

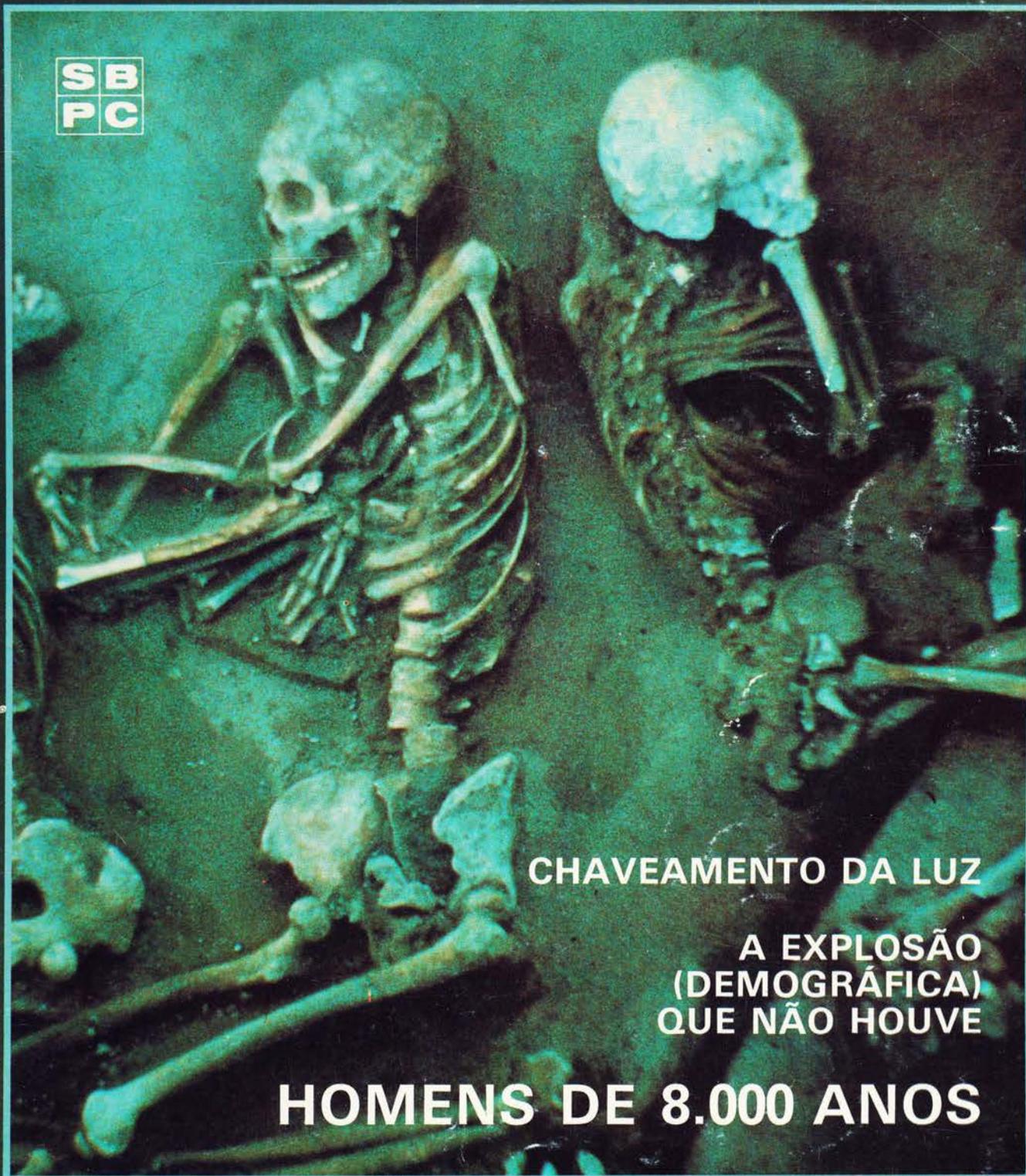
SOX
INFORMATICA

CIÊNCIAHOJE

Revista de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência Vol. 9 N° 51 Março de 1989 NCz\$ 2,50

SB
PC

Manaus e Rio Branco (via aérea) NCz\$ 3,25



CHAVEAMENTO DA LUZ

**A EXPLOSÃO
(DEMOGRÁFICA)
QUE NÃO HOUE**

HOMENS DE 8.000 ANOS



CONTAOURO AO PORTADOR.

