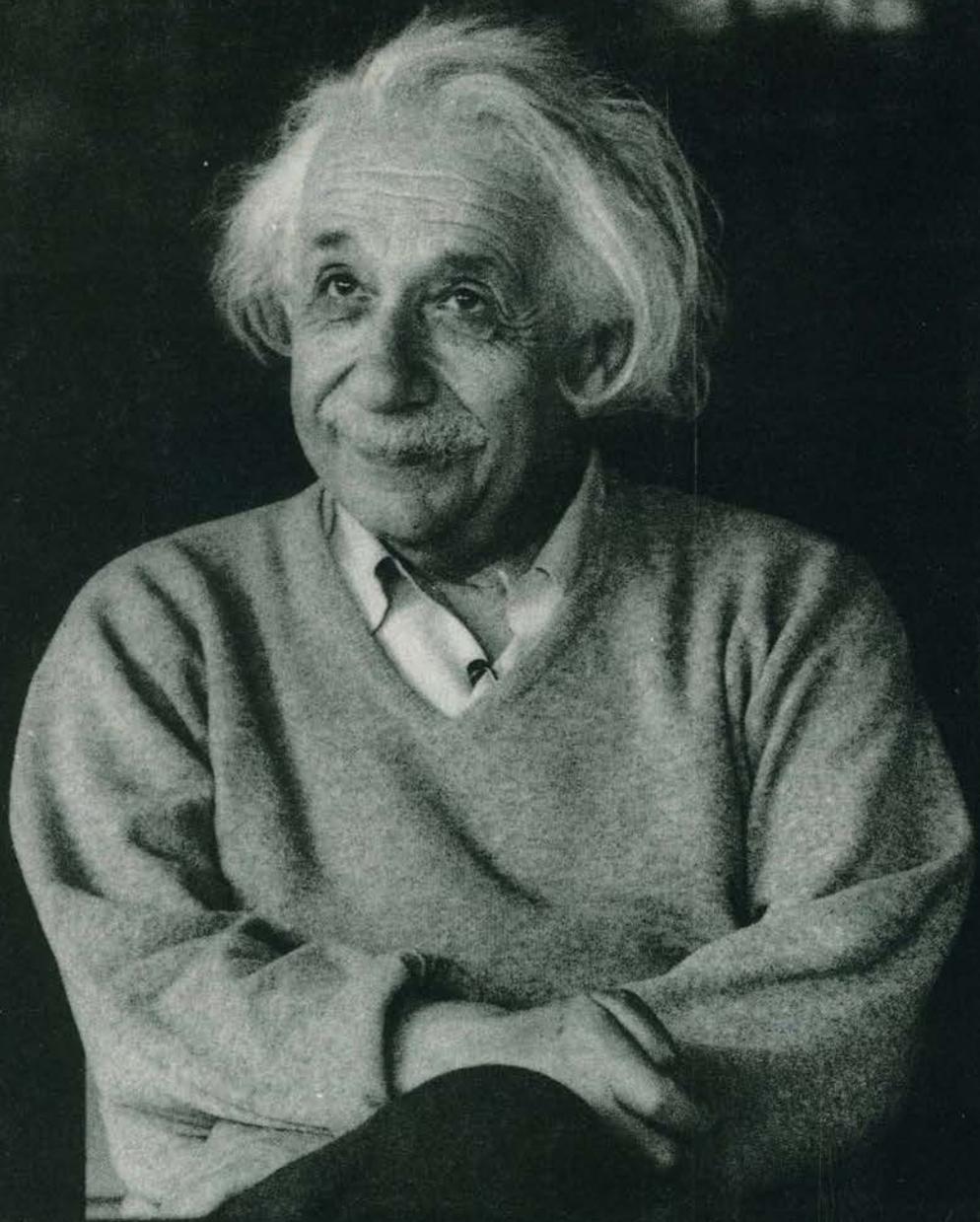
Arthur K. A. Maciel

Laboratório de Cosmologia e Física Experimental de Altas Energias (Lafex), Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/RJ.

CH • BBS

AGORA 24 HORAS NO AR

(021) 295 6198



NINGUÉM
PRECISA TER Q.I. DE GÊNIO PARA
ENTENDER COMO É IMPORTANTE
APOIAR A CIÊNCIA.

FBB
FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL

APOIAR A CIÊNCIA É GARANTIR O FUTURO.

O FIM DA ERA VARGAS

Sem nada de fulminante, cozida longamente em banho-maria, está aí a tal ruptura que tantos buscaram com espírito de cruzada. Mas, afinal, que ruptura é essa? Despedindo-se do Senado, o recém-eleito presidente da República deu-lhe nome e sentido: trata-se da ruptura com a era Vargas, cuja herança "ainda atravanca o presente e retarda o avanço da sociedade". Estamos, pois, rompidos com a história de quase 60 anos — da revolução de 1930 às eleições de 1989.

LUIZ WERNECK VIANNA

*Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro – Iuperj,
Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento Agrícola – CPDA,
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.*

.....

Não é a primeira vez que se decreta o fim do ciclo de Vargas, objetivo declarado do movimento político-militar de 1964, que para realizá-lo não hesitou em se proclamar uma revolução permanente. Menos de três anos depois, o movimento se instituiu como um prolongamento do ciclo de Vargas, especialmente do Estado Novo, ao fazer da violência política um instrumento da modernização econômica acelerada.

Mas os 30 anos decorridos certamente não passaram em vão, e estes não mais parecem ser tempos de paradoxos e torções dialéticas. Estamos no limiar do fim da história, e o mundo — diz-se — ficou liso, objeto de um processo único — a globalização —, em que todas as singularidades históricas nacionais se esvaziam de substância, para se dissolverem em um assemelhamento universal. O passado não mais importa. Depois de décadas de defesa da autonomia dos valores do espírito e da cultura, a burguesia se torna determinista.

Agora, porém, os atores são outros e outras as posições que ocupam: a sociedade civil burguesa, que, em 1964, abdicou politicamente diante dos militares em nome da salvação da ordem privada, chega ao poder, em 1994, com sua própria representação — a da grande burguesia de São Paulo. Finalmente a política está colada ao interesse, sem fantasias ou ilusões messiânicas. Saem de cena as perfigurações românticas da antropologia e os devaneios da sociologia do desenvolvimento. Somos modernos.

Nosso mundo já se faz objeto de cálculo certo e da ação previsível.

Mas se a dialética está expulsa do presente, pelo menos sua lembrança deveria ser honrada. Senão, como pensar a solução final da hegemonia das elites econômicas de São Paulo? Logo elas, que na década de 20 sucumbiram diante das elites políticas do Rio Grande do Sul, de Minas Gerais e do Nordeste, incapazes de incorporar ao mundo dos direitos os recém-chegados à vida urbana-industrial e de soerguer a Federação sob um novo sistema produtivo, afirmando a primazia da indústria.

O fim da era Vargas, longe de apontar para um novo começo, significaria, ao contrário, o êxito da modernização autoritária que, em meio a um tumultuado processo de 60 anos, afirmaria o que na aparência vinha negando: o fortalecimento, para uma ulterior emancipação, da ordem privada diante da esfera pública. Assim, talvez não seja próprio falar em ruptura com o padrão da modernização autoritária, mas sim na consagração de um propósito. A burguesia paulista não rompe com o passado, apenas se reconhece como o seu coroamento.

A questão que fica é o que se pode esperar de uma elite que não abriu caminho pelas suas próprias mãos, que não aprendeu com suas derrotas e que avalia bisonhamente a sua vitória como conseqüência inexorável dos fatos.

Certamente uma ruptura a frio; não a provocada pelo confronto entre vontades.

des contrapostas, apenas uma mudança na ordem burguesa. Quando se fala em ruptura não se vêem vestígio de lutas, nem debandada das hostes adversárias. As culpas do passado são expiadas pelo bom fruto que proporcionaram. Não importa que os triunfos atuais do capitalismo tenham sido obra política de elites pré-capitalistas e não da burguesia do Centro-Sul.

A explicação é óbvia: o liberalismo político, de que hoje desfrutamos, não deve ser entendido como o resultado da ação das forças democráticas populares, principalmente do sindicalismo e dos grupos políticos da esquerda. Ele seria apenas o arremate de um longo processo de imposição da hegemonia da ordem privada.

Simplifica-se a herança da tradição republicana, cujas raízes se assentam nas marcas ibéricas apostas à formação do Estado-nacional – revitalizada pelo positivismo, pela ideologia corporativa e pelo marxismo centrado em uma estratégia nacional-popular de transição ao socialismo. Nessa versão simplificada, tal tradição se revela por suas conseqüências – a hegemonia da ordem privada – e não pela complexa cultura política que a conformou. Nessa cultura, se havia uma instrumentalização da esfera pública em favor da privada, admitia-se também uma concepção de esfera pública a serviço de uma idéia de comunidade nacional.

Para a esquerda, ao menos até a elaboração da Constituição de 1988,

tratava-se de democratizar a esfera pública e não de minimizá-la, como era intenção das forças conservadoras, que visam racionalizar o Estado e suas instituições, tornando-os homólogos aos processos de mercado.

O longo caminho da transição se explica pela disputa entre essas duas alternativas, e não por qualquer resistência do regime anterior, como ficou claro com a abertura do tema da revisão

lugar onde a tradição republicana se faz representar. Se essa tradição está justificadamente associada ao autoritarismo político, o fato é que seu estilo e sua concepção favoreceram a democratização da sociedade, identificável por meio de vigorosos índices de mobilidade social, um dos mais afirmativos no mundo contemporâneo.

Onde e quando centro político e esquerda encontraram formas de ação

política convergente, como na luta contra o autoritarismo e no começo do processo de transição, *democracia política e democratização social* foram duas dimensões intrinsecamente associadas, e o resultado foi a convocação e realização da Assembléia Nacional Constituinte. Enquanto essa política prevalecia, a transição podia ser operada como um processo ininterrupto e progressivo de mudanças sociais, com a conversão dos interesses dos seto-



O presidente Getúlio Vargas, Gustavo Capanema, Antonio Carlos Ribeiro de Andrada, Marques dos Reis e outros assistem à parada de 7 de setembro de 1935.

constitucional logo após a promulgação da nova Carta.

As eleições de 1994 foram vencidas pela coalizão favorável a essa revisão, e não é à toa que seus dirigentes declaram estar concluído o processo da transição. Um processo político que se deve menos à clarividência na ação e à capacidade orgânica das forças neoconservadoras, do que aos equívocos de avaliação por parte da esquerda. Foi a esquerda que abandonou o centro político, desconsiderando a hipótese de alianças.

O centro político era, e ainda é, o

res sociais emergentes em direitos e a expectativa de democratização do Estado e de suas políticas públicas.

Mais tarde, já sob a hegemonia do PT, a esquerda assume um viés isolacionista, indiferente, quando não hostil ao centro político tradicional e às forças políticas e sociais historicamente comprometidas com a valorização da esfera pública. Em 1989, por exemplo, a candidatura de Ulisses Guimarães, grande personalidade da resistência ao autoritarismo, foi ignorada como possibilidade de coalizão democrática.



Castelo Branco, comandante do IV Exército, com João Goulart, presidente da República e Miguel Arraes, governador de Pernambuco. Recife (?) 1963.

O PT nasce no curso da transição, estranho à tradição republicana, especialmente do que foi a sua expressão nas décadas de 50 e 60. Para esse partido, a democratização social será substância e a democracia política uma simples forma, necessária apenas na visão de alguns de seus dirigentes. Política, nesse contexto, era dar expressão aos movimentos sociais de base.

No curso da transição, as forças conservadoras tiveram, então, a melhor situação possível: a nova Carta, que garantia e ampliava os direitos sociais e que previa a democratização do Estado, não é subscrita pelo maior partido de esquerda.

Assim, o centro político deixa de ser uma alternativa para coalizões à esquerda; a democracia política se vê desamparada das forças que impulsionavam o processo da democratização. Para a coalizão de centro-direita, o longo ciclo da transição se deve fechar com o predomínio da questão da democracia política sobre a da democratização.

Trata-se, na verdade de se tentar adotar uma via de transformismo fraco, impondo elementos corretivos à vigorosa onda de democratização prevalecente nas últimas décadas. A capacidade de controle das instituições políticas vigentes vinha sendo ameaçada pela demanda de uma reforma democrática do próprio Estado. Desde que as elites

mantenham o controle do sistema político institucionalizado, pode-se procurar manter a incorporação dos seres sociais emergentes. A sinalização para o curso da democratização viria de cima, aproveitando os seres sociais selecionados pela razão iluminada das elites políticas que definem a trajetória possível.

Em termos de economia, tal orientação estaria legitimada pelo fim da era Vargas, como o esgotamento do ciclo de desenvolvimento econômico a partir do processo de industrialização substitutivo das importações. A introdução da ciência no sistema produtivo e a racionalização do trabalho interditarium a incorporação da força de trabalho disponível pelo mercado industrial. Este, além do mais, exigiria do trabalhador, cada vez mais, qualificação e educação.

O ímpeto americano da democratização social teria esbarrado em limites estruturais. A solução seria européia, racionalizadora, expurgando-se a marca ibérica do Estado, exercendo-se duro controle sobre as variáveis em jogo — uma sociedade regulada e administrada pelo cálculo perito das elites governantes, de preferência ratificada por câmaras neocorporativas, constituídas por empresários e sindicatos de trabalhadores e sob a arbitragem do governo. Para os incluídos, o corporativismo da sociedade, para os demais, ação social.

Aplica-se, dessa forma, uma freada de arrumação em uma sociedade que, como os praticantes do *surf* e de *skate*, somente conheceu o equilíbrio projetando seu movimento à frente. A modernização acelerada teria gerado uma democratização selvagem, um indivíduo sem lei, apaixonado apenas por seu interesse. A reforma ético-moral torna-se o requisito prévio para a conformação das identidades sociais e sua posterior incorporação ao sistema da ordem. A educação elementar é a condição para o desenvolvimento, tal como nas cruzadas cívicas nos idos não-dourados de 1950. Cada macaco no seu galho: a Universidade é cara e deve ser reservada à formação das elites.

Como na pauta da revisão constitucional, recomendasse, sobretudo, moderação política. A democracia política não combina bem com excesso de politização. A sociedade precisa se despoluir da política em demasia — menos mobilização, menos participação, voto facultativo, um número civilizado de partidos. A reforma é também semântica, porque ao se falar em povo, deve-se entender populismo; em sindicato, corporativismo; em política, fisiologismo.

Não há mais fronteira, o país está pronto ou quase pronto. A obra se completa com a ação social das agências governamentais sobre os pobres e desvalidos, no mesmo momento em que os sindicatos se especializarem nos interesses de suas categorias — ou de suas



empresas? -, cortando a possibilidade de se credenciarem como representantes das classes subalternas em geral.

Tão velha quanto o autoritarismo, nesse país, é a história da liberdade de movimento dos indivíduos. Quando havia o domínio colonial no litoral, havia o espaço livre das bandeiras no interior; o Estado Novo trouxe consigo a conquista dos direitos sociais por parte dos assalariados urbanos e abriu espaço para a afirmação de uma burguesia industrial; mesmo nos anos de chumbo dos regimes militares, manteve-se o moderno sistema produtivo do interior de São Paulo, a conquista do

ticamente esses tempos. E a esta altura já se pode dizer que o específico gênio político brasileiro está em descontinuar, continuando.

Transformismo ativo, em que o termo *mudar*, pelo menos desde os anos 60, vem se impondo sobre o termo *conservar*, por força dos movimentos dos indivíduos pobres, que rompem com o estatuto da sua dependência pessoal e se tornam portadores de interesses próprios, tentando traduzi-los em direitos e no exercício de cidadania.

As elites dizem que o país concluiu, junto com a transição do autoritarismo à democracia política, a sua história. Cabe aos sindicatos e aos partidos democráticos populares demonstrar que são essas elites que chegaram ao seu fim. Mas tanto sindicatos como partidos estarão longe do que se pode esperar deles nessa hora de domínio conservador, se não forem capazes de transcender seus objetivos e identidades particulares.

Dos sindicatos espera-se a resistência à obra de racionalização burguesa e a defesa das conquistas dos trabalhadores. Dos partidos espera-se que evidenciem que são, de fato, os herdeiros das melhores tradições nacionais, propondo alianças e criando alternativas, inclusive eleitorais, para o campo democrático e popular.

A história não acabou, e a sua revisão,

como em cada momento da revisão constitucional, será a oportunidade de reatualizá-la, de fazer a crítica do que fomos e enunciar o que queremos ser.

Para os brasileiros que viveram o projeto de modernização, talvez a vida pública lhes tenha importado tão pouco, porque, vendo que tantos tinham a sua condição de vida particular afetada para melhor, podiam alimentar a esperança de que seu momento ainda estaria por chegar.

Talvez isso explique por que uma sociedade tão injusta como a nossa tenha desconhecido, a partir dos anos 30, conflitos sociais de magnitude correspondente às suas desigualdades regionais e sociais. O México, entre os países ibero-americanos, é o paradigma de um sistema político sob controle estrito de suas elites, mas Chiapas é um fenômeno mexicano moderno. Se estamos indo para a mexicanização da política brasileira, a ocasião de testar a profundidade e a força do nosso processo de democratização, quando já começa a incidir sobre ele as tentativas de contenção do seu escopo e de regulação dos seus movimentos pelo liberalismo ilustrado das novas elites burguesas.

E esses são riscos para as instituições políticas democráticas, que, ao desanimarem do impulso democratizador, podem acabar sem o apoio das grandes maiorias.



Juscelino Kubitschek, ao chegar à convenção do PSD que homologou sua candidatura à presidência da República. Ernani Amaral Peixoto, na foto, com cigarro na mão. 10.02.1955

Oeste, os sonhos de riqueza do nordestino pobre em Serra Pelada, a ocupação dos confins.

A era Vargas não acabou, assim como não acabou o impulso que presidiu a obra de construção do Estado-nacional no Império, nem o que estimulou os intelectuais da modernização na Primeira República, e, menos ainda, as aspirações de desenvolvimento econômico dos tempos de JK. A eventual hegemonia política das elites econômicas de São Paulo não se institui em fim da nossa história. Não se fez revolução alguma, nada há pois, que separe drama-

Ulisses Guimarães, Mauro Benevides e Marcelo Cordeiro na Câmara dos Deputados. Brasília, out. 1988?



Liga de múltiplas utilidades

Novo material será útil à informática e às indústrias bélica e automobilística

Uma liga metálica capaz de aumentar a sensibilidade de sensores magnéticos foi desenvolvida pelo Laboratório de Magnometria do Departamento de Física da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). O novo material tem aplicação em sistemas de leitura e gravação magnética, mercado que movimenta anualmente cerca de US\$ 4 bilhões.

Com processo de fabricação simples, a liga ferromagnética amorfa é composta por cobalto (70,4%), silício (15%), boro (10%) e ferro (4,6%), fundidos a 1.000 graus celsius (°C). À temperatura ambiente, os componentes sofrem resfriamento ultra-rápido ao entrarem em contato com uma roda de cobre, girando a 2.500 rotações por minuto. Em um milésimo de segundo, adquirem configuração de uma fita, com quatro centésimos de milímetro de espessura e dois milímetros de largura.