No Banco do Brasil você ganha dinheiro sem fazer barulho.

Agora seu dinheiro pode render sem chamar a atenção de ninguém.

Já existe a Contaouro ao portador do Banco do Brasil, um fundo de curto prazo onde a sua aplicação cresce e só aparece para você.

Na Contaouro você deposita hoje e começa a lucrar amanhã.

Rendendo diariamente, a Contaouro permite retiradas em qualquer dia do mês sem perda de rendimento.

Além destas vantagens, ela tem mais uma: é garantida pelo Banco do Brasil.

Contaouro ao portador - ou nominal, se você preferir. A certeza de que o seu dinheiro vai crescer em silêncio.

CONTAOURO

 BANCO DO BRASIL



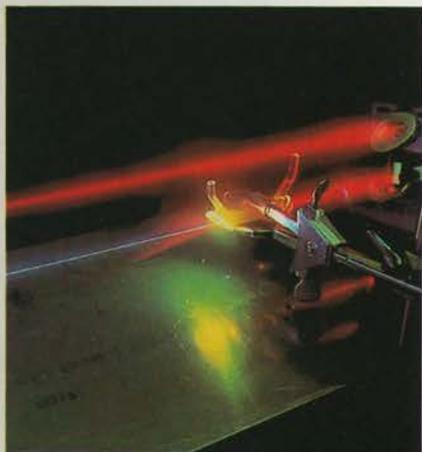
28

SURGE UM NOVO PARADIGMA INDUSTRIAL

18

Amaury Porto de Oliveira

A transnacionalização das firmas japonesas e o despontar dos novos países industrializados da Ásia são processos que transformam o Extremo Oriente em referência obrigatória para o mundo contemporâneo.



36

O MITO DA EXPLOSÃO DEMOGRÁFICA

28

George Martine

O Brasil comprimiu em algumas décadas transformações demográficas que, na Europa, demoraram de um a dois séculos. Nossa população tende a estabilizar-se por volta do ano 2050, com 240 a 250 milhões de pessoas.

OPTOELETRÔNICA ULTRA-RÁPIDA: O CHAVEAMENTO DA LUZ

36

Cid B. de Araújo

Já é possível modular um feixe de luz em menos de um bilionésimo de segundo. Os dispositivos engenhosos e os novos materiais usados para isso terão grande impacto tecnológico ainda neste fim de século.



44

QUEM MATOU O MEGATÉRIO?

44

Gustavo Politis

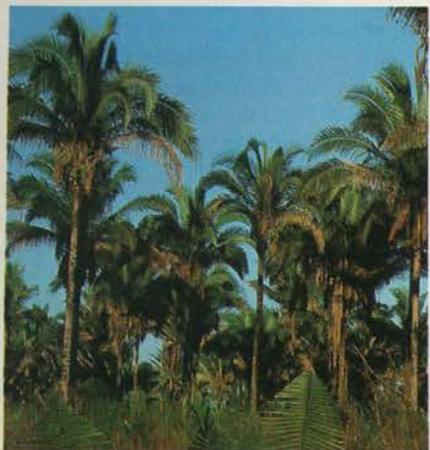
O estudo do primitivo povoamento dos pampas argentinos ganhou novo impulso com a descoberta, em um mesmo sítio arqueológico, de restos humanos, instrumentos líticos e ossos de mamíferos extintos no Pleistoceno.

NATURALISTAS ITALIANOS NO BRASIL, 1800-1850

54

Teresa Isenburg

No século XIX, estrangeiros foram responsáveis por boa parte das expedições científicas que percorreram o território brasileiro. Vandelli, Raddi, Casaretto e Oculati estavam entre eles.