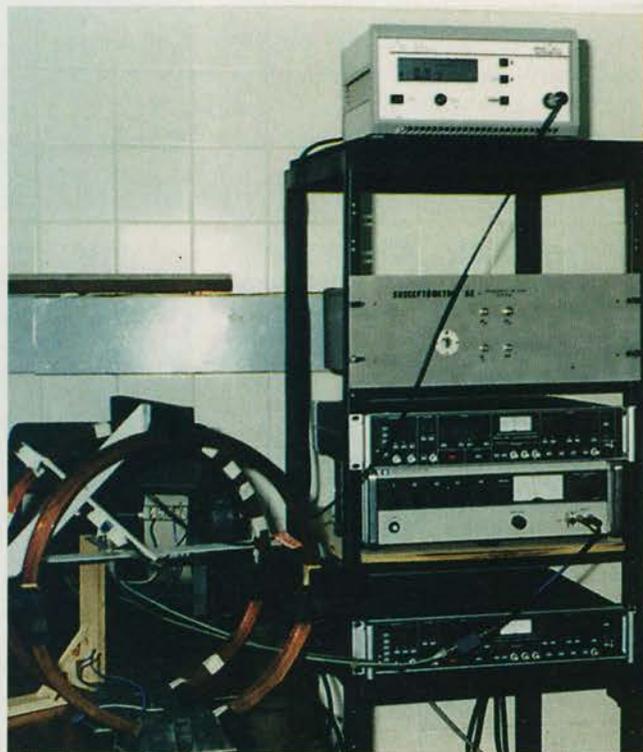
Colocada em presença de campo magnético pequeno, a liga aumenta sua resistência à passagem de corrente elétrica como nenhum outro material, em condições iguais, é capaz de fazê-lo. Segundo o físico Fernando Luís de Araújo Machado, coordenador da pesquisa, essa propriedade permite que a liga registre campos magnéticos insignificantes. Isso possibilitará, por exem-

plo, reduzir o tamanho dos *bites* e aumentar o registro de informações na área de informática. "A capacidade de um disquete poderá ser aumentada em até 17 vezes", afirma Machado. Usado na fabricação de memória para computadores, o invento pode reter as informações processadas mesmo na falta de energia, dispensando o uso de aparelhos do tipo *no brake*.

Na indústria automobilística, essa liga ferromagnética amorfa serve para aumentar a segurança de veículos. "Ela entra na fabricação de sensores para freios do tipo ABS, capazes de controlar eletronicamente a velocidade de cada roda, o que diminui o risco de derrapagens", diz o pesquisador.

Na indústria bélica, sensores inteligentes, à base desse material, colocados em mísseis poderão guiá-los até seus alvos, reduzindo drasticamente a possibilidade de erro. Isso evitará, por exemplo, que se destruam áreas próximas ao alvo, o que poderá poupar vidas em um conflito. "Minas, por exemplo, poderão ser programadas para só serem acionadas por campos magnéticos produzidos por embarcações de grande porte, como navios e submarinos, preservando a integridade de botes, lanchas e barcos", explica Machado.

Outra propriedade da liga



Equipamento para testar a liga ferromagnética amorfa na presença de campo magnético, gerado pelas bobinas de cobre (à esquerda).

é reproduzir o chamado efeito da resistência magnética gigante (RMG), fenômeno físico ainda malcompreendido pela ciência. A RMG foi observada pela primeira vez em 1988 por pesquisadores da Universidade de Paris. Eles usaram o processo de multicamadas de metais magnéticos (cromo revestido por ferro) e o resultado foi a produção de uma resistência magnética 10 vezes maior que a registrada em metais isolados.

Segundo Machado, o método usado pelos franceses exige processo de fabricação

sofisticado, o que encarece o produto final e dificulta a transferência de tecnologia à iniciativa privada. Mas o problema crucial ainda é a temperatura, segundo o pesquisador. A liga da UFPE atua à temperatura ambiente e em presença de uma corrente elétrica alternada (comum), enquanto o sistema francês precisa estar a pelo menos 200°C.

Outro processo mais simples – desenvolvido em 1992 no Centro de Gravação Magnética da Universidade da Califórnia, em San Diego, e da

Universidade John Hopkins, em Baltimore, ambos nos EUA – também potencializa a RMG. Trata-se de uma liga granulada introduzida em uma placa não-magnética e composta por ‘ilhas’ de material magnético. “Mas o inconveniente da temperatura persiste”, diz Machado.

Em conjunto com empresários japoneses, os cientistas pernambucanos estudam a aplicação do invento em um sensor para mudança automática de marchas. “A empresa NEC nos enviou um dispositivo que emprega outro processo para potencializar a RMG e estamos adaptando-o ao nosso”, afirma o físico da UFPE.

Iniciado o processo de patenteamento, os pesquisadores Fernando Machado, Kenia Carvalho Mendes e César Soares Martins cuidam agora da transferência de tecnologia para as empresas que demonstraram interesse em explorar as potencialidades da liga. “Queremos discutir a aplicação do invento com o maior número possível de interessados”, avisa a equipe.

O invento apresentado à comunidade científica, em junho do ano passado, na 2ª Conferência Internacional de Magnetismo (Intermag), no Novo México (EUA). Segundo Machado, a nova liga “tornou-se centro das atenções” de estudiosos de vários países.

Jorge Costa

Agência Meio/UFPE

Vida longa e próspera

Zôo de São Paulo aumenta sobrevida e obtém reprodução em cativeiro do tamanduá-mirim

Uma nova dieta possibilitou ao Parque Zoológico de São Paulo prolongar a sobrevida e obter a primeira reprodução em cativeiro do tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*). Até então, filhotes, alimentados com mamadeiras, atingiam a fase adulta, mas morriam pouco depois por desnutrição.

A pesquisa em busca da dieta específica começou em 1990. Kátia Cassaro, bióloga responsável pelo setor de mamíferos do Zôo de São Paulo, em colaboração com Bess Franck, do Zoológico de Milwaukee (EUA), coletou dados da dieta oferecida a tamanduás em sete zoológicos brasileiros. Comparando-os com dados de zoológicos dos EUA e do Canadá, as pesquisadoras chegaram aos ingredientes ideais.

A nova alimentação prescrita aos tamanduá-mirins é totalmente diferente daquela que o animal manteria na natureza. Se livres, eles se alimentariam de cupins e larvas de inseto. Em cativeiro, a alimentação é uma mistura à base de leite de soja, ovo cozido, carne moída, ração para cães, mamão e banana, complementada com vitaminas e sais minerais.

Para os filhotes, são indicados leite de vaca, creme de leite e gema de ovo. Segundo Kátia Cassaro, a alimentação

diferente da natural é necessária para viabilizar a manutenção dos animais em cativeiro. Do contrário, onde encontrar tanto cupim e larva de inseto? A bióloga acrescenta que a nova alimentação precisou ser introduzida gradualmente e significou uma vitória, já que os tamanduás são sensíveis às alterações em seus itens alimentares.

Prolongada a sobrevida e obtida a reprodução dos tamanduá-mirins, o Zôo de São Paulo tenta agora a reprodução em cativeiro de felinos brasileiros. Das oito espécies existentes no Brasil, cinco são de pequeno porte e deverão ser pesquisadas no parque: o gato-do-mato-pequeno-pintado (*Felis tigrina*); o gato-do-mato-grande-pintado (*Felis*



Figura 1. Em cativeiro, a alimentação do tamanduá-mirim consiste em uma mistura à base de leite de soja, ovo cozido, carne moída, ração para cães, mamão e banana, complementada com vitaminas e sais minerais.

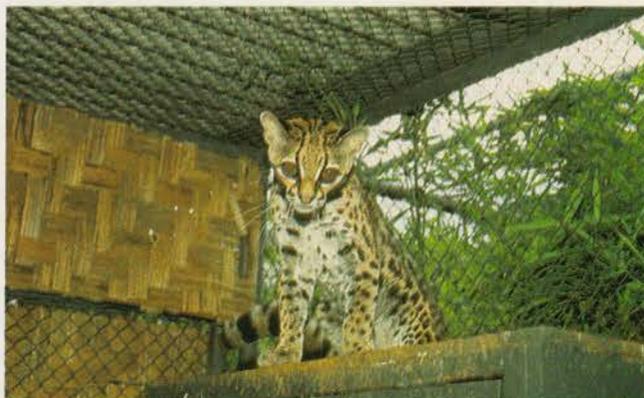


Figura 2. O gato-maracajá (*Felis wieddi*) é uma das cinco espécies de felinos brasileiros de pequeno porte que o Zôo de São Paulo tenta reproduzir em cativeiro.

geoffroyi); o gato-mourisco (*Felis yagouaroundi*), o gato-maracajá (*Felis wieddi*) e o gato-palheiro (*Felis colocolo bracatta*). Essa última é uma espécie rara e ameaçada de extinção.

Doze recintos especiais foram construídos para alojar os gatos silvestres. Inacessíveis ao público, os recintos

permitirão aos pesquisadores observarem e descreverem o cio, o acasalamento e a cópula desses animais, o que ajudará na elaboração de um programa para tentar a reprodução em cativeiro. Para Kátia Cassaro, “apesar de não despertarem grande interesse ao público por serem animais de hábito noturno, a

Zôo vai ao Guinness

Reconhecido pela população como um excelente lugar de lazer, o Parque Zoológico de São Paulo figura agora no ‘livro dos records’ (*Guinness Book*) como o melhor do Brasil. A homenagem revela uma nova imagem e função para os zoológicos: a tendência dessas instituições de se transformarem em centros de pesquisa para a preservação da fauna ameaçada e para educação ambiental.

Por trás de seus viveiros e suas jaulas, o Parque Zoológico de São Paulo mantém laboratórios de pesquisas e vem obtendo resultados importantes na reprodução e perpetuação de espécies nativas ameaçadas de extinção. “Isso, apesar de contar com um número pequeno de pesquisadores e recursos nem sempre estáveis”, afirma Adayr Mafuz Saliba, diretor da Fundação Parque Zoológico de São Paulo.

Com apenas nove biólogos e três veterinários, o zoológico concluiu nos últimos 10 anos 50 projetos de pesquisa, a maioria visando a preservação e reprodução de espécies nativas.

Inaugurado em 1958, o Zoológico de São Paulo é hoje uma fundação vinculada à Secretaria de Esporte e Turismo do Estado de São Paulo. É o maior zoológico do Brasil, ocupando uma área de 824.529 m², em uma região ainda coberta pela mata Atlântica, onde se localizam as nascentes do riacho Ipiranga.

Além de expor aos visitantes um acervo de 2.700 animais (180 espécies de aves, 123 de mamíferos e 63 de répteis), a Fundação Parque Zoológico de São Paulo mantém um programa de extensão universitária e de atualização para professores de 1º e 2º graus.

Segundo Saliba, 70% das verbas do orçamento do parque vêm do governo estadual. O restante são recursos próprios, gerados da concessão de funcionamento de casas comerciais no parque e da bilheteria. No ano passado, o parque recebeu 2,3 milhões de visitantes.



Figura 3. Felino brasileiro de pequeno porte, o gato-palheiro (*Felis colocolo bracatta*) é uma espécie rara e ameaçada de extinção.

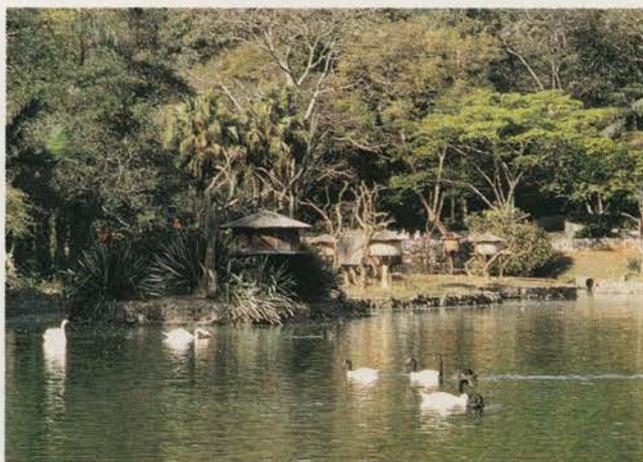


Figura 4. Vista geral do Parque Zoológico de São Paulo.

manutenção dos gatos silvestres no parque se justifica pela falta de dados no país sobre essas espécies”.

A Fundação Parque Zoológico de São Paulo desenvolve também pesquisas com aves e répteis. Desde o ano passado, é executado um projeto em colaboração com o Centro Nacional de Quelônios da Amazônia (Cenaqua/Ibama). O objetivo é viabilizar a reprodução em cativeiro da tartaruga-do-amazonas (*Podocnemis expansa*), uma das muitas espécies ameaçadas de extinção.

Para isso, é necessário determinar o período de incubação dos ovos e a temperatura exata que determina o sexo dessa espécie. “Como o objetivo do projeto é a reintrodução da espécie na natureza, o controle sobre a determinação do sexo é importante para a manutenção do equilíbrio entre machos e fêmeas”, explica Patrícia Duarte, pesquisadora do setor de répteis.

Ricardo Zorzeto

Ciência Hoje/São Paulo.

Saúde na pré-história

Estudo revela como viviam populações pré-históricas em regiões litorâneas e do interior

Populações pré-históricas do interior do Brasil apresentavam mais fraturas ósseas que seus vizinhos do litoral, tinham menos problemas na formação de dentes e maior resistência a doenças infecciosas. Com estilo de vida diferente, os grupos litorâneos sofriam com mais frequência de anemia e infecções ósseas.

O alimento vindo do mar, apesar de rico em proteínas, supostamente não evitava doenças e podia mesmo ser tóxico, causando diarreias crônicas e outros problemas.

Esses dados, revelados agora por pesquisadores da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), no Rio de Janeiro, são o resultado de dois anos

de trabalho sobre doenças relacionadas ao ambiente e ao estilo de vida dessas populações. Parte do material arqueológico usado no estudo é do Museu Nacional do Rio de Janeiro, uma coleção proveniente de um sambaqui de Cabeçuda, em Santa Catarina. A outra coleção é da Universidade Católica de Pernambu-



Crânio de um indivíduo do sítio de Furna do Estrago, em Pernambuco.

co e vem do sítio arqueológico Furna do Estrago, no agreste pernambucano.

Essas evidências indicam que a alimentação dos indivíduos de Furna do Estrago era equilibrada e em quantidade suficiente na maior parte do ano. Os traumatismos ósseos sugerem que eles se deslocavam com frequência por áreas acidentadas ou se arriscavam na captura de alimentos ou de material para o trabalho.

Segundo Sheila Mendonça, coordenadora da pesquisa, é comum encontrar nos sepulcros resquícios de frutos e folhas de coqueiros e outras árvores, usados na alimentação ou fabricação de artefatos e adornos. "Escalar árvores era provavelmente a causa de um grande número de acidentes com fratura", supõe a pesquisadora.

A análise do grupo litorâneo sugere uma dieta rica em proteínas de origem marinha (moluscos, peixes, crustáceos etc.), mas que não excluía outros alimentos. A fatura propiciada pelo mar fazia com



Sepultamento no sítio de Furna do Estrago.

Exames de esqueletos e sepulturas

A paleopatologia estuda doenças, lesões ou anomalias, diagnosticadas pelo exame de partes do corpo humano encontradas em sítios arqueológicos. O exame de um esqueleto ou de uma de suas partes pode evidenciar os processos de doenças ou problemas que o indivíduo sofreu em vida.

A partir do exame radiológico desse material, os pesquisadores procuram comparar os aspectos morfológicos normais com os que sofreram alterações. Também são feitos estudos bioquímicos desse material – atualmente, fora do país – para que se conheçam os aspectos nutricionais, determinando a presença de minerais, carbono, nitrogênio e o tipo de dieta

que eles se deslocassem pouco. Com mobilidade restrita, clima quente e úmido, a população tinha maior possibilidade de contágio de doenças infecciosas. Esse quadro se agravava com as condições sanitárias nos sambaquis: as moradias eram construídas sobre montes de restos de alimentos, conchas, ossos e pedras, o que ajudava a proliferação de insetos e outros transmissores.

A alimentação hiperprotéica (rica em proteínas) do litoral não era uma garantia de saúde. Segundo Sheila Mendonça, esse tipo de comida não evita doenças e pode mesmo ser tóxica, causando diarreias crônicas e outros problemas.

A coleção de Cabeçuda, com cerca de quatro mil anos, tem 317 esqueletos, alguns incompletos. O material de Furna do Estrago data de dois mil anos e reúne aproximadamente 80 indivíduos, entre adultos e crianças. “Estamos traçando um painel de como eram as condições de vida e

saúde desses grupos, considerando o estresse, a alimentação, a região habitada, as atividades físicas, a disponibilidade de comida e a capacidade de exploração desses recursos”, afirma a antropóloga.

A pesquisa mostra ainda que mesmo em uma área aparentemente desprovida de alimentos, como o semi-árido, um grupo pode se desenvolver satisfatoriamente e com boa saúde, “quando explora adequadamente os recursos naturais”, diz a coordenadora. A maior oferta de alimento protéico no litoral não garante boas condições de saúde.

As observações paleopatológicas sobre anemia, associadas a pesquisas médicas recentes, ajudaram a rever o conceito de ‘normalidade’ dos níveis de ferro no sangue. Hoje, por exemplo, já se admite que o leve traço de anemia dos recém-nascidos seja um fator de adaptabilidade ao meio ambiente. “Os sinais de anemia e os baixos índices de ferro sanguíneo

do indivíduo na época de sua morte.

A pesquisa empregou também recursos da paleoparasitologia, que trabalha com material fecal fossilizado, no qual podem ser encontrados sinais de parasitos característicos de doenças. Esses restos podem ser coletados diretamente no solo ou dentro das sepulturas nas áreas que correspondem ao abdômen, pélvis e intestinos.

Em breve, os pesquisadores da Fiocruz contarão com o auxílio da paleogenética, que permite identificar infecções pelo estudo do código genético (ADN) de microrganismos. “Essa técnica já vem sendo usada em pesquisas de material pré-histórico para diagnosticar leishmaniose e doença de Chagas”, diz Sheila Mendonça.



Costelas fraturadas de um indivíduo de Furna do Estrago.

no grupo de Cabeçuda podem ser uma proteção do organismo à hiperexposição freqüente a doenças infecciosas”, exemplifica a pesquisadora.

O fato de as coleções serem de épocas diferentes não foi um problema para a pesquisa. Segundo a coordenadora, o objetivo do grupo da Fiocruz não era estudar a evolução da saúde, mas o estilo de vida de duas populações pré-históricas.

Os resultados desse trabalho devem levar à formação de um centro mais capacitado para o estudo de doenças. “Na Fiocruz, temos a vantagem de poder fazer uma ponte entre as doenças do passado e as de populações atuais. Isso nos fornece um contraponto importante e favorece uma troca constante de idéias”, diz Sheila Mendonça.

Edna Ferreira

Ciência Hoje/Rio de Janeiro.

Acervo de Curt Lange fica no Brasil

Depositado na UFMG, ele pode ser o embrião de um Instituto Brasileiro de Musicologia

O musicólogo Francisco Curt Lange em uma de suas visitas ao Brasil, em 1984.



FOTO: JORNAL ESTADO DE MINAS

Em janeiro deste ano, desembarcaram na Biblioteca Central da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em Belo Horizon-

te, cerca de 90 caixotes contendo grande parte dos bens intelectuais que o musicólogo alemão Francisco Curt Lange, naturalizado uruguaio, acumulou ao longo de quase um século de vida.

São correspondências que o mais impor-

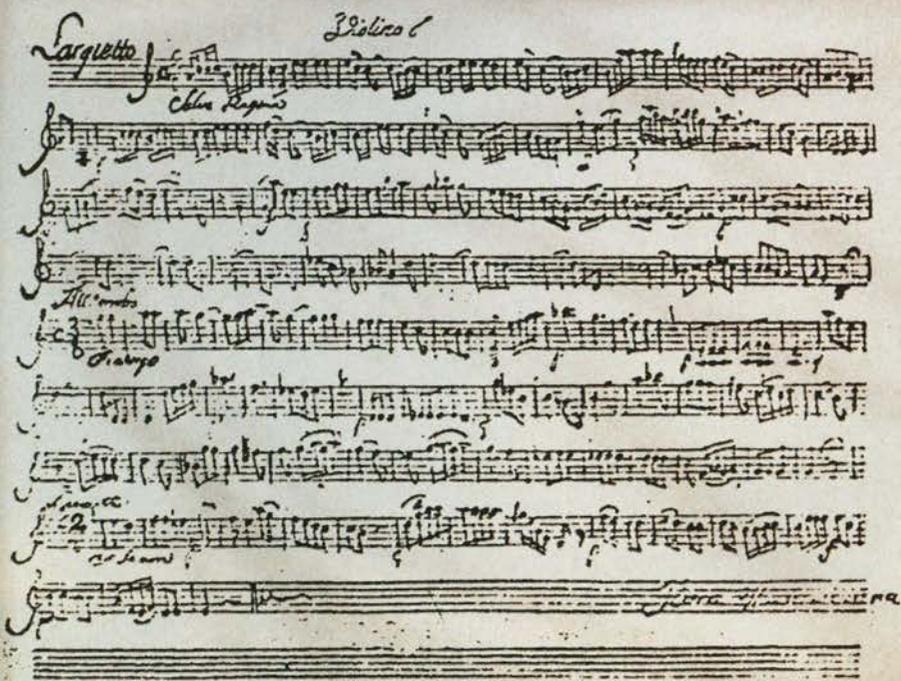
te musicólogo em atividade na América Latina manteve com personalidades de várias partes do mundo, documentos sobre a música barroca mineira e outros aspectos culturais do Brasil e da América Latina, documentos manuscritos do período colonial de Minas Gerais, uma grande coleção de livros sobre música, centenas de gra-

vações musicais em fitas cassete, discos compactos e *long-plays*, diplomas, pinturas, gravuras, desenhos, esculturas, instrumentos musicais antigos e várias caixas de fotografias, entre centenas de outras minúcias de incontável valor histórico. Tudo isso, daqui a algum tempo, estará à disposição de pesquisadores das áreas de música, história, sociologia, antropologia, letras e artes.

"Trata-se de um material de importância inestimável",

Capa do disco lançado pela UFMG, em 1990, com obras de músicos descobertos por Curt Lange em Minas Gerais.





avalia a professora Sandra Loureiro, da Escola de Música da UFMG, que fez as articulações na Universidade para a aquisição do acervo e, a pedido do próprio Lange, deverá ser sua curadora. Após examinar o material em Caracas, na Venezuela, onde Curt Lange vive atualmente, o professor Paulo Terra Caldeira, da Escola de Biblioteconomia da UFMG, acertou sua aquisição, patrocinada por um consórcio de que fazem parte a Fundação Vitae, o Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais e a Secretaria Estadual de Cultura. "Os US\$ 50 mil pagos pelo acervo são puramente simbólicos", diz Caldeira, para quem seu valor supera de longe essa quantia.

Muitas instituições, nacionais e estrangeiras, estavam interessadas no acervo do musicólogo. Mas ele decidiu que a UFMG, de quem em 1989 recebeu o título de doutor *honoris causa*, seria a depositária de seus bens. Certa vez, ao visitar a Biblioteca Central da Universidade, Lange encantou-se

com os cuidados dispensados ao acervo dos escritores Murilo Rubião, Henriqueta Lisboa e Oswaldo França Júnior, que têm salas especiais na Biblioteca.

Página-título da mais antiga partitura encontrada no Brasil. Manuscrito autógrafo de Lobo de Mesquita pertencente ao Museu da Música da Arquidiocese de Mariana (MG). Em primeiro plano, cópia da página do primeiro violino da Antifona de Nossa Senhora. Manuscrito original de Lobo de Mesquita, pertencente ao Museu da Inconfidência, em Ouro Preto (MG).

Nascido em Eilenburg, na Prússia, a 12 de dezembro de 1903, Curt Lange é um musicólogo internacionalmente respeitado. Frequentou o Ginásio Real de Bremen, ini-

ciando-se desde muito jovem nos estudos de teoria e prática musical. Fez arquitetura em Munique e, paralelamente, iniciou seus estudos musicais com Sandberger. Mais tarde, estudaria com Karl Vossler, tendo sido aluno também de Nikisch e de Straube, em Leipzig.

Lange dedicou grande parte de sua vida ao estudo das fontes musicais da América Latina, estimulando movimentos artísticos e promovendo o intercâmbio do continente com outros centros culturais. Nos anos 30, convidado pelo governo do Uruguai para assessorar a criação de uma organização musical no país, fundaria a Discoteca Nacional e a primeira Divisão de Musicologia do continente, incorporada ao Instituto de Estudos Superiores da Universidade de Montevidéu.

Na década de 40, Curt Lange fez no Brasil um trabalho que acabou repercutindo internacionalmente. A partir de pesquisas realizadas em igrejas e arquivos particulares de Ouro Preto, no Arquivo Público Mineiro, em Belo Horizonte, e nos arquivos de Mariana, Serro e Diamantina, entre outras cidades históricas, ele descobriria os músicos mulatos de Minas Gerais do século XVIII (ver 'A música dos mulatos').

Essa descoberta poria fim a um equívoco que resistiu por mais de um século. Afinal, até que Lange exibisse as preciosidades resultantes de sua garimpagem, pensava-se que a música não tivesse sido cultivada na Minas colonial,

apesar da rica arquitetura e da pintura ali desenvolvidas no período. Nas festas religiosas, por exemplo, imaginava-se que os espaços monumentais das igrejas barrocas fossem preenchidos pelo silêncio ou por composições importadas. Ao desfazer o engano, Curt Lange revelou ao mundo o talento musical de José Joaquim Emerico Lobo de Mesquita, Francisco Gomes da Rocha, Marcos Coelho Neto e Ignacio Parreiras Neves, entre outros compositores, todos maestros de capela (ver 'O artista do Tejuco'). Ao longo de 20 anos de trabalho, Lange coletou cerca de 800 partituras e restaurou 30, algumas das quais só muito recentemente foram publicadas.

Curt Lange não só descobriu esse material em partes vocais e instrumentais soltas, como também armou-o em partituras, para submetê-lo a uma restauração meticulosa. Em seguida, divulgou-o na Europa, Estados Unidos, Argentina, Brasil, Uruguai, México, Chile e Venezuela.

Ele conta que suas viagens naquela época, feitas num jipe em péssimas estradas, foram uma verdadeira aventura. As partituras não estavam nos arquivos das igrejas – os músicos faziam suas anotações em papéis avulsos e tinham o hábito de carregá-las consigo – mas nas casas de seus descendentes, muitas vezes em estado bastante precário. Muita coisa se perdeu, pois, quando ele chegou, as viúvas dos netos dos compositores já haviam posto fo-

A música dos mulatos

“Os mulatos que se dedicavam ao exercício livre da música como verdadeiros profissionais foram os responsáveis pelo crescente desenvolvimento em Minas Gerais de uma arte musical que, nos anos 1787-1790, chegou a um apogeu sem precedentes. O número deles deve ter sido aproximadamente de 1.000 ou ainda maior, porque só em Vila Rica cheguei a contar, segundo a documentação ainda disponível, mas incompleta, 250 músicos profissionais. É, porém, necessário ter presentes vilas importantes como São José D'El-Rei, Caeté, Sabará, Pitangui, Itabira, Itabirito, Morro Grande, Paracatu, Conceição do Mato Dentro, Serro Frio, Santa Luzia do Rio das Velhas, Santa Bárbara; povoações nascentes como Barbacena e Queluz e o Arraial do Tejuco, onde houve talvez um número de músicos não inferior a 150.”

[Trecho do artigo “Os músicos mulatos”, de Francisco Curt Lange, publicado no *Suplemento Literário do Minas Gerais*. Belo Horizonte, Imprensa Oficial, 16 de junho de 1973, p. 9.]

O artista do Tejuco

Natural do Arraial do Tejuco, hoje Diamantina, José Joaquim Emerico Lobo de Mesquita (1746-1805) é considerado o maior compositor colonial brasileiro. Pouco se sabe sobre sua genealogia e muito menos por que teria deixado sua cidade natal em 1798 para uma permanência de quase dois anos em Vila Rica, onde atuou como organista na Igreja da Ordem Terceira do Carmo e na Matriz de Nossa Senhora do Pilar.

Sem que se saiba se por deficiência de saúde ou por problemas financeiros, de Vila Rica ele partiu para o Rio de Janeiro, onde morreu em abril de 1805. Entre suas composições, destacam-se *Quarta-feira de Cinzas da Semana Santa*, *Responsório de Santo Antônio*, *Gradual para Domingo da Ressurreição*, *Te Deum*, *Antífona de Nossa Senhora*, *Salve Regina* e *Réquiem*.

Curt Lange encontrou cerca de 50 obras de Lobo de Mesquita, algumas das quais sem condições de serem restauradas. “Ele compôs num estilo ‘pangermanista’; o sul da Alemanha foi sua fonte”, relata o musicólogo. Segundo Lange, se os mineiros tivessem tido oportunidade de ir à Áustria ou a Munique naquela época, teriam assombrado o mundo com suas composições e certamente teriam começado a fazer música operística e de câmara, ao invés de se terem restringido às composições sacras. A música de câmara que fizeram era exclusivamente para seu deleite e dela não ficou qualquer rastro.

Para ler e ouvir

Em 1990, a UFMG produziu o elepê *A música das Minas Gerais do século XVIII*, com seis obras descobertas por Curt Lange, cujos originais fazem parte do acervo do Museu da Inconfidência de Ouro Preto. As obras, interpretadas pela Orquestra e Corpo Coral Estável da Escola de Música da Universidade, foram catalogadas e restauradas por uma equipe de pesquisadores coordenada pelo musicólogo Régis Duprat. Duprat responde também pelo Catálogo Temático dos Manuscritos da Coleção Curt Lange, cujo primeiro volume, *Acervo de manuscritos musicais*, foi publicado pela editora da UFMG; o segundo sai ainda este semestre pela mesma editora.

O Centro Cultural Pró-Música, de Juiz de Fora (MG), já produziu três CDs com artistas brasileiros do período colonial. O terceiro, lançado ano passado, traz composições de Joaquim de Paula Souza e Manoel Dias de Oliveira, ambos de Minas Gerais. A editora da USP lançou há pouco o primeiro volume de sua coleção "Música do Brasil Colonial", organizada pelo mesmo Duprat, com partituras inéditas de compositores do século XVIII do arquivo do Museu da Inconfidência. Constam do livro obras de Lobo de Mesquita e Marcos Coelho Neto restauradas por Lange.

go na 'papelada'. "Cheguei no último momento, quando 128 arquivos já tinham sido destruídos", disse ele numa entrevista. As pessoas só passaram a se interessar pelo que guardavam quando surgiu o boato de que havia um alemão comprando músicas. Os preços, naturalmente, subiram.

À época, Lange alertou autoridades do governo brasileiro para a importância do que estava sendo descoberto, mas seu apelo não encontrou qualquer ressonância. Como então ele acabasse levando seus achados para fora do país, não faltou, principalmente em Minas Gerais, quem o julgasse como uma espécie de 'gatuno' do patrimônio cultural alheio. Hoje,

no entanto, graças ao empenho de respeitadas intelectuais brasileiras, essa estupidez está absolutamente superada.

Ainda em franca atividade apesar de seus 92 anos e dos sérios problemas de visão que o acometeram, Curt Lange espera que, depositado na UFMG, seus bens sejam o embrião de um Instituto Brasileiro de Musicologia. Se a idéia vingar, um velho sonho estará materializado.

Roberto Barros de Carvalho
Ciência Hoje/Belo Horizonte.

A história das rochas

Universidade de Brasília instala o mais novo laboratório de geocronologia do país

A chegada de um espectômetro de massa ao Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (UnB), prevista para daqui a seis meses, praticamente completará a instalação do mais novo e moderno Laboratório de Geocronologia do país. O equipamento é a peça-chave do laboratório, no qual serão desenvolvidas pesquisas que apontarão a composição e a idade das formações rochosas e que permitirão conhecer melhor o subsolo brasileiro.

Comprado de uma empresa alemã, o espectômetro consumirá US\$ 500 mil dos US\$ 800 mil destinados pelo Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Padct) à instalação do laboratório. O equipamento serve para analisar a composição isotópica dos elementos químicos que compõem as rochas.

Isótopos são as formas diferentes em que um mesmo elemento químico é encontrado na natureza. Isótopos têm

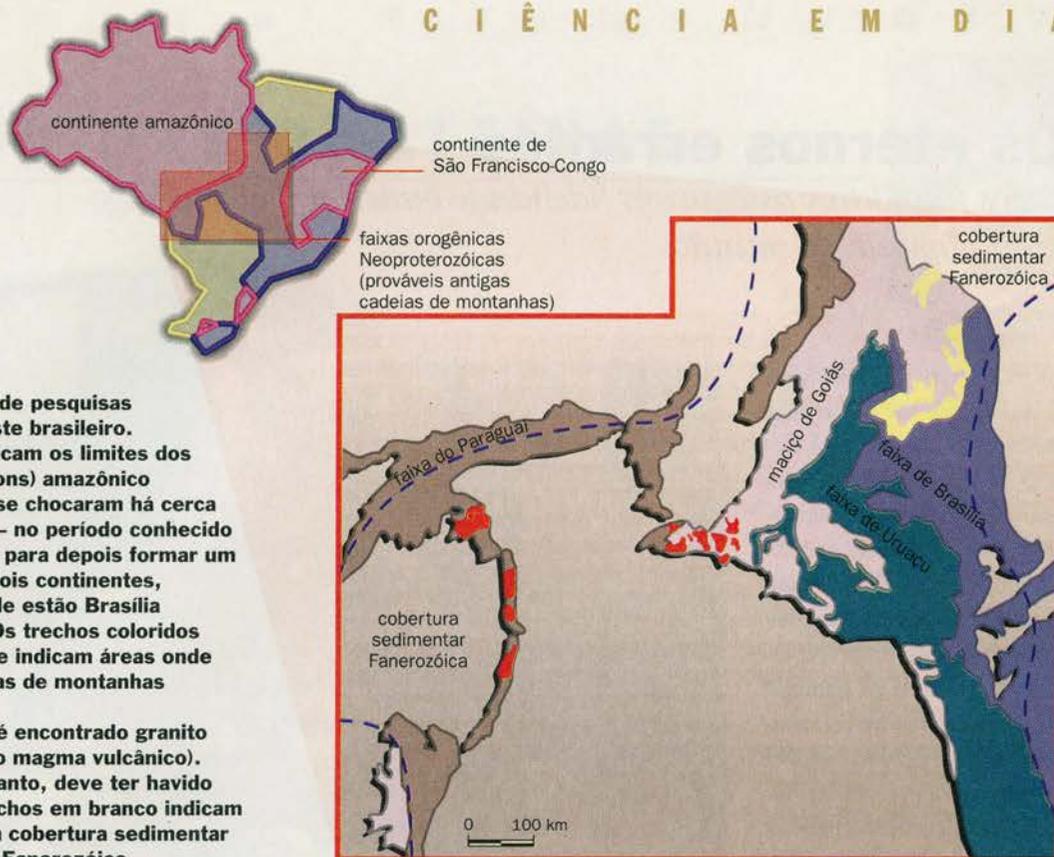
o mesmo número de prótons (partículas nucleares positivas), mas diferem na quantidade de nêutrons (partículas nucleares sem carga), embora sejam o mesmo elemento químico e ocupem o mesmo lugar na tabela periódica. Hidrogênio (1 próton e sem nêutrons), deutério (1 próton e 1 nêutron) e trítio (1 próton e 2 nêutrons) são isótopos do hidrogênio.

Com o espectômetro, pode-se identificar quanto de cada isótopo há em determi-

nada rocha. Por exemplo, o urânio de massa atômica 235 (92 prótons e 143 nêutrons), em um processo demorado, se desintegra e se transforma em chumbo 207. "Se medirmos quanto de chumbo 207 há em uma amostra, poderemos ter idéia da idade dos minerais em estudo", explica Márcio Pimentel, chefe do laboratório.

Ele e os outros dois pesquisadores do laboratório deverão dedicar atenção especial à pesquisa mineral do Centro-Oeste brasileiro, que é pouco estudado. "Nesse aspecto, acho que a Amazônia seja talvez mais conhecida que essa região", lamenta o pesquisador da UnB.

Pimentel acredita que os



Mapa construído a partir de pesquisas geológicas no Centro-Oeste brasileiro. As linhas pontilhadas indicam os limites dos antigos continentes (cratons) amazônico e do São Francisco, que se chocaram há cerca de 600 milhões de anos – no período conhecido como Neoproterozóico –, para depois formar um só continente. Entre os dois continentes, o mar cobria a região onde estão Brasília (ponto preto) e Goiânia. Os trechos coloridos têm rochas mais antigas e indicam áreas onde podem ter existido cadeias de montanhas no Neoproterozóico. Nas áreas em vermelho, é encontrado granito (rocha ígnea resultante do magma vulcânico). Há milhões de anos, portanto, deve ter havido vulcões na região. Os trechos em branco indicam áreas onde atualmente há cobertura sedimentar mais recente, do período Fanerozóico.

O mar virou cerrado

Talvez, o sertão não vire mar, como diz a canção popular, mas os cientistas já estão quase certos de que o mar virou cerrado. É que boa parte da região hoje coberta por essa vegetação já foi, há cerca de um bilhão de anos, tomada pelo mar.

A região onde se situam Brasília e Goiânia é relativamente bem conhecida do ponto de vista geológico. Ali, as rochas são sedimentares, provavelmente formadas quando a região era uma plataforma na borda do continente, que começava onde hoje está situado o estado do Mato Grosso.

A faixa de mar tinha do lado Leste um cordão de ilhas com vulcões ativos, semelhante ao que hoje é o Japão. Essas ilhas ficavam no encontro de duas placas tectônicas, que teriam se chocado e se fundido em uma placa única.

A nova placa, conhecida como sul-americana, se estabilizou, o que pôs fim às intensas atividades tectônicas. Um bilhão de anos depois, não há terremotos e vulcões na região, para tranqüilidade dos goianos e brasilienses. Mas, para tristeza dos mato-grossenses, a praia também se foi.

estudos na região poderão ajudar a compreender a evolução da Terra, aspecto aparentemente ainda pouco conhecido mesmo por geólogos. Há dois anos, por exemplo, acreditava-se que as mais antigas rochas expostas do planeta tinham 3,7 bilhões de

anos. Recentemente, no noroeste do Canadá, foram descobertas rochas com 4,1 bilhões de anos.

Segundo Pimentel, há milhões de quilômetros sobre os quais não se tem nenhuma informação geológica, especialmente no norte de Goiás

e em Tocantins. “Há terrenos que tanto podem ter 600 milhões de anos quanto 3 bilhões”, afirma. Os estudos já feitos na região se resumem a áreas localizadas como Goiás Velho (sul de Goiás), que tem rochas com cerca de 3 bilhões de anos.

Além do interesse acadêmico, as pesquisas em geocronologia podem ser importantes para a exploração mineral. O conhecimento da idade das formações rochosas pode indicar a existência ou não de jazidas de minérios com valor comercial, evitando assim desperdícios com investimentos em prospecção. Por exemplo, rochas jovens não são um bom indício da presença de ouro, porque 80% das jazidas mundiais desse minério foram encontradas em terrenos com mais de dois bilhões de anos. No caso do minério de ferro, a maior parte das jazidas foi localizada em terrenos com idade entre 1,3 bilhão e 3 bilhões de anos.

Margareth Marmorì
Ciência Hoje/Brasília.

Os eternos errantes

Laços familiares asseguram fidelidade étnica ao mais antigo povo nômade do mundo

Como o povo cigano conserva ainda hoje sua identidade étnica, milhares de anos depois de ter deixado a Índia para peregrinar pelo mundo, travando contato com as mais diferentes culturas? Dois anos após detidas investigações junto a um grupo cigano acampado há 20 anos na periferia de Belo Horizonte, o estudante Dimitri Rezende, do Departamento de Ciências Sociais da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), pôde confirmar, pela primeira vez num grupo estabelecido no Brasil, o que a literatura internacional registra: a estrutura familiar é o elemento-chave de integração desse povo nômade, conferindo-lhe um tipo de organização capaz de mantê-lo coeso, mesmo diante dos fortes apelos de aculturação da vida urbana moderna.

O trabalho, que valeu ao estudante o III Prêmio Pesquisador Júnior da UFMG na categoria Ciências Humanas e Sociais, investiga um terreno praticamente inexplorado pelos cientistas sociais brasileiros, abrangendo cinco pontos básicos: a estrutura familiar, a política, a economia, o nomadismo e a linguagem dos ciganos instalados no país, em particular o subgrupo Kalderach, descendente do grupo Rom, considerado o mais numeroso no mundo hoje.



Para ter acesso aos cerca de 600 Kalderach que vivem na periferia de Belo Horizonte, Rezende encontrou obstáculos, a começar pela liberação das mais elementares informações sobre suas tradições e seus costumes. Até chegar à pessoa autorizada a falar pelo grupo, foi antes encaminhado a vários integrantes, recurso de proteção habitualmente usado para checar as reais intenções dos elementos estranhos, que eles denominam 'gajos'.