8

CARTAS DOS LEITORES	2
AO LEITOR	7
TOME CIÊNCIA	8
UM MUNDO DE CIÊNCIA	14
RESENHA	26
PERFIL: LUIZ GOUVÊA LABOURIAU	60
É BOM SABER	69
HUMOR	80



GALILEU

Parabéns pelo artigo sobre Galileu e pela oportuna entrevista com Pierre Thuillier: os cientistas brasileiros precisam ouvi-lo! Aproveito para perguntar onde encontrar, em português, as obras de Galileu mencionadas.

Amílcar Guimarães, Belém

• *O Museu de Astronomia e Ciências Afins publicou recentemente, em colaboração com o Instituto Cultural Ítalo-Brasileiro, Duas Novas Ciências (uma tradução dos Discorsi) e Ciência e Fê; e sob o duplo patrocínio do Ministério de Ciência e Tecnologia e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), A mensagem das estrelas. Os livros podem ser encontrados nas livrarias e pedidos diretamente ao Museu (Rua General Bruce 586, São Cristóvão, CEP 20921, Rio de Janeiro).*

RADIOATIVIDADE E CONTROLES

Nas polêmicas provocadas desde o acidente nuclear em Goiânia faltou um ponto de vista que nos parece importante: o do pesquisador que diariamente enfrenta problemas envolvendo responsabilidades e decisões as mais diversas, desde obter e aplicar o material até desembaraçar-se dos resíduos radioativos. Na qualidade de cientistas com muitos anos de experiência com materiais radioativos e aplicações da radiação ionizante, temos profundo respeito tanto por seu potencial benéfico (controlado) quanto maléfico (não controlado). Não temos vínculo com a CNEN, mas somos afetados cotidianamente por vários aspectos dos controles que ela exerce.

Estes controles são, em tese, semelhantes aos impostos por agências fiscalizadoras governamentais dos Estados Unidos, França, Inglaterra. Mas nestes países o âmbito de ação dessas agências é limitado: nenhuma delas (ao contrário da CNEN) pode exercer controle completo sobre um número enorme de variáveis independentes, espalhadas sobre uma área geográfica imensa.

A solução prática para estes problemas de responsabilidade e fiscalização não é, a nosso ver, a criação de novas comissões. Sugerimos que os próprios usuários e as instituições a que estão filiados participem efetivamente dessa responsabilidade. Os usuários fisicamente próximos dos materiais radioativos são os mais cômicos dos riscos potenciais de sua manipulação. No nosso caso, a pesquisa acadêmica, consideramos correto assumir a responsabilidade pelo que fazemos. Não somos de opinião que a CNEN ou outra agência deva ou possa fiscalizar nossas atividades cotidianas.

No entanto, deve haver alguém que a qualquer momento saiba quem trabalha com que radioisótopo, em que quantidade e onde. Esse nível imediatamente superior de responsabilidade caberia à instituição (em nosso caso, a universidade) e seria exercido por funcionários qualificados e equipados para tal função, capazes também de atuar com prontidão no caso de acidentes. Eles deveriam: (1)

manter um registro de todos os materiais radioativos que se encontram na instituição e de seus usuários; (2) controlar os dosímetros e os níveis gerais de radiação; e (3) servir de intermediários entre os usuários e as agências estaduais ou federais, acionando as autoridades superiores em casos que ultrapassem sua capacidade de atuação. No caso de hospitais e clínicas, essas funções seriam exercidas por um especialista em física médica ou, na falta deste, por um setor sanitário da região, claramente definido.

Com relação à fiscalização das atividades da própria CNEN, pouco acrescentaríamos ao editorial 'Goiânia: quem fiscaliza os fiscais?' (*Ciência Hoje* n.º 36): este controle deve ser exercido pela sociedade, através do Congresso nacional, assistido pelas entidades indicadas naquele editorial. Porém o que nos preocupa é a função da CNEN como órgão fiscalizador de tudo que diz respeito ao uso de material radioativo no país. A nosso ver, a responsabilidade principal da CNEN consiste no licenciamento do usuário. Devem ser estabelecidas e aplicadas normas claras quanto à competência, experiência e responsabilidade do usuário principal de cada unidade no uso de material radioativo.