Associando as informações colhidas *in loco* às suas consultas bibliográficas, o estudante constatou que a estrutura familiar é a instituição mais importante entre os ciganos. É nela que se define a

condição futura do indivíduo. "A educação e socialização da criança dentro dos padrões ciganos são a garantia de que ela vai perpetuar a tradição do grupo", diz Rezende. Para evitar que as crianças sejam influenciadas pela comunidade externa, as famílias procuram mantê-las restritas a seu meio até a idade de cinco anos, ensinando-as nessa faixa etária sobretudo o dialeto do grupo, o romani.

A família nuclear, composta de um casal e seus filhos, é a unidade básica do grupo. Nela, embora o pai se destaque como a maior autoridade, a mãe cumpre papel importante na divisão social do trabalho, respondendo pelas funções domésticas e atuando

como auxiliar do marido nas atividades de comércio. Mas a família nuclear não sobrevive sozinha. Ela se integra a outras ramificações familiares, formando a chamada 'família extensa', que define a descendência do povo cigano.

Uma família extensa é constituída a partir de um patriarca, cujos filhos varões formam novas famílias nucleares, que por sua vez se incorporam ao lar paterno, o mesmo acontecendo com as filhas solteiras. São grandes linhagens em que a descendência é transmitida pela linha paterna e cujas regras de matrimônio se orientam no sentido de perpetuar essa tradição: os casamentos são fei-

tos preferencialmente entre linhagens diferentes, de tal forma que os homens sempre se agregam à família paterna e as mulheres à família do sogro.

Dentro de uma mesma linhagem, o casamento só ocorre entre primos cruzados, isto é, nascidos de irmãos de sexos diferentes. Admite-se, por exemplo, que um cigano se case com a prima descendente da irmã de seu pai, mas nunca com a prima paralela, filha de tios homens. Esse tipo de regra ajuda a flexibilizar a rigidez adotada pelo grupo para se proteger e aumenta as possibilidades de crescimento de uma linhagem. Segundo observações da pesquisa, quanto mais expandida a linhagem, maior é sua importância social.

Conservando os laços de consanguinidade, a família

extensa mantém e perpetua o tipo de economia, a vida nômade e a linguagem do povo cigano. O nomadismo, por exemplo, é sempre feito em linhagens, que dificilmente se dividem em suas viagens para tomar rumos diferentes. Embora se desloquem com alguma frequência, sobretudo para praticar o comércio, os ciganos mantêm fixo um local de acampamento, que funciona como ponto de convergência do grupo. Os Kalderach em estudo optaram por se instalar

em casas, mas mantêm tendas armadas no quintal, onde passam a maior parte de seu tempo.

A organização política dos ciganos também acontece a partir da estrutura familiar. Geralmente, a liderança não extrapola o âmbito da linhagem. O líder não é necessariamente o indivíduo mais velho nem o mais rico de uma família extensa. Ele emerge naturalmente do grupo como a figura que inspira maior respeito, por observar rigorosamente os valores morais de

seu povo. É aquele que detém e pratica o conhecimento de forma diplomática, mostrando-se sempre presente, solidário e capaz de decidir com justiça as eventuais divergências no interior da comunidade.

Num grande grupo, formado por várias linhagens, os diferentes líderes compõem um conselho, espécie de supremo tribunal denominado Kris Romani, ao qual se atribui a função de julgar em última instância os impasses não solucionados dentro da própria família extensa. Esse conselho se orienta por um conjunto de aproximadamente 80 leis – onde se incluem os 10 mandamentos da lei de Deus registrados na *Bíblia* – e suas decisões têm caráter irrevogável.

Por ser um grupo de tradição nômade, o povo cigano

*“Parce que nous sommes Manouches
L’ univers est notre monde.”*

Sandra Jayat, poeta viajante,
autora de *Herbes Manouches* e *Lunes nomades*.



A longa rota cigana

Embora os historiadores tenham como certa a origem indiana dos povos ciganos, ainda não se sabe quando e por que eles deixaram seu país de origem para vagar sem fronteiras pelo mundo. Os primeiros registros de ciganos na civilização ocidental vêm da Grécia, por volta do ano 1000. Os documentos históricos registram atualmente a existência de três grandes grupos, dos quais descendem os inúmeros subgrupos que se encontram espalhados pelos mais distantes pontos da Terra: Rom, Manuche e Calon.

Supõe-se que a primeira leva de peregrinos tenha se dirigido ao Oriente Médio, onde se dividiu: um grupo teria seguido pelo norte da África, penetrando na Península Itálica até chegar à Península Ibérica, onde teria se estabelecido, formando o grupo Calon. O grupo que deu origem aos Manuche teria atravessado as pradarias russas, chegando à Europa

pelo norte da Polônia, concentrando-se depois na Alemanha e na França. O grupo maior, conhecido como Rom, teria chegado à Grécia pelos Bálcãs, estabelecendo-se mais tarde na Romênia.

Segundo os registros históricos, os Manuche, que mantêm as características lingüísticas mais arraigadas, foram os primeiros

ciganos a chegar ao Novo Mundo, concentrando-se basicamente nos EUA. No Brasil, os pioneiros foram os Calon, vindos de Portugal e da Espanha na condição de deportados, por volta de 1550. É o grupo que tem maior penetração no Brasil e o que mais guarda a tradição nômade, vivendo ainda hoje em tendas. Os Rom, considerados os mais tradicionalistas, só chegariam ao país mais tarde, a partir de 1900, quando se libertaram da longa escravidão sofrida na Romênia.

dedica-se sobretudo ao comércio, atividade em que se consideram 'mestres' e na qual se fundamenta a fama de trapaceiros que motivou ferrenhas perseguições ao longo de suas peregrinações pelo mundo. A arte de negociar, na concepção cigana, consiste em tirar o maior proveito possível numa transação. Se uma das partes é prejudicada, isso é atribuído à sua incapacidade comercial e não à suposta desonestidade de quem se beneficiou. "Trata-se de uma lógica idêntica à do capitalista, que tudo faz para obter o lucro máximo", compara Rezende. A ética cigana, entretanto, só admite comércio com os 'gajos', nunca entre eles.

dos em fogueiras por praticar quiromancia e outras crenças condenadas pela igreja católica. No holocausto nazista, calcula-se que proporcionalmente tenham sido exterminados mais ciganos do que judeus nos campos de concentração: cerca de 500 mil, nas contas do historiador Joseph Tenenbaum. Classificados na categoria 'mistura racial indeterminada', os ciganos eram vistos como uma perigosa ameaça à 'pureza' da raça alemã.

Na memória do povo cigano, registram-se também dois episódios de escravização: de 1400 a 1900, o grupo Rom foi escravizado na Europa Central e, por volta de

"É impressionante como ainda assim eles conseguiram resgatar o nomadismo", surpreende-se o pesquisador.

Quando os grupos Rom e Kalé se encontraram na Europa, após o longo período em que foram escravizados por diferentes culturas, conseguiram identificar semelhanças em seus costumes e suas tradições e mesmo na língua, quando reduziam à forma mais simplificada seus respectivos dialetos. Segundo Rezende, quando dois grupos

organização que caracteriza o grupo como cigano."

Em contato com a comunidade externa, dependendo do nível de interação que se quer estabelecer, determinados traços culturais podem ser sublinhados e outros esquecidos. Os Kalderach, por exemplo, trocaram suas tendas por casas para se tornar mais aceitos no meio urbano. Quando o grupo quer lidar comercialmente com o meio externo, estabelece o maior nível segmentar possível para facilitar a comunicação, mantendo porém resguardadas às características que conferem sua identidade.

Ao longo de sua pesquisa, o estudante pôde verificar que, embora tenham promovido algumas mudanças em seus costumes para interagir de forma satisfatória com a sociedade local, os Kalderach têm se mostrado capazes de assegurar os traços fundamentais de sua identidade. A seu ver, nem mesmo a ameaça representada pela televisão, que influencia sobretudo os jovens com a disseminação de idéias próprias do mundo ocidental, conseguirá ferir de forma irreversível esse mecanismo de organização. "Acredito que o grupo conseguirá absorver esse elemento ameaçador em benefício próprio", avalia.

Marise Muniz

Ciência Hoje/Belo Horizonte.



Mas as discriminações de que foram vítimas os povos ciganos em sua longa trajetória histórica nem sempre se devem a essa má fama. Nos tempos sombrios da inquisição medieval, os ciganos foram perseguidos e queima-

1550, teve início a segregação do grupo Kalé, na Península Ibérica, que se prolongou também por cinco séculos. Os relatos históricos atestam que ambos retomaram sua tradição nômade, tão logo foram postos em liberdade.

querem estreitar seus laços, eles se identificam de forma mais ampla, como ciganos. Dentro de um mesmo grupo, a identificação é feita através da linhagem. "O mecanismo de identificação étnica varia segundo o tipo específico de

CH • SERVIÇOS

**CADERNO COM INFORMAÇÕES PRÁTICAS
PARA QUEM ESTUDA, PESQUISA E
DESENVOLVE ATIVIDADES CIENTÍFICAS,
DE NORTE A SUL DO BRASIL.**

Neste caderno:

- 1** • A relação das instituições de pesquisa científica e tecnológica mais importantes do Brasil, que constam do Diretório dos Grupos de Pesquisa, organizado pelo CNPq em 1994.
- 2** • A relação das principais sociedades científicas brasileiras, que têm marcado sua atuação em congressos, simpósios e encontros de relevância reconhecida.

Organização: *Mônica Pettinelli, Yedda M. Marcanth, Júnia Pousa Corrêa de Paiva e José Monserrat Filho*

INSTITUIÇÕES DE PESQUISA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

PS/SARAH - Associação das Pioneiras Sociais, Setor Médico-Hospitalar Sul, Quadra 501, Asa Sul, Brasília, DF, CEP 70330-150. Fone: (061) 3191297. Fax: 3191564.

CBPF/CNPq - Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, R. Xavier Sigaud, 150, Urca, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22290-021. Fone: (021) 5410337, r. 176. Fax: 5412047. E-mail: PREM@CBPFSU1.CAT.CBPF.BR

Cebrap - Centro Brasileiro de Análise e Planejamento, Rua Morgado de Mateus, 615, Vila Mariana S. Paulo, SP, CEP 04015-051. Fone: (011) 5740399. Fax: 5745928. E-mail: CEBRAP@SUP.001.CEBRAP.ANSP.BR

Cenpes/Petrobrás - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello, Cidade Universitária, Quadra 7, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, CEP 21949-900. Fone: (021) 5986490. Fax: (021) 5986795. E-mail: BG67@C53000.PETROBRAS.ANRJ.BR

Ceped - Centro de Pesquisas e Desenvolvimento, km 0 da BA-512, Polo Petroquímico, Camaçari, Bahia, CEP 42800-000. Fone: (071) 8321111, r. 249. Fax: (071) 8322095.

Cepel - Centro de Pesquisa de Energia Elétrica, Av. 1 SN Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Caixa Postal 2754, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20001-970. Fone: (021) 2602336. Fax: (021) 2602336.

Ceplac - Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, Ed. Sede do Min. Agr. e Refor. Agrária, 4º andar,

sala 452, Esplanada dos Ministérios, Brasília, DF, CEP 70043-900. Fone: (061) 2267585. Fax: (061) 2231101.

Cetec - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, Av. José Cândido da Silveira, 2000, Horto, Belo Horizonte, MG, CEP 31170-000. Fone: (031) 4861000. Fax: (381) 4861333/1031. E-mail: SPANGLER@CETEC.DCC.UFMG.BR

Cetem/CNPq - Centro de Tecnologia Mineral, Rua 04, Quadra D, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, CEP 21941-590. Fone: (021) 2607222. Fax: (021) 2602837.

CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear, Av. Mario Werneck s/n Caixa Postal 941, Pampulha, Belo Horizonte, MG, CEP 30161-970. Fone: (031) 4415422, r. 129. Fax: (031) 4434744.

Codetec - Cia. de Desenvolvimento Tecnológico, Est. Telebrás, Unicamp, Caixa Postal 6041, Campinas, SP, CEP 13081-970. Fone: (0192) 394499. Fax: (0192) 394615.

CPQD/Telebrás - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Telebrás, Campinas, SP, CEP 13088-061. Fone: (0192) 39537. Fax: (0192) 392179/1070. E-mail: TOEDNA@VENUS.CPQD.ANSP.BR

CTA/ITA - Centro Técnico Aeroespacial, Av. Dr. Nelson D'Avilla s/n, Centro, São José dos Campos, SP, CEP 12228-904. Fone: (0123) 414611, r. 673. Fax: (0123) 412522. E-mail: IAEACA@BRFAPESP.BITNET

CTI - Fundação Centro Tecnológico para Informática, Rod. D. Pedro I (SP-65) km 143,6, Amarais, Campinas, SP, CEP 13089-500. Fone: (0192) 401011, r. 179. Fax: (0192) 402029. E-mail: PDPAD@CTI.ANSP.BR

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral, San Quadra 1 Bl. B, 3º andar, Asa Norte, Brasília, DF, CEP 70040-900. Fone: (061) 2247097. Fax: (061) 2258274/613870.

EBDA - Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola, Av. Dorival Cayme, 15649, Itapua, Salvador, Bahia, CEP 41635-150. Fone: (071) 2499271. Fax: (071) 2491145.

EFEI - Escola Federal de Engenharia de Itajubá, Av. BPS, 1303, Pinheirinho, Itajubá, MG, CEP 37500-000. Fone: (035) 6291136. Fax: (035) 6223596/354274. E-mail: DISCO%EFEI.UUCP@DCC.UFMG.BR

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Passo Fundo, RS, CEP 99001-970. Fone: (054) 3123444, r. 201. Fax: (054) 3123495/545319.

Emcapa - Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária, BR 101 Norte, km 151, Linhares, ES, CEP 29900-000. Fone: (027) 3710388. Fax: (027) 2643342.

Emepa - Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A., 083 Rua Euripedes Tavares, Tambia, João Pessoa, PB, CEP 58013-290. Fone: (083) 2214504, r. 60. Fax: (083) 2216999/2308.

Emgopa - Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária, Rua Jornalista Geraldo Vale, 10, Setor Universitário, Goiânia, GO, CEP 74610-060. Fone: (062) 2021544. Fax: (062) 2617877.

Empaer - Empresa de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural do MS, Av. Euler de Azevedo, km 10, Saida para Rochedo, Campo Grande, MS, CEP 79114-000. Fone: (067) 7613555. Fax: (067) 7264234.

Empaer/MT - Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural, Av. Projetada B, s/n, Centro Político - Administrativo, Cuiabá, MT, CEP 78050-970. Fone: (065) 3132885. Fax: (065) 3214318.

Emparme - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, Rua Major Laurentino de Moraes, 1220, Tirol, Natal, RN, CEP 59020-390. Fone: (084) 2212341. Fax: (084) 2213171.

Epagri - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina, Estrada Geral s/n, Bom Sucesso, Cacador, SC, CEP 89500-000. Fone: (0496) 621211, r. 44. Fax: (0496) 621142/492330.

Epamig - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Av. Amazonas, 115, 6º andar, Centro, Belo Horizonte, MG, CEP 30180-902. Fone: (031) 2265747. Fax: (031) 2733884.

EPCE - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará, Av. Rui Barbosa, 1246, Aldeota,

Fortaleza, CE, CEP 60115-221. Fone: (085) 2248287. Fax: (085) 2243119.

Epeal - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Alagoas, Rua Mq. de Abrantes, s/n, Bebedouro, Maceió, AL, CEP 57018-330. Fone: (082) 2411038.

Esal - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Caixa Postal 37, Campus Universitário, Lavras, MG, CEP 37200-000. Fone: (035) 8291331/1223. Fax: (035) 8291100.

Esam - Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Campus Universitário Costa e Silva, Mossoró, RN, CEP 59600-970. Fone: (084) 3215755, r. 151. Fax: (084) 3216019/843152.

Faenquil - Faculdade de Engenharia Química de Lorena, Polo Urbo Industrial, Gleba, Al-6, Mondezir, Lorena, SP, CEP 12600-000. Fone: (0125) 525000, r. 151. Fax: (0125) 523875/579. E-mail: FTILOR@BRFAPESPBITNET

FCJA - Fundação Casa de José Américo, Av. Cabo Branco, 3336, Cabo Branco, João Pessoa, PB, CEP 58045-010. Fone: (083) 2261095/2142. Fax: (083) 2265941.

FCMSCSL - Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, Rua Dr. Cesario Motta Junior, 112, Vila Buarque. S. Paulo, SP, CEP 01277-900. Fone: (011) 2207288. Fax: (011) 2228649.

FCO - Fundação Cristiano Ottoni, Rua Espírito Santo, 35, 8º andar, Belo Horizonte, MG, CEP 30160-030. Fone: (031) 2381975. Fax: (031) 2223433.

FGV - Fundação Getúlio Vargas, Praia de Botafogo, 190, Botafogo, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22250-040. Fone: (021) 5510597. Fax: (021) 5536372.

FCIM - Faculdades Integradas Cândido Mendes, Rua Joana Angélica, 63, Ipanema, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22420-030. Fone: (021) 2677141, r. 108. Fax: (021) 2677495.

Fiocruz - Fundação Oswaldo Cruz, Av. Leopoldo Bulhões, 1480, Manguinhos/Bonsucesso, Rio de Janeiro, RJ, CEP 21041-210. Fone: (021) 5903789, r. 2122. Fax: (021) 2808194/2130575.

FMTM - Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro, Av. Getúlio Guarita, s/n, Uberaba, MG, CEP 38025-440. Fone: (034) 3127722/1254. Fax: (034) 3126640.

Fumdam - Fundação Museu do Homem Americano, Rua Abdias Neves, 551, São Raimundo Nonato, Piauí, CEP 64770-000. Fone: (086) 5821612. Fax: (086) 5821656.

Fundacentro - Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, Rua Marcelino Velez, 43, Botafogo, Campinas, SP, CEP 13020-200. Fone: (0192) 325269. Fax: (0192) 325269.

Fundaj - Fundação Joaquim Nabuco, Av. 17 de Agosto, 2187, Casa Forte, Recife, PE, CEP 52061-540. Fone: (081) 4415500, r. 586. Fax: (081) 4415626. E-mail: TROPICO@FUNDAJ.ANPE.BR

Funed - Fundação Ezequiel Dias, Rua Conde Pereira Carneiro 80, Gameleira, Belo Horizonte, MG, CEP 30550-010. Fax: (031) 3323128. Fax: (031) 3322534.

Furg - Fundação Universidade do Rio Grande, Av. Itália, km 8, Campus Carreiros, Rio Grande, RS, CEP 96201-900. Fone: (0532) 302000, r. 21. Fax: (0532) 302126/573. E-mail: DOCLAR AT BRFURG

FZB/RS - Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Av. Salvador França, 1427, Jardim Botânico, Porto Alegre, RS, CEP 90690-000. Fone: (051) 3361511, r. 146. Fax: (051) 3361778.

HCPA - Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Ramiro Barcelos, 2350, Bom Fim, Porto Alegre, RS, CEP 90035-003. Fone: (051) 3316699/2164. Fax: (051) 3328324/5202.

IAC - Instituto Agrônomo de Campinas, Av. Barão de Itapura, 1481, Botafogo, Campinas, SP, CEP 13020-902. Fone: (0192) 415188, r. 350.

IAL - Instituto Adolfo Lutz, Av. Dr. Arnaldo, 355, Cerqueira Cesar, São Paulo, SP, CEP 01246-902. Fone: (011) 8510111, r. 154. Fax: (011) 8533505/1138669.

Iapar - Fundação Instituto Agrônomo do Paraná, Rod. Celso Garcia Cid, km 375, Londrina, PR, CEP 86001-970. Fone: (043) 3261525, r. 332. Fax: (043) 3267868.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rua Visconde de Niterói, 1246, Bl. B, Sala 1210, Mangueira, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20943-001. Fone: (021) 2645490. Fax: (021) 2645099.

Ibict/CNPq - Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Av. Pasteur, 250, Fundos, Campus da Praia Vermelha de UFRJ, Botafogo, Rio de Janeiro, RJ,

CEP 22295-900. Fone: (021) 2753545. Fax: (021) 5410247. E-mail: LIT@RIO.LNCC.BR

IBQN - Instituto Brasileiro de Qualidade Nuclear, Av. General Justo, 365, 4º Andar, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20021-130. Fone: (021) 5320635. Fax: (021) 2622658.

IBT - Instituto de Botânica, Avenida Miguel Stefano, 3687, Água Funda, São Paulo, SP, CEP 01061-970. Fone: (011) 5846300, r. 215. Fax: (011) 5773678.

IBU - Instituto Butantan, Av. Vital Brasil, 1500, Butantan, S. Paulo, SP, CEP 05503-900. Fone: (011) 8137222, r. 2101. Fax: (011) 8151505/83325.

IEAPM - Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, Rua Kioto, 253, Praia dos Anjos, Arraial do Cabo, RJ, CEP 28930-000. Fone: (0246) 221634.

IF - Instituto Florestal do Estado de S. Paulo, Rua Horto, 931, S. Paulo, SP, CEP 02377-000. Fone: (011) 2039970. Fax: (011) 2048067.

IME - Instituto Militar de Engenharia, Praça General Tibúrcio, 80, Pr. Vermelha, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20290-270. Fone: (021) 2953232, r. 256. Fax: (021) 2759047. E-mail: S4FRANCE AT IMERJ.BITNET

IMPA/CNPq - Instituto de Matemática Pura e Aplicada, Estrada Dona Castorina, 11, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-021. Fone: (021) 2949032, r. 163. Fax: (021) 5124115. E-mail: IUSP@IMPA.BR

INCA - Instituto Nacional do Câncer, Praça Cruz Vermelha, 23, Centro, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20230-130. Fone: (021) 2924110. Fax: (021) 2529598.

Inpa - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia, Al. Cosme Ferreira, 1756, Aleixo, Manaus, AM, CEP 69060-001. Fone: (092) 6423300, r. 335. Fax: (092) 6423430.

Inpe - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Av. Astronautas, 1758, Jardim da Granja, São José dos Campos, SP, CEP 12227-010. Fone: (0123) 418977, r. 327. Fax: (0123) 218743/1233530. E-mail: RICARDO@ DAS.INPE.BR

INT - Instituto Nacional de Tecnologia, Av. Venezuela, 82/610, Centro, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20081-310. Fone: (021) 2533393, r. 313. Fax: (021) 2636552/2130056. E-mail: INFTEC@BRLNCC.BITNET

IP - Instituto de Pesca, Av. Bartolomeu de Gusmão, 192, Ponta da Praia, Santos, SP, CEP 11030-010. Fone: (0132) 275995, r. 25. Fax: (0132) 361900.

IPA - Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, Av. Gal. San Martin, 1371, Bonje, Recife, PE, CEP 50761-000. Fone: (081) 2274665. Fax: (081) 2274017.

Ipagro - Instituto de Pesquisas Agrônomicas, Rua Gonçalves Dias, 570, Menino de Deus, Porto Alegre, RS, CEP 90130-060. Fone: (051) 2337227. Fax: (051) 2337607.

IPE - Institutos Paraibanos de Educação, Campus do IPE, BR 230 - km 22, Água Fria, João Pessoa, PB, CEP 58053-000. Fone: (083) 2311418. Fax: (083) 2311130.

Ipea - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Av. Pres. Antônio Carlos, 51, 16º andar, Centro, Castelo, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20020-010. Fone: (021) 2207679. Fax: (021) 2400576/23115. E-mail: IPEA@BRLNCC.BITNET

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Cidade Universitária, S. Paulo, SP, CEP 05508-901. Fone: (011) 2682211, r. 644. Fax: (011) 8696383. E-mail: CYBER@CCE001.IPT.AMSP.BR

IPVDF - Instituto de Pesquisas Veterinárias Desiderio Finamor, BR 116 - Sul - km 291, Sans-Soucy, Eldorado do Sul, RS, CEP 92500-000. Fone: (051) 4803711, r. 35. Fax: (051) 4813337/5152.

Irga - Instituto Rio Grandense do Arroz, Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, Vila Carlos Wilkens, Cachoeirinha, RS, CEP 94930-030. Fone: (051) 4701577, r. 114. Fax: (051) 2261567.

Ital - Instituto de Tecnologia de Alimentos, Av. Brasil, 2880, JD Brasil, Campinas, SP, CEP 13073-001. Fone: (0192) 415222, r. 178. Fax: (0192) 415034/191009.

Itep - Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco, Av. Professor Luís Freire, 700, Cidade Universitária, Recife, PE, CEP 50740-540. Fone: (081) 2714399, r. 189. Fax: (081) 2714744. E-mail: ARQUI@GE.ITEP.BR

IUPERJ - Instituto Universitário do Rio de Janeiro, Rua da Matriz, 82, Botafogo, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22260-100. Fone: (021) 2860996. Fax: (021) 2867146. E-mail: IUPR@ BRLNCC.BITNET

IZ - Instituto de Zootecnia E.E.Z. de Sertãozinho, Caixa Postal 63, Sertãozinho, SP, CEP 14160-000. Fone: (016) 6422303. Fax: (016) 6422303.

JB/Ibama - Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rua Pacheco Leão, 915, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-030. Fone: (021) 5112749. Fax: (021) 2744897.

LBDI - Laboratório Brasileiro de Desenho, Rod. Tertuliano de Brito Xavier, s/n, Canavieiras, Florianópolis, SC, CEP 88054-600. Fone: (0482) 661562. Fax: (0482) 661562.

LNA - Laboratório Nacional de Astrofísica, R. Estados Unidos, 154, Bairro das Nações, Itajubá, MG, CEP 37500-000. Fone: (035) 6231414. Fax: (035) 6231544.

LNCC/CNPq - Laboratório Nacional de Computação Científica, Rua Lauro Muller, 455, Botafogo, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22290-003. Fone: (021) 5412132, r. 193. Fax: (021) 2957944.

LNLS/CNPq - Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, Rua Giuseppe Solfaro, 10.000, Guara, Campinas, SP, CEP 13083-360. Fone: (0192) 395520, r. 301. Fax: (0192) 512458/197517. E-mail: DANIEL@LNLS.ANSP.BR

Mast/CNPq - Museu de Astronomia e Ciências Afins, Rua General Bruce, 586, São Cristóvão, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20921-030. Fone: (021) 5807010, r. 16. Fax: (021) 5804531.

MPEG/CNPq - Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Magalhães Barata, 376, São Braz, Belém, PA, CEP 66040-170. Fone: (091) 2249233, r. 231. Fax: (091) 2417384.

ON/CNPq - Observatório Nacional, Rua Gal. José Cristiano, 77, São Cristóvão, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20921-400. Fone: (021) 5807081. Fax: (021) 5800332. E-mail: JANDYR@DGE1.ON.BR.

Parqtec - Fundação Parque de Alta Tecnologia de São Carlos, Rua Alfredo Lopes, 1717, São Carlos, SP, CEP 13560-460. Fone: (0162) 726977. Fax: (0162) 711167.

Pesagro - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro, Al. São Boaventura, 770, Fonseca, Niterói, RJ, CEP 24123-191. Fone: (021) 6271432. Fax: (021) 6271444/2138549.

PUC/RJ - Pontifícia Universidade Católica de Rio de Janeiro, Rua Marquês de São Vicente, 215, Gávea, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22453-000. Fone: (021) 5299528. Fax: (021) 5115645. E-mail: RUAS@ INF.PUC-RIO.BR.

PUC/RS - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande de Sul, Av. Ipiranga, 6681, Partenon, Porto Alegre, RS, CEP 90619-000. Fone: (051) 3391511, r.3145. Fax: (051) 3391564.

PUC/SP - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, R. Monte Alegre, 984 - 4º Andar, Perdizes, São Paulo, SP, CEP 05014-901. Fone: (011) 2631793.

SEAD - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados, Av. Casper Libero, 464, Luz, São Paulo, SP, CEP 01033-000. Fone: (011) 2270433. Fax: (011) 2295259.

Tecpar - Instituto de Tecnologia do Paraná, Rua Algacyr Munhoz Maeder, 2400, CIC, Curitiba, PR, CEP 81310-020.

Fone: (041) 3463141, r. 234.
Fax: (041) 2476788. E-mail:
TECPAR@BRFAPESP.BITNET.

UAM - Universidade do Amazonas, Campus Universitário, Estrada do Contorno, 3000, Japiim, Manaus, AM, CEP 69077-000. Fone: (092) 2376060, r. 2141. Fax: (092) 2378675.

UEL - Universidade Estadual de Londrina, Campus Universitário, Londrina, PR, CEP 86051-970. Fone: (043) 3212000, r. 324. Fax: (043) 3276932.

UEM - Fundação Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 3690 - Bloco D90, Centro, Maringá, PR, CEP 87020-900. Fone: (442) 264004. Fax: (442) 222754.

UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Av. 28 DE Setembro, 77, Vila Izabel, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20550-170. Fone: (021) 2646222, r. 631. Fax: (021) 2042343.

Ufac - Universidade Federal do Acre, Campus Universitário, Distrito Industrial, Rio Branco, AC, CEP: 69915-900, Fone: (068) 2261422, r. 174. Fax: (068) 2261162.

Ufal - Universidade Federal de Alagoas, BR 104, km 11, Cidade Universitária, Tabuleiro do Martins, Maceió, AL, CEP 57072-970. Fone: (082) 3222260. Fax: (082) 322 2599.

Ufba - Universidade Federal da Bahia, Av. Ademar de Barros, s/n, Ondina, Salvador, BA, CEP 40170-210, Fone: (071) 2457634. Fax: (071) 2457634. E-mail: ARON@ SUNRNP.UFBA.BR.

UFC - Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull s/n, Campus do Pici, Fortaleza,

CE, CEP 60356-000. Fone: (085) 2439688. Fax: (085) 2438442.

Ufes - Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, Centro, Alegre, ES, CEP 29500-000. Fone: (027) 5521389, r. 75. Fax: (027) 5522622.

UFF - Universidade Federal Fluminense, Rua Passo da Pátria, 156, São Domingos, Niterói, RJ, CEP 24210-240. Fone: (021) 7174844.

UFG - Universidade Federal de Goiás, 1. Avenida s/n, ST. Universitário, Goiânia, GO, CEP 74000-000. Fone: (062) 2616214. Fax: (062) 2616214.

UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Universitário, Juiz de Fora, MG, CEP 36036-330. Fone: (032) 2293780. Fax: (032) 3211342.

Ufma - Universidade Federal do Maranhão, Av. dos Portugueses s/n, Campus Bacanga, São Luís, MA, CEP 65085-580. Fone: (098) 2324740.

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais, Lourdes, Belo Horizonte, MG, CEP 30180-112. Fone: (031) 3378666, r. 62.

UFMS - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Av. Capitão Olinto Mancini, 1662, Colinos, Três Lagoas, MS, CEP 79603-011. Fone: (067) 5213444, r. 055. Fax: (067) 5211228.

UFMT - Universidade Federal de Mato Grosso, Av. Fernando Correa s/n, Coxipó, Cuiabá, MT, CEP 78060-900. Fone: (065) 3158604. Fax: (065) 3158609. E-mail: INTERNET UFMT@JAZZ.CR-DF.RNP.BR.

UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto, Campus Universitário do Morro do Cruzeiro, Bauxita, Ouro Preto, MG, CEP 35400-000. Fone: (031) 5511015. Fax: (031) 5512334

Ufpa - Universidade Federal do Pará, Av. Perimetral, s/n, Campus Universitário do Guama, Guama, Belém, PA, CEP 66075-900. Fone: (091) 2490373. Fax: (091) 2492084.

UFPB - Universidade Federal da Paraíba, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongo, Campina Grande, PB, CEP 58109-000. Fone: (083) 3311960, r. 632. Fax: (083) 3331080.

UFPE - Universidade Federal de Pernambuco, 9º andar, CFCH da UFPE, Cid. Universitária, Recife, PE, CEP 50670-901. Fone: (081) 2718270.

UFPEL - Universidade Federal de Pelotas, Av. Duque de Caxias, 250 / 3 Piso, Fraga-ta, Pelotas, RS, CEP 96030-000. Fone: (0532) 712442. Fax: (0532) 712645. E-mail: IN%EPICESAR@VORTEX.UFRGS.BR".

UFPI - Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário, Terezina, PI, CEP 64049-550. Fone: (086) 2326757. Fax: (086) 2322812.

UFPR - Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico, J. das Américas, Curitiba, PR, CEP 81331-970. Fone: (041) 2669271. Fax: (041) 2674236. E-mail: CUSATIS@BRUFPR.

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av Bento Gonçalves, 7712, Agronomia, Porto Alegre, RS, CEP 90001-970. Fone: (051) 3391355, r. 6571. Fax: (051) 3361211.

UFRI - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Brigadeiro Trompowski s/n, Cid. Universitária, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20001-970. Fone: (021) 5983200. Fax: (021) 2708554. E-mail: SALEK@ NCE.UFRJ.BR

UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Av. Nilo Peçanha, 259, Petrópolis, Natal, RN, CEP 59010-300. Fone: (084) 2213618.

UFRRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, CEP 52171-030. Fone: (081) 4414577 r. 391. Fax: (081) 4414697.

UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Itaguaí, RJ, CEP 23851-970. Fone: (021) 6821210, r. 584. Fax: (021) 6821093.

UFSP - Universidade Federal de São Paulo, antiga Escola Paulista de Medicina (EPM), Vila Clementino, S. Paulo, SP, CEP 04023-062. Fone: (011) 5764262. Fax: (011) 5492127.

UFS - Universidade Federal de Sergipe, Campus Universitário, São Cristóvão, SE, CEP 49100-000. Fone: (079) 2412848, r. 384.

UFSC - Universidade Federal de Sta. Catarina, Trindade, Florianópolis, SC, CEP: 88040-900. Fone: (0482) 319455. Fax: (0482) 319819. E-mail: CCE1SLP@ BRUFSC

UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos, Campus Universitário, São Carlos, SP, CEP 13565-905. Fone: (0162) 748248. Fax: (0162) 727404/162369.

UFMS - Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, Camobi, Santa Maria, RS, CEP 97119-900. Fone: (055) 2261616, r. 2257. Fax: (055) 2262347.

UFU - Universidade Federal de Uberlândia, Av. Engenheiro Diniz, 1178, Martins, Uberlândia, MG, CEP 38401-136. Fone: (034) 2364122. Fax: (034) 2348022.

UFV - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, CEP 36570-000. Fone: (031) 8992260. Fax: (031) 8992270.

UGF - Universidade Gama Filho, R. Manuel Vitorino, 625, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20740-280. Fone: (021) 5933147. Fax: (021) 5914448.

UNB - Universidade de Brasília, DF, Campus Universitário Darcy Ribeiro, CEP 70910-900. Fone: (061) 2741362. Fax: (061) 2726003/2721033

Unesp - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Av. 24 A, nº. 1515, Bela Vista, Rio Claro, SP, CEP 13506-900. Fone (0195) 340244, r. 170. Fax: (0195) 344433.

Unicamp - Universidade de Campinas, Av. Albert Einstein 1300, Cidade Universitária, Campinas, SP, CEP 13081-970. Fone: (0192) 393901. Fax: (0192) 394519. E-mail: NEPP01@CCVAX.UNICAMP.BR.

UniRio - Universidade do Rio de Janeiro, Av. Pasteur, 436, Fundos, Praia Vermelha, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22290-240. Fone: (021) 2952548. Fax: (021)5418394/2121701.

Unisinos - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Av. Unisinos, São Leopoldo, RS, CEP 93022-000. Fone: (051) 5920333, r. 1281. Fax: (051) 5921035.

Unitau - Universidade de Taubaté, Av. 9 de Julho (Prédio das Pró-Reitorias), Centro, Taubaté, SP, CEP 12200. Fone: (0122) 327555, r. 321. Fax: (0122) 327660

USP - Universidade de São Paulo, Agronomia, Piracicaba, SP, CEP 13418-900. Fone: (0194) 294225. Fax: (0194) 225925.

USU - Universidade Santa Úrsula, R. Fernando Ferrari, 75, Botafogo, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22231-040. Fone: (021) 5515542, r. 180. Fax: (021) 5514664. E-mail: ICEG@BRLNCC

SOCIEDADES CIENTÍFICAS BRASILEIRAS

ÁREA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Associação Brasileira de Entomologia - Presidente: Maria Auxiliadora Cordova Cristoparo. Sgan Av. L2 Norte, Qd. 603, Modulo B. CEP 70830-030. Brasília, DF. Fone: (061) 226-0653. Fax: (061) 225-4473.

Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva (ABRASCO) - Presidente: Maria Cecília Minayo. Rua Leopoldo Bulhões, 1480, sl. 226. CEP 21041-210. Rio de Janeiro, RJ. Fone: (021) 270-9699. Fax: (021) 280-8194. Vice-Presidente: Marilisa Berti de Azevedo Barros. Depto. de Medicina Social, FCM, UNICAMP. Fone: (0192) 39-8650. Fax: (0192) 39-3185.

Sociedade Botânica do Brasil (SBB) - Presidente: Nanusa Luiza de Menezes. Caixa Postal 11479. CEP 05422-970. S. Paulo, SP. Fone: (011) 818-7593. Fax: (011) 818-7416.

Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição (SBAN) - Presidente: Rebeca de Angelis; a/c Dra. Olga Maria S. Amaro. Rua Botucatu, 703. CEP 04023-062. São Paulo, SP. Fone: (011) 549-8993 e (011) 64-1445 (res.). Fax: (011) 570-1590.

Sociedade Brasileira de Biofísica (SBBF) - Presidente: Paulo Sérgio Lacerda Beirão. Depto. de Bioquímica e Imunologia ICB/UFMG. Caixa Postal 2486. CEP 30271-970. Belo Horizonte, MG. Fone: (031) 441-5963. Fax: (031) 441-5611.

Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular (SBBQ) - Presidente: Luís Juliano Neto. Caixa Postal 20780. CEP 01317-970. S. Paulo, SP. Fone: (011) 575-9617 EPM. Fax: (011) 571-5780.

Sociedade Brasileira de Direito Aeroespacial - Presidente: Brigadeiro Pedro Ivo Seixas. Av.

Marechal. Câmara, 233, Gr. 1204, CEP 20.020-080, RJ. Fone: (021) 262-5545, Fax: (021) 240-6022.

Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica (SBEB) - Presidente: Antonio Fernando Catelli Infantsi. Programa Engenharia Biomédica. Caixa Postal 68510. CEP 21450-970. Rio de Janeiro, RJ. Fone: (021) 230-5108. Fax: (021) 290-6626. E-mail: sbeb@serv.peb.ufrj.br.

Sociedade Brasileira de Entomologia - Presidente: Sérgio Antonio Vanin. Caixa Postal 20520. CEP 01317-970. São Paulo, SP. Fone: (011) 813-6944, r. 2513/274/3455. Fax: (011) 815-4272 (Zoologia).

Sociedade Brasileira de Farmacologia e Terapêutica Experimental - Presidente: João B. Calixto. UFSC, Depto. de Farmacologia. Rua Ferreira Lima, 82. CEP 88015-420. Florianópolis, SC. Fone: (0842) 31-

9491. Fax: (0482) 22-4164/31-9672.

Sociedade Brasileira de Ficologia - Presidente: Ricardo Coutinho. Instituto de Estudos do Mar "Alm. Paulo Moreira". R. Kioto, 253, Arraial do Cabo. CEP 28930-000. Rio de Janeiro, RJ. Fone: (0246) 22-1444/22-1575. Diela Pupo, Instituto de Botânica. Fone: (011) 584-6300, r. 251. Fax: (011) 577-3678.

Sociedade Brasileira de Fisiologia - Presidente: Oswaldo Ubriaco Lopes. Escola Paulista de Medicina. Rua Botucatu, 862. CEP 04023-062. S. Paulo, SP. Fone: (011) 576-4536. Fax: (011) 549-2127.

Sociedade Brasileira de Genética - Presidente: Warwick Estevam Kerr. Universidade Federal de Uberlândia. Campus Umarama, Prédio 4C, Depto. de Biologia. Cep 38400-900. Uberlândia, MG. Fone: (034) 232-3436/235-0355/0356. Secretário: João Morgante,

Instituto de Biociências, USP. Caixa Postal 11461. CEP 05422-970. S. Paulo, SP.