Propomos também a instalação em todas as instituições que usam materiais radioativos de um sistema de comunicação de máxima urgência para o caso de acidentes. O usuário deve ter acesso imediato ao serviço de controle, tanto em horário normal quanto fora do expediente, para obter orientação e auxílio. Da mesma forma, uma linha semelhante deve estar sempre aberta na CNEN para o usuário ou o serviço de controle com um plantão sempre disponível. A responsabilidade do usuário, a nossa responsabilidade pessoal, é de termos nossas operações sob nosso controle, certos de que nós e nossos colaboradores usamos materiais, equipamentos e técnicas apropriados para a aplicação segura e proveitosa dos materiais radioativos. Nós consideramos a nossa responsabilidade como uma obrigação legal e moral para mantermos um nível elevado de consciência e cuidado nas operações cotidianas.

Rachel Lewinsohn, Carol H. Collins e Kenneth E. Collins, Universidade Estadual de Campinas

TRAIÇÃO

Lendo o n.º 48 de *Ciência Hoje* fiquei impressionado com o idealismo e o interesse dos leitores pelo famoso livro de S. Hawking, *Uma breve história do tempo*. Impressionado pelo massacre a que se verão submetidos ao receberem, apodrecido, envenenado, falsificado essencialmente na versão brasileira, o conteúdo informativo do assunto e da própria evolução do autor, encontrável no original inglês. Felizmente os senhores prometem uma orientação. Há dias enviei para esta revista um dossiê (incompleto) das aberrações inclassificáveis contidas no livrinho (na tradução).

José Nogueira Machado, Universidade Católica de Pernambuco

Envio cópia de carta dirigida à editora Rocco sobre a agressão intelectual feita à opinião pública com a 'tradução' da obra de Stephen Hawking, *Uma breve história do tempo*. São nada menos de 302 erros crassos e elementares de tradução que traem completamente o pensamento do autor, além de 412 outros erros, também de tradução, inadmissíveis numa obra científica. Pelo bem da ciência e respeito à inteligência do autor e do mundo científico brasileiro, esse livro deveria ser retirado de circulação...

Fred Solon, professor universitário, Recife

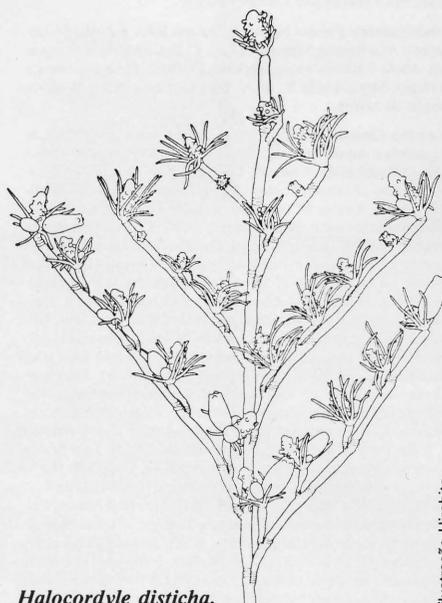
• *Atendendo aos nossos leitores, estamos publicando neste número uma resenha do livro de Hawking e um comentário específico sobre a tradução.*

SUGESTÕES

Gostaria de fazer duas críticas construtivas: (1) os encartes das reuniões anuais da SBPC podiam voltar. 'Cadê' o encarte da 40.ª Reunião?; e (2) a revista podia voltar a ter o folheto de inscrição para sócio efetivo da SBPC.