Sociedade Brasileira de Imunologia (SBI) - Presidente: Wilson Savino. Fiocruz, Dpto. de Imunologia. Av. Brasil, 4365. Cep 21045-900. Rio de Janeiro, RJ. Fone: (021)598-4327. Fax: (021)280-3545/1589.

Sociedade Brasileira de Investigação Clínica - Presidente: Nestor Schor. Escola Paulista de Medicina, Nefrologia. Rua Botucatu, 740. CEP 04023-062. São Paulo, SP. Fone: (011)572-6601/578-7822. Fax: (011)573-9652 (Nefrologia).

Sociedade Brasileira de Limnologia - Presidente: Carlos Eduardo de Matos Bicudo. Instituto de Botânica. Av. Miguel Stefano, 3031, Caixa Postal 4005. CEP 04301-902. São Paulo, SP. Fone: (011) 577-3055, r. 91. Fax: (011) 577-3678.

Sociedade Brasileira de Malacologia - Presidente: José Wilibaldo Thome. Museu Oceanográfico. Caixa Postal 379. CEP 96500-970. Rio Grande, RS. Fone: (0532) 339-1511.

Sociedade Brasileira de Microbiologia - Presidente: Maria Therezinha Martins. Depto. de Microbiologia, ICB/USP. Av. Prof. Lineu Prestes, 1374. CEP 05508-900. São Paulo, SP. Fone: (011) 813-9647/6944, r. 2205. Fax: (011) 813-0845.

Sociedade Brasileira de Neurociência e Comportamento - Presidente: Ricardo Gattass. UFRJ, Inst. de Física, Ilha do Fundão. CEP 21949-902. Rio de Janeiro, RJ. Fone: (021) 290-6897. Fax: (021) 820-8193. Secretário: Luiz Menna

Barreto. ICB/USP, Cidade Universitária. CEP 05508-900. SP. Fone: (011) 818-7254. Fax: (011) 813-0845.

Sociedade Brasileira de Parasitologia - Presidente: Nicolau Maues da Serra Freire. Instituto de Biologia, Depto. de Parasitologia, UFRJ, Itaguaí. CEP 23851-970. Rio de Janeiro, RJ. Fone: (021) 682-1118/1617.

Sociedade Brasileira de Pediatria - Presidente: Pedro Celiney Ramos Garcia. Rua Visconde de Silva, 52, sala 503. CEP 22271-090. Rio de Janeiro, RJ. Fone: (021) 286-2789. Fax: (021) 286-5867.

Sociedade Brasileira de Protozoologia - Presidente: Emey Plessmann Camargo. R. Itapemirim, 66, Pacaembu. CEP 01248-400. S. Paulo, SP.

Sociedade Brasileira de Virologia - Presidente: Ricardo Ishak. Caixa Postal 13005. Cep 66040-970. Belém, Pará. Fone/Fax: (091) 229-1741.

Sociedade Brasileira de Zoologia - Presidente: Jayme de Loyola e Silva. Depto. de Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, UFPR. Caixa Postal 19020. CEP 81531-990. Curitiba, PR. Fone: (041) 266-6823. Fax: (041) 266-2042.

ÁREA DE CIÊNCIAS EXATAS

Associação Brasileira de Estatística (ABE) - Presidente: Pedro Alberto Morettin. Instituto de Matemática e Estatística, USP. R. do Matão, 1010, Bl. A, sala 150A. CEP 05508-900. São Paulo, SP. Fone: (011) 818-6129/6125. Fax: (011) 814-4135.

Associação Brasileira de Físicos em Medicina - Presidente:

Thomas Ghilardi Netto. FFCL, USP Ribeirão Preto. Av. Bandeirantes, 3900. CEP 14040-901. Ribeirão Preto, SP. Fone: (016) 633-1010, r. 361. Fax: (016) 633-5015. Vice Presidente: Cecil Chow Robilotta. Instituto de Física, USP. Fone: (011) 8187021. Fax: (011) 813-4334.

Associação Brasileira de Química - Presidente: Geraldo Vicentine. Instituto de Química. Caixa Postal 20780. CEP 01498-970. São Paulo, SP. Fone: (011) 818-3837 (ABQ)/62-4290 (res.). Escr.: (011) 818-3876/3847 (secretaria).

Sociedade Astronômica Brasileira - Presidente: Horacio Dottori. Caixa Postal 9638. CEP 01065-970. São Paulo, SP. Fone: (011) 577-8599, r. 230/233 IAG. Fax: (011) 276-3848.

Sociedade Brasileira de Cristalografia - Presidente: Eduardo E. Castellano. Av. Dr. Carlos Botelho, 1465. Caixa Postal 369. CEP 13560-970. S. Carlos, SP. Fone: (0162) 749188. Fax: (0162) 713616. E-mail: pino@ifqsc.ansp.br.

Sociedade Brasileira de Econometria - Secretário Executivo: Sergio Ribeiro da C. Werlang. Praia do Botafogo, 190, sala 1032, Botafogo. CEP 22250-040. Rio de Janeiro, RJ. Fone: (021) 552-2076/551-1542, r. 246. Fax: (021) 552-4898.

Sociedade Brasileira de Física - Presidente: Francisco Sá Barreto. UFMG, ICEx, Física. Av. Antônio Carlos, 6627. CEP 31270-901. Belo Horizonte, MG. Fone: (011) 818-6922/6713. Fax: (011) 8182063.

Sociedade Brasileira de Geofísica - Presidente: Carlos Alberto da Costa. Av. Rio Branco, 156, sl. 2510. CEP 20043-

900. Rio de Janeiro, RJ. Fone/ Fax: (021) 533-0064.

Sociedade Brasileira de Geologia - Presidente: Claudio Riccomini. Caixa Postal 20897. CEP 01498-970. São Paulo, SP. Fone: (011) 212-6166. Fax: (011) 210-4958.

Sociedade Brasileira de Matemática - Presidente: Marcio Gomes Soares. IMPA. Estrada Dona Castorina, 110. CEP 22460-320. Rio de Janeiro, RJ.

Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional - Presidente: Ricardo S. Kubrusly. Rua Lauro Muller, 455, Botafogo. CEP 22460-160. Rio de Janeiro, RJ. Fone: (021) 541-2132, r. 116. Fax: (021) 295-8499.

Sociedade Brasileira de Meteorologia - Presidente: Pedro Leite da Silva Dias. Rua Vitória, 106. CEP 01201-000. São Paulo, SP. Fone: (011) 221-3388. Fax: (011) 815-4272, r. 5034.

Sociedade Brasileira de Química - Presidente: Viertler. Caixa Postal 20779. CEP 01452-990. São Paulo, SP. Fone: (011) 210-2299. Fax: (011) 814-3602. C/C: Dirce Maria F. Campos.

ÁREA DE CIÊNCIAS HUMANAS

Associação Brasileira de Análise do Comportamento - Presidente: Silvio Paulo Botome. R. das Margaridas, 125. CEP 13566-543. S. Carlos, SP. Fone: (0162) 71-1432, r. 298; res. (0162) 71-9305. Fax: (0162) 71-2081.

Associação Brasileira de Antropologia - Presidente: João Pacheco de Oliveira Filho. Caixa Postal 50034, Agência

Carioca. CEP 20062-970. Rio de Janeiro, RJ. Fone: (021) 221-0341, r. 402. Fax: (021) 224-8965.

Associação Brasileira de Estudos Populacionais - Presidente: Diana Oya Sawyer. Rua General Jardim, 770, 3º andar - Conj. 3-D. CEP 01223-010. S. Paulo, SP. Fone: (011) 255-4820. Fax: (011) 34-7621

Associação Brasileira de Jornalismo Científico - Presidente: Randau Azevedo Marques. Rua Isabel de Castela, 105. CEP 05445-010. S. Paulo, SP. Fone: (011) 813-6026.

Associação Brasileira de Linguística - Presidente: Suzana A. M. Cardoso. Instituto de Letras - UFBA. Av. Barão Gremoabo s/n. Campus Ondina. CEP 40170-290. Salvador, BA. Fone: (071) 336-0790. Fax: (071) 336-8355.

Associação Brasileira de Literatura Comparada (ABRALIC) - Presidente: Eduardo de F. Coutinho. Faculdade de Letras da UFRJ. Av. Mal. Trompowski, s/n, sl. F-329, Cidade Universitária, Ilha do Fundão. CEP 21949-902. Rio de Janeiro - RJ. Fone: (021) 270-1696.

Associação Brasileira de Pesquisadores em Arte - Presidente: Elza Maria Ajzenberg. Depto. Comunicações e Artes - ECA/USP. R. Prof. Lucio Martins Rodrigues, 443 sl.4. CEP 05508-900. São Paulo, SP. Fone: (011) 813-3222, r. 2022/289-3237 (res.). Fax: (011) 815-4272 (ECA).

Associação dos Geógrafos Brasileiros - Presidente: Odete Carvalho de Lima Seabra. Vice: Maria das Neves da Silva. Caixa Postal 100425. CEP 24001-970. Niterói, RJ. Fone: (011) 210-2122, r. 537. Fax: (011) 815-4272

rota 41, r. 6032/818-3159.

Associação Nacional de Centro de PG em Economia (ANPEC) - Presidente: Fernando Cardim Carvalho, Rio de Janeiro, RJ. Fone: (021) 710-3190 res. Fax: (021) 719-3286. A/C Jose Zeetano Chahad. Fone: (011) 818-6071/6072. Fax: (011) 814-3379/3814. Av. Prof. Luciano Gualberto, 908, Prédio Novo, 2º andar. CEP 05508-900. S. Paulo, SP.

Associação Nacional de Pesquisa e PG em Psicologia (ANPEPP) - Presidente: Elizabeth Melo Bonfim. Mestrado Psicologia FAFICH/UFMG. CEP 31270-901. Belo Horizonte, MG. Fone: (031) 448-5042.

Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ciências Sociais (ANPOCS) - Presidente: Antonio Flavio de O. Pierucci. Av. Prof. Luciano Gualberto, 315, sala 116. CEP 05508-900. S. Paulo, SP. Fone: (011) 813-4664. Fax: (011) 818-5043.

Associação Nacional de PG e Pesquisa em Educação (ANPED) - Presidente: Neidson Rodrigues. FAE/UFMG. Av. Antônio Carlos, 6627 sl 423. Pampulha. CEP 31270-901. Belo Horizonte, MG. Fone: (031) 448-5488. Fax: (031) 448-5300.

Associação Nacional de PG e Pesquisa em Letras e Linguística (ANPOLL) - Presidente: Sonia Maria Van Dijk Lima. Caixa Postal 5091. CEP 58051-970. João Pessoa, PB. Fone/ Fax: (083) 224-3383.

Associação Nacional de PG e Pesquisa em Planejamento e Regional (ANPUR) - Presidente: Milton Almeida dos Santos. Faculdade de Filosofia - Depto. Geografia. Av. Prof. Lineu Prestes, 338. Caixa Postal 8105. CEP 05508-900, SP. Fone: (011) 210-

2122, r. 550. Fax: (011) 815-4272, rota 41, r. 6032.

Associação Nacional de Pós-Graduação em Filosofia - Presidente: Bento Prado de Almeida Ferraz Junior. Depto. Filosofia da UFSCar, CEP 13560-905, S. Carlos, SP. Fone: (011) 257-7142 (res) e (0162) 71-7490. Fax: (0162) 71-2081.

Associação Nacional de Programas de PG em Administração (ANPAD) - Presidente: Clovis L. Machado da Silva. NAPPO/CPGA/UFSC. Caixa Postal 476. CEP 88010-970. Florianópolis, SC. Fone: (0482) 31-9365/9539. Fax: (0482) 31-9585.

Associação Nacional de História ANPUH - Presidente: Holien Gonçalves Bezerra. Caixa Postal 8105, Depto. de História, CEP 01059-970. São Paulo, SP. Fone: (011) 818-3047. Fax: (011) 818-3150.

Sociedade de Arqueologia Brasileira - Presidente: Arno Alvarez Kern. R. Guimarães Rosa, 145, CEP 90480-080, Porto Alegre, RS. Fone: (051) 341-2525.

Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinados da Comunicação (INTERCOM) - Presidente: Adolfo Queiroz. Caixa Postal 01317-970. São Paulo, SP. Fones: (011) 562-0735 (res.) e (011) 813-3222, r. 2088/562. Fax: (011) 815-4272.

Sociedade Brasileira de História da Ciência - Presidente: José Luis Goldfarb. R. Brasília, 46/81. CEP 04534-040, S. Paulo, SP. Fone: (011) 822-5771. Fax: (011) 822-5771.

Sociedade Brasileira de Psicanálise de São Paulo - Presidente: Leopoldo Nosek. R. Sergipe, 441, 5º andar, CEP 01243-

001, S. Paulo, SP. Fone: (011) 256-3106/64-0168. Fax: (011) 258-8353.

Sociedade Brasileira de Psicologia - Presidente: Carlos Alberto Bezerra Tomaz. R. Florêncio de Abreu, 681, sala 1105. Caixa Postal 1006. CEP 14010-060. Ribeirão Preto, SP. Fone: (016) 625-9366/635-4530. Fax: (016) 636-8206.

Sociedade Brasileira de Sociologia - Presidente: Sérgio Adorno. Rua do Anfiteatro, 181, Coimeia XI, USP, Cep 05508-900, São Paulo, SP. a/c Sônia M.G. Larangeira. IFCH/UFRGS, Avenida Bento Gonçalves, 9500, CEP 91509-900. Porto Alegre, RS. Fone: (051) 336-9822, r. 6628. Fax: (051) 336-4500.

Sociedade Científica de Estudos da Arte - Presidente: Diva Benevides Pinho. Rua Humberto de Campos, 104. CEP 09720-000. São Bernardo do Campo, SP. Fone: (011) 813-3222, r. 2081/843-6741 (res.). Fax: (011) 818-4326.

ÁREA DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS

Associação Brasileira de Ciências Mecânicas (ABCM) - Presidente: Carlos A. Almeida. Av. Rio Branco 124, 18º andar, Centro, CEP 20040-001, Rio de Janeiro, RJ. Fone: (021) 222-7128/2216177 r. 178; 295-9885 (res.). Fax: (021) 222-7128.

Associação Brasileira de Mecânica dos Solos (ABMS) - Presidente: Sussumu Niyama. IPT, Prédio da Geotécnica. Caixa Postal 7141. CEP 01059-970. S. Paulo, SP. Fone: (011) 268-2211. Fax: (011) 268-7325. Rua Bela, 649, CEP 20930, Rio de Janeiro, RJ. Fone: (021) 580-1486/1276. Fax: (021) 5801026.

Sociedade Brasileira de Automática (SBA) - Presidente: Antonio J. A. Simões Costa. EEL, CTC, UFSC, CEP 88040-900, Florianópolis, SC. Fone: (0482) 31-9593. Fax: (0482) 31-9770. E-mail: EELIAJC@ BRUFSC.BITNET

Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos - Presidente: Rodrigo Otávio Teixeira Neto. Av. Brasil, 2880. Caixa Postal 271, CEP 13001-970, Campinas, SP. Fone: (0192) 43-4635. Fax: (0192) 41-0527.

Sociedade Brasileira de Computação (SBC) - Presidente: Ricardo A. da L. Reis. Núcleo de Computação Eletrônica. Avenida Venceslau Brás, 71, Fundos, Casa 27, CEP 22290-

140, Rio de Janeiro, RJ. Fone: (021) 295-4846/598-3201 (UFRJ). Fax: (021) 541-5342.

Sociedade Brasileira de Microondas - Presidente: Mauro Soares Assis. Av. Presidente Vargas, 3077, 28º andar, CEP 20210-030, Rio de Janeiro, RJ. Fone: (021) 563-8795/293-7663. Fax: (021) 293-8881.

Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional - Presidente: Reinaldo Castro Souza. R. Alvaro Alvim, 24/603, CEP 20031-010, Rio de Janeiro, RJ. Fone/Fax: (021) 240-6365.

Sociedade Brasileira de Telecomunicações - Presidente: Hélio Marcus Machado Graciosa. Centro de Pesquisa e De-

envolvimento da Telebrás (CPqD), Caixa Postal 1579, CEP 13001-970, Campinas, SP. Fone: (0192) 59-1230. Fax: (0192) 53-4754.

Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) - Presidente: João Alberto Viol. Av. Beira Mar, 216, 13º andar, Castelo, CEP 20021-060, Rio de Janeiro, RJ. Fone: (021) 210-3221. Fax: (021) 262-6838. São Paulo: (011) 814-1872/1901.

Associação Brasileira de Ensino de Engenharia - Presidente: Paulo Alcântara Gomes. Rua Bento Freitas, 178, 3º andar, CEP 01220-010, São Paulo, SP. Fone/Fax: (011) 223-7663.

Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO) - Presidente: Ana Maria de Moraes. UERJ, Depto. Projetos de Produtos, Rua Evaristo da Veiga, 95. CEP 20031-040, Rio de Janeiro, RJ. Fone/Fax: (021) 246-5077 (res.) e (021) 240-1890 (UERJ).

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS) - Presidente: Antonio Carlos Moniz. IAC, Caixa Postal 28, Cep 13001-970, Campinas, SP. Fone/Fax: (0192) 32-8937.



JORNAL DA CIÊNCIA HOJE
O jornal do cientista brasileiro aqui e lá
Assine pelo telefone (021) 295 6198

**LEIA O JORNAL
 BRASILEIRO
 QUE FAZ MAIS
 SUCESSO EM
 QUEBEC, NO
 CANADÁ**

Esta é a parede do quarto de Helene Ferreira da Silva, estudante brasileira de doutorado, bolsista do CNPq, na Universidade de Quebec. A foto foi enviada pela própria Helene como homenagem ao Jornal da Ciência Hoje.

VOLUME 18

AUTORES

- AJZEN, Horácio – Os processos dialíticos, nº 105, p. 36.
- AMADO, Gilberto M. – Algas e poluição por metais, nº 105, p. 21.
- AMARAL, Sandra Maria C. – Efeitos tóxicos do mercúrio sobre o miocárdio, nº 103, p. 14.
- ANÇÃO, Meide S. – Transplantes renais no Brasil, nº 105, p. 48.
- ANDRADE, Giovanna I. – Os tumores vegetais e seu impacto nas plantas, nº 108, p. 29.
- ARAÚJO, Helena Marcolla – A proteína G e seus mecanismos de atuação, nº 105, p. 13.
- ARILHA, Margareth – Desafios do Cairo, nº 104, p. 66.
- ASSIS, Jesus de Paula – (resenha de *O Doutor Benignus* de Augusto Emílio Zaluar), nº 106, p. 17.
- , O rumo é a democracia (entrevista com Adib Jatene), nº 103, p. 22.
- ASSREUY, Jamil – Óxido nítrico e sistema cardiovascular, nº 103, p. 8.
- ÁVILA, Maria Betânia – Desafios do Cairo, nº 104, p. 66.
- BAGNATO, Vanderlei – Dispositivos eletrônicos do tamanho do átomo, nº 105, p. 17.
- BAËTA, Adelaide Maria Coelho – Competitividade: uma questão de cooperação, (in encarte *Technologia*), nº 107, p. 5.
- BALTENSPERGER, Walter – Os anéis de interferência e a precisão das medidas de Newton, nº 106, p. 6.
- BARBOSA, Rosa Célia P. – O coração da criança, nº 103, p. 96.
- BARCELLOS, Lucianne Claudia – Alterações elétricas do coração infartado, nº 103, p. 54.
- BASTOS, Esther – Minas de mel, nº 108, p. 26.
- BERQUÓ, Elza – Desafios do Cairo, nº 104, p. 66.
- BERTULANI, Carlos A. – Neutrinos solares, nº 108, p. 52.
- BRANDÃO, Mitzi – Minas de mel, nº 108, p. 26.
- CALIRI, Antonio – Epidemia: uma questão para a física?, nº 108, p. 44.
- CÂMARA, Ibsen Gusmão – (resenha de *Baleias, botos e golfinhos: guia de identificação para o Brasil*, de Lia Hetzel e Liliane Lodi), nº 104, p. 12.
- CAMPOS, Hisbello S. – Quanto custa fumar?, nº 107, p. 65.
- CANDOTTI, Ennio – Margareth Marmorì. Educação: tarefa de todos (entrevista com Murflio Hingel), nº 104, p. 22.
- CANUTO, Sylvio – Por dentro do fullereno, nº 104, p. 7.
- CANZIANI, Maria Eugênia Fernandes – Os processos dialíticos, nº 105, p. 36.
- CARVALHAES, João Tomás de Abreu – Insuficiência renal crônica, nº 105, p. 38.
- CARVALHO, Aluizio Barbosa de – Os processos dialíticos, nº 105, p. 36.
- CARVALHO, Antonio Carlos Campos de – A 'agonia' de um coração com Chagas, nº 103, p. 44.
- CARVALHO, Luís Alfredo Vidal de – Mecanismos cerebrais da sensação dolorosa, nº 104, p. 20.
- CARVALHO, Roberto Barros de – Tudo começou com Zerbini, nº 103 p. 105.
- , Baêta Vianna: cem anos, nº 104, p. 83.
- , Cérebro danificado, nº 104, p. 81.
- , Voltaire dura, nº 105, p. 76.
- , Acervo de Curt Lange fica no Brasil, nº 108, p. 83.
- , cobertura do Simpósio Pasteur: da geração espontânea à evolução molecular, nº 108, p. 8.
- , Micheline Nussenzevig. A sociedade é o juiz (entrevista com Joshua Lederberg), nº 108, p. 22.
- CENDOROGLIO, Miguel – Os processos dialíticos, nº 105, p. 36.
- CHAMAS, Claudia Inês – Competitividade: uma questão de cooperação (in encarte *Technologia*), nº 107, p. 5.
- CHIARELLO, Adriano Garcia – Os reis do barulho, nº 107, p. 70.
- CHISHOLM, Malcolm H. – Cristais líquidos organome-
- tálicos, nº 104, p. 32.
- CHRIST, George J. – A contração dos vasos sanguíneos, nº 103, p. 80.
- COCUCCI, Alfredo Elio – Sexualidade das plantas, nº 106, p. 50.
- COLE, John P. – A floresta fragmentada, nº 107, p. 10.
- CONDE, Jesús Eloy – Quando a ficção vira realidade, nº 106, p. 70.
- COPELAND, Brian – Tambor de aço musical: aspectos mecânicos, metalúrgicos, acústicos e eletrônicos, nº 108, p. 36.
- CORREA, Sônia – Desafios do Cairo, nº 104, p. 66.
- COSTA, Flávio da – A vida no sal, nº 104, p. 74.
- COSTA, Jorge – Cortes sob medida, nº 106, p. 88.
- , Remédios inteligentes, nº 104, p. 80.
- , Muito sangue derramado, nº 105, p. 80.
- , Alta tecnologia em comunicações, nº 107, p. 75.
- , Liga de múltiplas utilidades, nº 108, p. 78.
- COSTA, Vera Rita – Prêmio para 'coração inchado', nº 105, p. 83.
- , Cabos umbilicais para extração de petróleo (in encarte *Technologia*), nº 104, p. 2.
- , Plásticos: a caminho da reciclagem (in encarte *Technologia*), nº 107, p. 9.
- COUTINHO, Luciano – A competitividade da indústria brasileira (in encarte *Technologia*), nº 104, p. 7.
- CUNHA NETO, Edécio – A doença reumática do coração, nº 103, p. 19.
- CURY, Luiz A. – Dispositivos eletrônicos em escala atômica, nº 106, p. 40.
- DAYRELL, Ilda O. – Minas de mel, nº 108, p. 26.
- DINIZ FILHO, José Alexandre – Abelhas africanizadas nos anos 90, nº 106, p. 73.
- DRAIBE, Sérgio – Os processos dialíticos, nº 105, p. 36.
- , Transplantes renais no Brasil, nº 105, p. 48.
- EL-SABBAN, Marvan – A contração dos vasos sanguíneos, nº 103, p. 80.

- ESBÉRARD, Carlos Eduardo Lustosa – Morcego: uma vítima das superstições, nº 105, p. 71.
- ESQUIVEL, Darci Motta de Souza – Orientação magnética em formigas, nº 106, p. 7.
- FALCÃO, Eliane Brígida Morais – O que é pensar cientificamente?, nº 104, p. 17.
- FERNANDES, Patrícia Dias – Óxido nítrico e sistema cardiovascular, nº 103, p. 8.
- FERNANDES, Wilson – Os tumores vegetais e seu impacto nas plantas, nº 108, p. 29.
- FERREIRA, Edna – Poluição em ambientes fechados, nº 106, p. 86.
- , Saúde na pré-história, nº 108, p. 81.
- FERREIRA, Ricardo – (resenha de *Os herdeiros de Darwin* de Marcel Blanc), nº 106, p. 15.
- FERREIRA, Roberto Leal – (resenha de *Ciência e as ciências* de Gilles-Gaston Granger), nº 104, p. 11.
- FIGUEIREDO, Maria Raquel – Produtos naturais da Amazônia, nº 108, p. 65.
- FISHMAN, Glenn I. – Medicina molecular em cardiologia, nº 103, p. 66.
- FLANZER, Vivian – Da Ilha de Rodas para Copacabana: imigrantes sefaradis no Rio de Janeiro, nº 106, p. 30.
- FOWLER, Harold – Canibalismo entre insetos, nº 104, p. 16.
- GARCIA, Eloi S. – Radicais livres e envelhecimento, nº 105, p. 15.
- GAY, Derek – Tambor de aço musical: aspectos mecânicos, metalúrgicos, acústicos e eletrônicos, nº 108, p. 36.
- GOLDBERG, Anna Carla – A doença reumática do coração, nº 103, p. 19.
- GOMES, Anderson S. L. – *Lasers* sem cavidades, nº 107, p. 68.
- GOMES, Marcelo A. F. – Poliedros parcimoniosos, nº 105, p. 20.
- GOTTlieb, Otto R. – Produtos naturais da Amazônia, nº 108, p. 65.
- GUILHERME, Luiza – A doença reumática do coração, nº 103, p. 19.
- GUIMARÃES, Reinaldo – José Monserrat Filho, Arnaldo Nogueira, Cássio Leite Vieira, Yonne Leite. A volta dos Laboratórios Associados, agora com apoio explícito de FHC (entrevista com Moisés Nussenzevig), nº 106, p. 18.
- HENINI, Mohamed – Dispositivos eletrônicos em escala atômica, nº 106, p. 40.
- IMBERT, Clement – Tambor de aço musical: aspectos mecânicos, metalúrgicos, acústicos e eletrônicos, nº 108, p. 36.
- KALLI, Jorge – A doença reumática do coração, nº 103, p. 19.
- KAPLAN, Maria Auxiliadora C. – Produtos naturais da Amazônia, nº 108, p. 65.
- KRIEGER, Eduardo M. – Hipertensão arterial, nº 103, p. 76.
- KAREZ, Claudia S. – Algas e poluição por metais, nº 105, p. 21.
- KOVER, Werner Bruce – Carbocátions e superácidos no caminho do Prêmio Nobel, nº 105, p. 6.
- KRIEGER, José Eduardo – Hipertensão arterial, nº 103, p. 76.
- LAHR, Marta Mirazón – (resenha de *Apenas mais uma espécie única* de Robert Foley), nº 106, p. 14.
- LANNA, Marcos – O Rei Português e os Engenhos Nordestinos, nº 107, p. 44.
- LAVINAS, Lena – O Brasil e as desigualdades regionais: os debates na revisão constitucional, nº 107, p. 30.
- LEITE, Yonne – José Monserrat Filho, Arnaldo Nogueira, Cássio Leite Vieira, Reinaldo Guimarães. A volta dos Laboratórios Associados, agora com apoio explícito de FHC (entrevista com Moisés Nussenzevig), nº 106, p. 18.
- LEONARDO, Ana Maria Costa – A arma do futuro contra os cupins, nº 105, p. 69.
- LIMA, Denise Flores – Roça caçara: uma sistema 'primitivo' auto-sustentável, nº 104, p. 44.
- LODI, Liliane – Os golfinhos e o turismo, nº 105, p. 62.
- MACAMBIRA, Simone Garcia – Lúpus neonatal, nº 103, p. 99.
- MACIEL, Arthur K. A. – O quark *top*, nº 108, p. 70.
- MACIEL, Kátia – Remédios inteligentes, nº 104, p. 80.
- MAGINA, Manoel A. – O Brasil e as desigualdades regionais: os debates na revisão constitucional, nº 107, p. 30.
- MALASPINA, Osmar – Abelhas africanizadas nos anos 90, nº 106, p. 73.
- MARIATH, Jorge Ernesto de Araujo – Sexualidade das plantas, nº 106, p. 50.
- MARMORI, Margareth – cobertura do 40º Congresso Nacional da SBG, nº 104, p. 84.
- , Espionagem química, nº 105, p. 82.
- , Será que vai chover?, nº 105, p. 74.
- , Feijão do Pará, nº 107, p. 73.
- , Pantanal na rota da encefalite, nº 107, p. 79.
- , Aglomerado de bagaço de cana, (in encarte Tecnologia), nº 107, p. 2.
- , História das rochas, nº 108, p. 86.
- , Ennio Candotti. Educação: tarefa de todos (entrevista com Murílio Hingel), nº 104, p. 22.
- MASSARANI, Luiza – cobertura do Instituto do Coração, nº 103, p. 106.
- , Branco *versus* índio, nº 105, p. 84.
- , Brasil na era dos biomateriais, nº 105, p. 84.
- , Uma nova visão do sol, nº 105, p. 78.
- , Raio X da Amazônia, nº 106, p. 80.
- , Cruzada contra o mercúrio, nº 106, p. 87.
- , Dinossauros do Maranhão, nº 107, p. 77.
- , cobertura do Simpósio Pasteur: da geração espontânea à evolução molecular, nº 108, p. 8.
- , Micheline Nussenzevig. O terreno das hipóteses (entrevista com François Jacob), nº 108, p. 16.
- , Micheline Nussenzevig, Ricardo Zorzeto. Em defesa da privacidade genética (entrevista com Walter Gilbert), nº 108, p. 20.
- MASSARONI, Leila – Efeitos tóxicos do mercúrio sobre o miocárdio, nº 103, p. 14.
- MASUDA, Masako O. – Coração, uma bomba movida a eletricidade, nº 103, p. 28.
- , A 'agonia' de um coração com Chagas, nº 103, p. 44.
- , Alterações elétricas do coração infartado, nº 103, p. 54.
- MEYER, Diogo – Novas datações reanimam o debate sobre as origens humanas, nº 105, p. 16.
- MILL, José Geraldo – Infarto do miocárdio, nº 103, p. 48.
- MOLION, Luiz Carlos Baldicero – Aquecimento Global, nº 107, p. 20.
- MONSERRAT FILHO, José – Como pôr um satélite na órbita geoestacionária?, nº 104, p. 73.
- , Atualização da política espacial, nº 106, p. 62.
- , Reinaldo Guimarães, Cássio Leite Vieira, Arnaldo Nogueira, Yonne Leite. A volta dos Laboratórios Associados, agora com o apoio explícito de FHC (entrevista com Moisés Nussenzevig), nº 106, p. 18.
- MOORE, Lisa K. – A contração dos vasos sanguíneos, nº 103, p. 80.
- MOREIRA, Ildeu de Castro – O cordel e a divulgação científica, nº 104, p. 76.
- , O legado de Lavoisier, nº 105, p. 30.
- , Um balanço histórico das ciências no Brasil, (resenha de *As ciências no Brasil* org. Fernando de Azevedo), nº 108, p. 32.
- MOTA, Claudio J. A. – Carbocátions e superácidos no caminho do Prêmio Nobel, nº 105, p. 6.
- MOUTINHO, Paulo R. S. – Acabar com a saúva, mas nem tanto, nº 106, p. 10.
- MUNIZ, Marise – Tudo começou com Zerbini, nº 103, p. 105.
- , cobertura do Instituto do Coração, nº 103, p. 108.
- , cobertura da IX Reunião da Fesbe, nº 104, p. 90.
- , Inimigos do colesterol, nº 105, p. 85.
- , Úlcera induzida, nº 106, p. 84.
- , Os eternos errantes, nº 108, p. 88.
- , Transplantes no Brasil: entre a rejeição e a falta de órgãos (entrevista com Jorge Kalil), nº 105, p. 26.
- , cobertura do Simpósio Pasteur: da geração espontânea à evolução molecular, nº 108, p. 8.
- , Micheline Nussenzevig, Roberto B. de Carvalho. A sociedade é o juiz (entrevista com Joshua Lederberg), nº 108, p. 22.
- NASCIMENTO, José Hamilton Matheus – A 'agonia' de um coração com Chagas, nº 103, p. 44.
- NEVES, Luís Felipe da Silva – (resenha de *Visões do Golpe*, de Maria Celina D'Araújo, Gláucio Ary Dillon Soares, Celso Castro (in. tr. e org.)), nº 107, p. 17.
- NEVES, Walter – Novas datações reanimam o debate sobre as origens humanas, nº 105, p. 16.
- , Reescrevendo a história evolutiva do homem, nº 107, p. 6.
- NICOLACI, Luiz – Grande Muralha no Céu do Sul, nº 107, p. 14.
- NOGUEIRA, Arnaldo – José Monserrat Filho, Cássio Leite Vieira, Yonne Leite, Reinaldo Guimarães. A volta dos Laboratórios Associados, agora com o apoio explícito de FHC (entrevista com Moisés Nussenzevig), nº 106, p. 18.
- NOGUEIRA, José Carlos – Atividade testicular do gambá *D. Albigentris*, nº 106, p. 12.
- NOGUEIRA, Paulo Cesar Koch – Insuficiência renal crônica, nº 105, p. 38.
- NUSSENZEIG, Micheline – cobertura do Simpósio Pasteur: da geração espontânea à evolução molecular, nº 108, p. 8.
- , Luiza Massarani. O terreno das hipóteses (entrevista com François Jacob), nº 108, p. 16.
- , Luiza Massarani, Ricardo Zorzeto. Em defesa da privacidade genética (entrevista com Walter Gilbert), nº 108, p. 20.
- , Marise Muniz, Roberto B. de Carvalho. A sociedade

é o juiz (entrevista com Joshua Ledeborg), nº 108, p. 22.

OLIVEIRA, Edilamar M. – Efeitos tóxicos do mercúrio sobre o miocárdio, nº 103, p. 14.

OLIVEIRA, Rogério Ribeiro de – Roça caiçara: um sistema 'primitivo' auto-sustentável, nº 104, p. 44.

ORLANDO, Heloisa Helena – A floresta fragmentada, nº 107, p. 10.

PAES, João Tadeu Ribeiro – Cola biológica, nº 105, p. 66.

PASSOS, Afonso Dinis Costa – Epidemia: uma questão para a física?, nº 108, p. 44.

PEDRO, Arthur – Bens culturais renováveis, nº 107, p. 74.

PELLEGRINI, Paulo – Grande Muralha no Céu do Sul, nº 107, p. 14.

PESSOA, Marlília – Novos rumos da cardiologia (entrevista com José Eduardo Moraes Rego Sousa), nº 103, p. 100.

–, Tecnologia nacional em bioengenharia, nº 103, p. 103.

PFEIFFER, Wolfgang C. – Algas e poluição por metais, nº 105, p. 21.

PIEGAS, Leopoldo Soares – Estudos multicêntricos, nº 103, p. 16.

PINTO, José Carlos – Por que a indústria de plásticos não precisa ter medo do caos, nº 105, p. 52.

PITANGUY, Jacqueline – Desafios do Cairo, nº 104, p. 66.

POMERANTZEFF, Pablo – A doença reumática do coração, nº 103, p. 19.

PUTILINA, Elena F. – Cristais líquidos organometálicos, nº 104, p. 32.

QUEIROZ, Gualter Funk de – Atividade testicular do gambá *D. Albigentris*, nº 106, p. 12.

RAMOA, Ary S. – Eletrofisiologia da árvore dendrítica, nº 104, p. 6.

RAMOS, Oswaldo L. – Transplantes renais no Brasil, nº 105, p. 48.

RAW, Isaias – Pesquisa científica *versus* Pesquisa tecnológica, nº 106, p. 68.

RENESTO, Guilherme – A doença reumática do coração, nº 103, p. 19.

REZENDE, Sérgio M. – O reconhecimento custou mas chegou, nº 105, p. 4.

RODRIGUES, Vanderlei – Cola biológica, nº 105, p. 66.

ROSA, Luiz Pinguelli – (resenha de Acaso e Caos de David Ruelle), nº 107, p. 17.

ROSSONI, Luciana V. – Efeitos tóxicos do mercúrio sobre o miocárdio, nº 103, p. 14.

SAAD, Edson A. – Angioplastia coronária: possibilidades e limitações, nº 103, p. 58.

SALEM, Helena – Um reencontro necessário, nº 105, p. 11.

SAMPAIO, Ivan Barbosa Machado – Minas de mel, nº 108, p. 26.

SAMPAIO, Patrícia Delamônica – Roça caiçara: um sistema 'primitivo' auto-sustentável, nº 104, p. 44.

SANTANA, Cesar Costapinto – Separando proteínas com bolhas e espumas, (in encarte Tecnologia), nº 107, p. 4.

SANTOS, Claudia B. dos – Epidemia: uma questão para a física?, nº 108, p. 44.

SIGULEM, Daniel – Transplantes renais no Brasil,

ARTIGOS

Agonia de um coração com Chagas, A, por José Hamilton Matheus Nascimento, Masako O. Masuda e Antonio Carlos Campos de Carvalho, nº 103, p. 44.

Alterações elétricas do coração infartado, por Lucianne Claudia Barcellos e Masako O. Masuda, nº 103, p. 54.

Angioplastia coronária: possibilidades e limitações, por Edson A. Saad, nº 103, p. 58.

(Antropologia) Dependências e privilégios no Brasil Colônia: notas para uma antropologia da história, por Marcos Lanna, nº 107, p. 44.

(Botânica) Sexualidade das plantas, por Alfredo Elio Cacucci e Jorge Ernesto de Araujo Mariath, nº 106, p. 50.

Brasil e as desigualdades regionais, O: os debates na revisão constitucional, por Lena Lavinas e Manoel A. Magina, nº 107, p. 30.

Caos, Por que a indústria de plásticos não precisa ter medo do, por José Carlos Pinto, nº 105, p. 52.

Cardiologia, Medicina molecular em, por Glenn I. Fishman, nº 103, p. 66.

Chagas, A agonia de um coração com, por José Hamilton Matheus Nascimento, Masako O. Masuda e Antonio Carlos Campos de Carvalho, nº 103, p. 44.

Contração dos vasos sanguíneos, A, por George J. Christ, Marvan El-Sabban, Lisa K. Moore e David C. Spray, nº 103, p. 80.

(Coração) Processos de contração miocárdica, Os, por Dalton V. Vassallo e Ivanita Stefanon, nº 103, p. 38.

Coração, uma bomba movida a eletricidade, por Masako O. Masuda, nº 103, p. 28.

Cristais líquidos organometálicos, por Malcolm H. Chisholm e Elena F. Putilina, nº 104, p. 32.

Da Ilha de Rodes para Copacabana: Imigrantes Sefaradis no Rio de Janeiro, por Vivian Flanzer, nº 106, p. 30.

Dependências e privilégios no Brasil Colônia: notas para uma antropologia da história, por Marcos Lanna, nº 107, p. 44.

Dispositivos eletrônicos em escala atômica, por Eduardo C. Valadares, Luiz A. Cury e Mohamed Henini, nº 106, p. 40.

(Feito estufa), Um século e meio de aquecimento global, por Luiz Carlos Baldicero Molion, nº 107, p. 20.

Epidemia: uma questão para a física?, Claudia B. dos Santos, Afonso Dinis Costa Passos, Marco Antonio A. da Silva, Antonio Caliri, nº 108, p. 44.

Hipertensão arterial, por José Eduardo Krieger e Eduardo M. Krieger, nº 103, p. 76.

(Infarte) Alterações elétricas do coração infartado, por Lucianne Claudia Barcellos e Masako O. Masuda, nº 103, p. 54.