Fernando Henrique Silva, Nilópolis (RJ)

• *Os trabalhos da 40.ª Reunião da SBPC foram apresentados no corpo da revista n.º 45. Em nosso departamento comercial você encontrará os folhetos para inscrição como sócio efetivo. A anuidade atual é de 2,5 OTNs (congeladas pelo valor de janeiro).*



Halocordyle disticha.

ilustração Hirohito

HIROHITO

A imprensa nacional deu grande destaque ao falecimento do imperador Hirohito, explorando os aspectos de sua vida política e protocolar. Contudo, muito pouco foi dito sobre a personalidade do naturalista e promotor de ciências. Hirohito sentiu curiosidade por plantas e animais desde a juventude e, já em 1925 — um ano antes de se tornar Imperador do Japão —, criou o Laboratório Biológico do Palácio Imperial (Kunaicho), em Tóquio.

A princípio interessou-se pelo estudo da hereditariedade, mas mais tarde definiu-se pela classificação de plantas e animais. Costumava fazer excursões para coleta de materiais biológicos, sobretudo marinhos, que encaminhava ao museu do laboratório. Publicou vários livros, alguns em co-autoria com outros cientistas.

Hirohito dedicou-se pessoalmente ao estudo dos hidróides, um dos grandes grupos de animais marinhos. Seus estudos foram publicados pelo próprio Laboratório Biológico, de 1967 a 1988, somando oito trabalhos. Correspondia-se também com especialistas do mundo inteiro. Por experiência própria, verifiquei que o Imperador mantinha muito bem esse intercâmbio, através de seu secretário de pesquisas, Hatsuki Tsujimura. Desta forma pôde fazer estudos comparativos de hidróides provenientes de locais tão distintos como Austrália, Mar Vermelho e

Panamá. Além do alto nível dos trabalhos (que ele mesmo ilustrava), chama a atenção em Hirohito a sua modéstia: na última obra não esqueceu de mencionar sequer a ajuda prestada pelos pescadores da baía de Sagami. Os japoneses têm um forte motivo para se orgulhar da controvertida Era Showa, período de florescimento científico durante o qual o próprio Imperador deu exemplo de cientista dedicado.

Fábio Lang da Silveira, Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo

SOCIOBIOLOGIA

Sou estudante de ciências biológicas na Universidade Federal de Minas Gerais. Tenho lido algumas coisas sobre sociobiologia e certas questões chamaram-me a atenção. O tema central da sociobiologia é que o comportamento do indivíduo é determinado geneticamente, e que a sua sobrevivência não importa, mas sim a propagação de seus genes através da sua prole. Quando esses fundamentos se aplicam à tentativa de explicar o comportamento animal, não há maiores consequências. Mas quando se dirigem ao comportamento humano, surgem colocações perigosas, em que até as situações de exploração e desigualdade podem ser apresentadas como naturais.

Parece-me que explicar o comportamento humano desconsiderando as questões socioculturais é considerar que ele é determinado 'naturalmente' e, portanto, sem possibilidades de mudanças. Até hoje essas posições só levaram a concepções preconceituosas e conservadoras. Mas sei também que há adeptos da sociobiologia que não acreditam que ela leve a isso. Como leitora de *Ciência Hoje* — e acreditando que o assunto interesse a muitos outros leitores — desejaria ler um artigo que tratasse das origens da sociobiologia e de suas verdadeiras implicações ideológicas.

Marina Lobato Martins, Pedro Leopoldo (MG)

• *A sociobiologia, área de estudo relativamente nova, tem despertado muitas polêmicas, cujas bases a leitora soube tão bem expressar. Sem dúvida é um assunto atual e interessante, que certamente abordaremos em breve.*

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

Secretaria: Av. Venceslau Brás, 71, fundos, casa 27, Rio de Janeiro, CEP 22290, tels.: (021) 295-4846, 295-4442, 275-8795. Telex: (021) 36952.

Editores: Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica, UFRJ), Ennio Candotti (Instituto de Física, UFRJ), Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Roberto Lent (Instituto de Física, UFRJ), Otávio Velho (Museu Nacional, UFRJ); César Queiroz Benjamin (editor associado); Ildeu de Castro Moreira (editor convidado).

Editor Assistente: Cilene Vieira.

Conselho Editorial: Alzira Abreu (Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil, FGV), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas, UFMG), Erney P. Camargo (Instituto de Ciências Biológicas, USP), Isaac Kerstenetzky (Departamento de Economia, PUC/RJ), José C. Maia (Instituto de Química, USP), José Murilo de Carvalho (Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro), Luis Rodolpho R. Travassos (Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia, EPM), Sergio Henrique Ferreira (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP), Sergio Miceli (Departamento de Sociologia, Unicamp), Silvano Santiago (Departamento de Letras, PUC/RJ).

Secretaria de Redação: Alicia Palacios (secretária), Cláudio Costa Carvalho.

Edição de Texto: Maria Ignez Duque Estrada (editora de texto), Regina Ferreira (revisora).

Jornalismo: Alicia Ivanisevich, Luisa Massarani, Sergio Portella.

Edição de Arte: Patricia Galliez de Salles (diretora de arte), Lillian de Abreu Mota (assistente de direção), Christiane Abbade e Denise Arnizaut de Mattos (diagramadoras), Selma Azevedo (desenhista e arte-finalista), Maria Rodrigues (arte-finalista).

Administração: Elsa M. Roberto Parreira e Sônia M. de Mendonça Corrêa (gerentes), Neuzia Maria de Oliveira Soares, Carlos A. Kessler Filho, Edson Raposo Pinheiro, Jorge Lourenço M. de Carvalho, Lúcia H. Rodrigues, Pedro Paulo de Souza, Carmen Lúcia Gonçalves Leal.

Assinatura, Circulação e Expedição: Adalgisa M. S. Bahri (gerente), Afonso H. de M. Pereira (supervisor), Paulo Henrique Gonçalves Fonseca (programador), M. Lucia da G. Pereira (secretária), Moisés V. dos Santos (chefe de expedição), Carlos Henrique C. Maurity, Daniel Vieira dos Santos, Delson Freitas, Janair do Nascimento Fonseca, José A. Vianna, José Correia da Silva, Marly Onorato, Maria do Rosário, Manoel Antonio Grozima Aguiar, Ricardo Francisco Alves, Valmir Narciso Vidal. Tel.: (021) 270-0548.

Departamento Comercial: Alvaro Roberto S. Moraes (gerente), Irani F. Araújo (secretária).

Encarte Infantil (bimestral): Guaracira Gouvêa (coordenadora), Ângela R. Vianna (editora de texto), Gian Calvi (diretor de arte).

Capa: Foto cedida por Gustavo Politis.

Colaboradores: Fátima Nóbrega, Wilson Racy e Ziraldo (ilustração); Ana Regina Nogueira e Luiz Claudio Marigo (fotografia); Alicia Palacios (pesquisa iconográfica); Elisa Sankuevitz (revisão); Maria Luiza X. de A. Borges e Vera Maria Whately (edição de texto).

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração, UFRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas, USP), B. Boris Vargaftig (Instituto Pasteur, França), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica, UFRJ), Carlos M. Morel (Fundação Oswaldo Cruz), Carolina Bori (Instituto de Psicologia, USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia, Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito, USP), Darcy Ribeiro (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, UFRJ), Elinaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia, EPM), Fernando Gallembek (Instituto de Química, Unicamp), Francisco Welfort (Faculdade de Filosofia, USP), Gilberto Velho (Museu Nacional, UFRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia, Universidade Santa Ursula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José Antonio Freitas Pacheco (Instituto Astronômico e Geofísico, USP), José Goldenberg (Instituto de Física, USP), José Reis (SBPC), José Ribeiro do Valle (Departamento de Farmacologia, EPM), José Seixas Lourenço (Instituto de Geociências, UFPA), Leopoldo Nachbin (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Luis de Castro Martins (Rio Data Centro, PUC/RJ), Mauricio Mattos Peixoto (Academia Brasileira de Ciências), Miguel Covian (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP), H. Moyses Nussenzveig (Departamento de Física, PUC/RJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética, UFPR), Oscar Sala (Instituto de Física, USP), Osvaldo Porchat Pereira (Centro de Física, Unicamp), Otávio Elísio Alves de Brito (Instituto de Geociências, UFMG), Pedro Malan (Departamento de Economia, PUC/RJ), Ricardo Ferreira (Departamento de Química Fundamental, UFPE), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico, USP), Telmo Silva Araujo (Departamento de Engenharia Elétrica, UFPB), Warwick E. Kerr (Departamento de Biologia, UFMA).