Infarto do miocárdio, por José Geraldo Mill, nº 103, p. 48.

Insuficiência renal crônica, por Paulo Cesar Koch Nogueira e João Tomás de Abreu Carvalhaes, nº 105, p. 38.

(Judeus), Da Ilha de Rodes para Copacabana: imigrantes sefaradis no Rio de Janeiro, por Vivian Flanzer, nº 106, p. 30.

Medicina molecular em cardiologia, por Glenn I.

- Fishman, nº 103, p. 66.
- Neutrinos solares, Carlos A. Bertulani, nº 108, p. 52.
- Por que a indústria de plásticos não precisa ter medo do caos, por José Carlos Pinto, nº 105, p. 52.
- Processos de contração miocárdica, Os, por Dalton V. Vassallo e Ivanita Stefanon, nº 103, p. 38.
- (Revisão constitucional), Brasil e as desigualdades regionais, O, por Lena Lavinas e Manoel A. Magina, nº 107, p. 30.
- (Rim) Insuficiência renal crônica, por Paulo Cesar Koch Nogueira e João Tomás de Abreu Carvalhaes, nº 105, p. 38.
- (Rim) Processos dialíticos, Os, por Sérgio Draibe, Miguel Cendoroglo, Maria Eugênia Fernandes Canziani, Aluizio Barbosa de Carvalho e Horácio Ajzen, nº 105, p. 36.
- (Rim) Transplantes renais no Brasil, por Ricardo Sesso, Meide S. Anção, Daniel Sigulem, Sérgio Draibe e Oswaldo L. Ramos, nº 105, p. 42.
- Rocha caçara: um sistema 'primitivo' auto-sustentável, por Rogério Ribeiro de Oliveira, Denise Flores Lima, Patrícia Delamônica Sampaio, Rogério Ferreira da Silva e Daniel Di Giorgi Toffoli, nº 104, p. 44.
- (Sol) Neutrinos solares, Carlos A. Bertulani, nº 108, p. 52.
- Tambor de aço musical: aspectos mecânicos, metalúrgicos, acústicos e eletrônicos, nº 108, p. 36.
- Transplantes renais no Brasil, por Ricardo Sesso, Meide S. Anção, Daniel Sigulem, Sérgio Draibe e Oswaldo L. Ramos, nº 105, p. 48.
- Um século e meio de aquecimento global, por Luiz Carlos Baldicero Molion, nº 107, p. 20.
- Atividade testicular do gambá *D. Albigentris*, por Gualter Funk de Queiroz e José Carlos Nogueira, nº 106, p. 12.
- Atualização da política espacial, por José Monserrat Filho, nº 106, p. 62.
- Avaliação dos Institutos de Pesquisa do Ministério de Ciência e Tecnologia, nº 107, p. 52.
- Bens culturais renovados, por Arthur Pedro, nº 107, p. 74.
- Bezerros de proveta (cobertura do 40º Congresso Nacional da SBG), por Margareth Marmorì, nº 104, p. 88.
- Bioengenharia desenvolve coração artificial (cobertura Instituto do Coração), por Luiza Massarani, Marise Muniz, nº 103, p. 111.
- (Bioinseticidas), Espionagem química, por Margareth Marmorì, nº 105, p. 82.
- (Bioquímica), Separando proteínas com bolhas e espumas, (in encarte Tecnologia), Cesar Costapinto Santana, nº 107, p. 4.
- Bomba e sua regulação, A: frequência e ritmo, por Dalton V. Vassallo, Ivanita Stefanon, José Geraldo Mill, nº 103, p. 11.
- Cabos umbilicais para extração de petróleo, (in encarte Tecnologia), por Vera Rita Costa, nº 104, p. 2.
- Células epitelióides e granuloma (cobertura da XI Reunião da Fesbe), por Marise Muniz, nº 104, p. 95.
- (Ciganos) Os eternos errantes, por Marize Muniz, nº 108, p. 88.
- Colesterol, Inimigos do, por Marise Muniz, nº 105, p. 85.
- Competitividade da indústria brasileira, A, (in encarte Tecnologia), por Luciano Coutinho, nº 104, p. 7.
- Competitividade: uma questão de cooperação, (in encarte Tecnologia), por Adelaide Maria Coelho Baêta, Claudia Inês Chamas, nº 107, p. 5.
- Controle da pressão arterial, por Elisardo Corral Vasquez, nº 103, p. 6.
- Coração da criança, O, por Rosa Célia P. Barbosa, nº 103, p. 96.
- (Coração), Óxido nítrico e sistema cardiovascular, por Patrícia Dias Fernandes e Jamil Assreuy, nº 103, p. 8.
- (Coração) Antivírus pode reduzir restenose, por Antonio Carlos Campos de Carvalho, nº 103, p. 5.
- (Coração) Bomba e sua regulação, A: frequência e ritmo, por Dalton V. Vassallo, Ivanita Stefanon, José Geraldo Mill, nº 103, p. 11.
- Cortes sob medida, por Jorge Costa, nº 106, p. 88.
- Cruzada contra o mercúrio, por Luisa Massarani, nº 106, p. 87.
- (Desmatamento), Floresta fragmentada, A, por John P. Cole, Heloisa Helena Orlando, nº 107, p. 10.
- Dinossauros do Maranhão, por Luisa Massarani, nº 107, p. 77.
- Doença reumática do coração, A, por Luiza Guilherme, Anna Carla Goldberg, Wagner Weidebach, Guilherme Renesto, Edécio Cunha Neto, Rachel Snitcowsky, Pablo Pomerantzeff, Jorge Kalil, nº 103, p. 19.
- (Ecologia), Raio X da Amazônia, por Luisa Massarani, nº 106, p. 80.
- Economia em *software* (cobertura Instituto do Coração), por Luiza Massarani, Marise Muniz nº 103, p. 109.
- (Economia), A competitividade da indústria brasileira, (in encarte Tecnologia), por Luciano Coutinho, nº 104, p. 7.
- Efeitos tóxicos do mercúrio sobre o miocárdio, por Dalton V. Vassallo, Leila Massaroni, Edilamar M. Oliveira, Sandra Maria C. Amaral, Luciana V. Rossoni, nº 103, p. 14.
- Em que mares navega o robô da Petrobrás?, (in encarte Tecnologia), por Andréia M. G. Vilhena, nº 104, p. 13.
- Encefalite, Pantanal na rota da, por Margareth Marmorì, nº 107, p. 79.
- Espionagem química, por Margareth Marmorì, nº 105, p. 82.
- Estudos multicêntricos, por Leopoldo Soares Piegas, nº 103, p. 16.
- Eternos errantes, Os, por Marize Muniz, nº 108, p. 88.
- Feijão do Pará, por Margareth Marmorì, nº 107, p. 73.
- (Felinos brasileiros) Vida longa e próspera, por Ricardo Zorzeto, nº 108, p. 79.
- Fim da Era Vargas, O, Luiz Werneck Vianna, nº 108, p. 74.
- Floresta fragmentada, A, por John P. Cole, Heloisa Helena Orlando, nº 107, p. 10.
- Fomigas, Orientação magnética em, por Darci Motta de Souza Esquivel, nº 106, p. 7.
- Gambá *D. Albigentris*, Atividade testicular do, por Gualter Funk de Queiroz e José Carlos Nogueira, nº 106, p. 12.
- (Geocronologia) A história das rochas, por Margareth Marmorì, nº 108, p. 86.
- Grande Muralha no Céu do Sul, por Paulo Pellegrini, Luiz Nicolaci, nº 107, p. 14.
- História das rochas, A, por Margareth Marmorì, nº 108, p. 86.
- Impressão digital do sistema imune (cobertura da XI Reunião da Fesbe), por Marise Muniz, nº 104, p. 90.
- (Índios), Música dos índios Yekuana, A, por Julieta Souza Silva, nº 106, p. 77.
- Informação ao alcance das mãos, A (cobertura Instituto do Coração), Luiza Massarani, Marise Muniz, nº 103, p. 108.
- Inimigos do colesterol, por Marise Muniz, nº 105, p. 85.
- Institutos de Pesquisa do Ministério de Ciência e Tecnologia, Avaliação dos, nº 107, p. 52.
- (Irrigação), Pequena irrigação no Nordeste: algumas preocupações, A, por João Suassuna, nº 104, p. 38.
- Lasers* sem cavidades, por Anderson S. L. Gomes, nº 107, p. 68.
- Liga de múltiplas utilidades, por Jorge Costa, nº 108, p. 78.
- Úpus neonatal, por Simone Garcia Macambira, nº 103, p. 99.
- (Macacos) Os reis do barulho, por Adriano Garcia Chiarello, nº 107, p. 70.
- Marcapasso em feto (cobertura Instituto do Coração), por Luiza Massarani, Marise Muniz, nº 103, p. 106.
- Medicamentos importados (cobertura Instituto do Coração), por Luiza Massarani, Marise Muniz, nº 103, p. 108.

SEÇÕES

- Abelhas africanizadas nos anos 90, por José Alexandre Diniz Filho e Osmar Malaspina, nº 106, p. 73.
- (Abelhas), Quando a ficção vira realidade, por Jesús Eloy Conde, nº 106, p. 70.
- Acabar com a saúva, mas nem tanto, por Paulo R. S. Moutinho, nº 106, p. 10.
- Acasalamento seguro (cobertura do 40º Congresso Nacional da SBG), por Margareth Marmorì, nº 104, p. 86.
- Aço indiano, Marta Vannucci, nº 108, p. 67.
- Aglomerado de bagaço de cana, (in encarte Tecnologia), por Margareth Marmorì, nº 107, p. 2.
- Alta tecnologia em comunicações, por Jorge Costa, nº 107, p. 75.
- (Amazônia) Produtos naturais da Amazônia, Maria Auxiliadora Kaplan, Maria Raquel Figueiredo, Otto R. Gottlieb, nº 108, p. 65.
- Anéis de interferência e a precisão das medidas de Newton, Os, por Walter Baltensperger, nº 106, p. 6.
- Antivírus pode reduzir restenose, por Antonio Carlos Campos de Carvalho, nº 103, p. 5.
- Arroz à brasileira (cobertura do 40º Congresso Nacional da SBG), por Margareth Marmorì, nº 104, p. 84.
- (Astronomia), Grande Muralha no Céu do Sul, por Paulo Pellegrini, Luiz Nicolaci, nº 107, p. 14.

(Medicamentos) Estudos multicêntricos, por Leopoldo Soares Piegas, nº 103, p. 16.

Mel, Minas de, Esther M. Bastos, Ilda O. Dayrell, Mitzi Brandão, Ivan Barbosa Machado Sampaio, nº 108, p. 26.

(Mercúrio), Efeitos tóxicos, por Dalton V. Vassalo, Leila Massaroni, Edilamar M. Oliveira, Sandra Maria C. Amaral, Luciana V. Rossoni, nº 103, p. 14.

Mercúrio, Cruzada contra o, por Luisa Massarani, nº 106, p. 87.

Minas de mel, Esther M. Bastos, Ilda O. Dayrell, Mitzi Brandão, Ivan Barbosa Machado Sampaio, nº 108, p. 26.

Música dos índios Yekuana, A, por Julieta Souza Silva, nº 106, p. 77.

Nem tudo que é natural faz bem (cobertura da XI Reunião da Fesbe), por Marise Muniz, nº 104, p. 92.

Novos fatores de risco para a aterosclerose (cobertura Instituto do Coração), por Luiza Massarani, Marise Muniz, nº 103, p. 107.

Novos rumos da cardiologia (entrevista com José Eduardo Moraes Rego Sousa), por Marília Pessoa, nº 103, p. 100.

Orientação magnética em formigas, por Darci Motta de Souza Esquivel, nº 106, p. 7.

Óxido nítrico e sistema cardiovascular, por Patrícia Dias Fernandes e Jamil Assreyu, nº 103, p. 8.

(Paleoantropologia), Reescrevendo a história evolutiva do homem, por Maria do Carmo Zanine, Walter Neves, nº 107, p. 6.

Pantanal na rota da encefalite, por Margareth Marmorí, nº 107, p. 79.

Pasteur, Simpósio: da geração espontânea à evolução molecular, por Roberto B. de Carvalho, Micheline Nussenzweig, Luiza Massarani, Marise Muniz, Ricardo Zorzeto, nº 108, p. 8.

Pequena irrigação no Nordeste: algumas preocupações, A, por João Suassuna, nº 104, p. 38.

Pesquisa científica *versus* pesquisa tecnológica, por Isaias Raw, nº 106, p. 68.

(Petróleo), Cabos umbilicais para extração de petróleo, (in encarte Tecnologia), por Vera Rita Costa, nº 104, p. 2.

(Petróleo), Em que mares navega o robô da Petrobrás?, (in encarte Tecnologia), por Andréia M. G. Vilhena, nº 104, p. 13.

Plásticos: a caminho da reciclagem (in encarte Tecnologia), por Vera Rita Costa, nº 107, p. 9.

Prêmio para 'coração inchado', por Vera Rita Costa, nº 105, p. 83.

Pressão arterial, Controle da, por Elisardo Corral Vasquez, nº 103, p. 6.

Produtos naturais da Amazônia, Maria Auxiliadora C. Kaplan, Marta Raquel Figueiredo, Otto R. Gottlieb, nº 108, p. 65.

Quando a ficção vira realidade, por Jesús Eloy Conde, nº 106, p. 70.

Quanto custa fumar?, por Hisbello S. Campos, nº 107, p. 65.

Quark top, O, Arthur K. A. Maciel, nº 108, p. 70.

Radicais livres podem acelerar a obstrução coronária (cobertura Instituto do Coração), por Luiza Massarani, Marise Muniz, nº 103, p. 110.

Raio X da Amazônia, por Luisa Massarani, nº 106,

p. 80.

(Reciclagem), Aglomerado de bagaço de cana, (in encarte Tecnologia), por Margareth Marmorí, nº 107, p. 2.

Reciclagem, Plásticos: a caminho da, (in encarte Tecnologia), por Vera Rita Costa, nº 107, p. 9.

Reescrevendo a história evolutiva do homem, por Maria do Carmo Zanine, Walter Neves, nº 107, p. 6.

Reis do barulho, Os, por Adriano García Chiarello, nº 107, p. 70.

(Ressonância magnética) Liga de múltiplas utilidades, por Jorge Costa, nº 108, p. 78.

Rugas celulares (cobertura do 40º Congresso Nacional da SBG), por Margareth Marmorí, nº 104, p. 87.

Sal, estresse e insulina (cobertura da XI Reunião da Fesbe), por Marise Muniz, nº 104, p. 93.

(Satélite), Atualização da política espacial, por José Monserrat Filho, nº 106, p. 62.

(Saúva), Acabar com a saúva, mas nem tanto, por Paulo R. S. Moutinho, nº 106, p. 10.

Separando proteínas com bolhas e espumas, (in encarte Tecnologia), Cesar Costapinto Santana, nº 107, p. 4.

Simpósio Pasteur: da geração espontânea à evolução molecular, por Roberto B. de Carvalho, Micheline Nussenzweig, Luiza Massarani, Marise Muniz, Ricardo Zorzeto, nº 108, p. 8.

Síndrome de Marfan (cobertura do 40º Congresso Nacional da SBG), por Margareth Marmorí, nº 104, p. 89.

Sonhos e resposta imune (cobertura da XI Reunião da Fesbe), por Marise Muniz, nº 104, p. 94.

Sono ativo (cobertura da XI Reunião da Fesbe), por Marise Muniz, nº 104, p. 94.

Suicídio celular (cobertura da XI Reunião da Fesbe), por Marise Muniz, nº 104, p. 91.

(Tabagismo), Quanto custa fumar?, por Hisbello S. Campos, nº 107, p. 65.

Tecnologia nacional em bioengenharia, por Marília Pessoa, nº 103, p. 103.

Tudo começou com Zerbini, por Roberto B. de Carvalho, Marise Muniz, nº 103 p. 105.

Tumores vegetais e seu impacto nas plantas, Os, Ivoneide M. Silva, Giovanna I. Andrade, Wilson Fernandes, nº 108, p. 29.

Úlcera induzida, por Marise Muniz, nº 106, p. 84.

Vargas, O Fim da Era, Luiz Werneck Vianna, nº 108, p. 74.

Vida longa e próspera, por Ricardo Zorzeto, nº 108, p. 79.

Viva a diferença! (cobertura do 40º Congresso Nacional da SBG), por Margareth Marmorí, nº 104, p. 85.

RESENHAS

A Ciência e as ciências, de Gilles-Gaston Granger, por Roberto Leal Ferreira, nº 104, p. 11.

As Ciências no Brasil, de Fernando de Azevedo, por Ildeu de Castro Moreira, nº 108, p. 32.

Acaso e Caos, de David Ruelle, por Luiz Pinguelli Rosa, nº 107, p. 18.

Amazônia: etnologia e história indígena, org. Manuela Carneiro da Cunha e Eduardo Viveiros de Castro, por Marcela S. Coelho de Souza, nº 108, p. 31.

Apenas mais uma espécie única, de Robert Foley, por Marta Mirazón Lahr, nº 106, p. 14.

Baleias, botos e golfinhos: guia de identificação para o Brasil, de Lia Hetzel e Liliâne Lodi, por Ibsen Gusmão Câmara, nº 104, p. 12.

O Doutor Benignus, de Augusto Emílio Zaluar, por Jesus de Paula Assis, nº 106, p. 17.

Os berdeiros de Darwin, de Marcel Blanc, por Ricardo Ferreira, nº 106, p. 15.

Visões do Golpe, de Maria Celina D'Araújo, Gláucio Ary Dillon Soares, Celso Castro (intr. e org.), por Luís Felipe da Silva Neves, nº 107, p. 17.

ENTREVISTAS

Adib Jatene: O rumo é a democracia e participação, por Jesus de Paula Assis, nº 103, p. 22.

François Jacob: O terreno das hipóteses, por Micheline Nussenzweig, Luiza Massarani, nº 108, p. 16.

Jorge Kalil: Transplantes no Brasil: entre a rejeição e a falta de órgãos, por Marise Muniz, nº 105, p. 26.

Joshua Lederberg: a sociedade é o juiz, por Micheline Nussenzweig, Marize Muniz, Roberto B. de Carvalho, nº 108, p. 22.

Moysés Nussenzweig: A volta dos Laboratórios Associados, agora com o apoio explícito de FHC, por José Monserrat Filho, Reinaldo Guimarães, Arnaldo Nogueira, Yonne Leite, Cássio Leite Vieira, nº 106, p. 18.

Murilo Hingel: Educação: tarefa de todos, por Ennio Candotti e Margareth Marmorí, nº 104, p. 22.

Walter Gilbert: Em defesa da privacidade genética, por Micheline Nussenzweig, Luiza Massarani, Ricardo Zorzeto, nº 108, p. 20.

José Eduardo Moraes Rego Sousa: Novos rumos da cardiologia no Brasil, por Marília Pessoa, nº 103, p. 100.

EDITORIAIS

- In cor cordis, nº 103, p. 1.
- Revistas científicas na América Latina, nº 104, p. 1.
- Corpo humano: mercadoria ou valor?, nº 105, p. 1.
- A descentralização em C&T, nº 106, p. 1.
- O ano Pasteur e a Ciência no Brasil, nº 107, p. 1.
- Não ao centralismo napoleônico, nº 108, p. 1.

ENCARTES

Tecnologia: nº 104.
Tecnologia: nº 107.

A única revista
de divulgação científica para crianças

CIÊNCIA HOJE

das crianças



jogos,
experiências,
ciência,
brincadeiras,
bichos,
contos

UMA PUBLICAÇÃO
SB
PC

São Luís do Maranhão

**A CAPITAL DA CIÊNCIA
EM JULHO DE 1995**

**Venha participar da 47ª Reunião da SBPC,
na Universidade Federal do Maranhão,
de 9 a 14 de julho próximo, com tema geral**

CIÊNCIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**Simpósios, Mesas-redondas, Conferências,
Debates, Comunicações, Cursos, Expo-Ciência,
SBPC Jovem, Jornada de Iniciação Científica,
Programação Cultural**



**Será a maior concentração de cientistas
e pesquisadores por metro quadrado**

CIÊNCIAHOJE

Vejo você no Maranhão