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado, Roberto Barros de Carvalho, Marise Souza Muniz — Depto. de Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas, UFMG. Caixa Postal 2486, CEP 31160, tel.: (031) 443-5346.

Sucursal Brasília: Maria Lucia Maciel, Luiz Martins — Depto. de Sociologia, UnB — ICC — Ala Centro — Campus Universitário — 70910 — Brasília, tel.: (061) 273-6571.

Sucursal Curitiba: Glaci Zancan, Myriam Regina Del Vecchio de Lima — Travessa Alfredo Bufrem, 140, subsolo, CEP 80020, tel.: (041) 233-8619.

Sucursal Florianópolis: Walter Celso Lima, Vania Aparecida Mattoso — UFSC, Caixa Postal, 476, CEP 88049, tels.: (0482) 33-9594, telex: (0482) 240.

Sucursal Porto Alegre: Edmundo Kanan Marques, José Secundino da Fonseca — Travessa Luiz Englert, s/nº — Prédio 20 — Sala 09 — Campus Central da UFRGS — CEP 90040, tel.: (0512) 27-5529.

Sucursal Recife: Sergio M. Rezende, Marly Sylvia Fonseca Magalhães, Cristina Teixeira V. de Mello, Luiz Antonio A. da Costa Pinto (estagiários) — Praça das Cinco Pontas, 321, 1º andar, São José, CEP 50020, tel.: (081) 224-8511.

Sucursal São Carlos: José Albertino Rodrigues, José G. Tundisi, Dietrich Schiel, Yvonne P. Mascarenhas, Nelson Studart Filho, Carlos D'Alkaine — Coordenadoria de Divulgação Científica e Cultural, IFQSC, USP, rua Nove de Julho, 1.227, CEP 13560, tel.: (0162) 72-4600.

Sucursal São Paulo: José Carlos C. Maia, Vera Rita da Costa, Wilson Racy Jr., Gláucio Climerio Lobão — Av. Professor Luciano Gualberto, 374 — Antigo Prédio da Reitoria, Cidade Universitária, CEP 05508, tel.: (011) 814-6656 e 813-6944 ramal 446.

Sucursal Vale do Paraíba: João Steiner, Fabiola de Oliveira — Av. dos Astronautas, 1.758, Caixa Postal 515, CEP 12201, São José dos Campos (SP), tel.: (0123) 22-9977 ramal 364.

Correspondente em Buenos Aires: Revista *Ciencia Hoy*, Corrientes 2835 — Cuerpo A — 5º "A" — (1193) Capital Federal — tel.: (00541) 961-1824 e 962-1330. Neste endereço pode adquirir-se *Ciência Hoje* por A 70 ou assinar (11 números) por A 700. Na sede de *Ciência Hoje* pode adquirir-se *Ciência Hoy* por NCz\$ 2,50 ou assinar (6 números) por NCz\$ 12,50.

Assinaturas: Brasil (11 números): NCz\$ 25,00. América Latina e África (11 números): US\$ 40,00 (superfície) e US\$ 80,00 (aérea). EUA e Europa (11 números): US\$ 50,00 (superfície) e US\$ 100,00 (aérea). Número atrasado: NCz\$ 2,50.

ISSN-0101-8515. Distribuição em bancas exclusiva em todo o território nacional: Fernando Chinaglia Distribuidora S.A., Rio de Janeiro. **Composição:** Renart Fotografia Gráfica e Composição Ltda. **Fotolito:** Grafcolor Reproduções Gráficas Ltda. **Impressão:** Bloch Editores S.A. **Para a publicação desta revista contribuíram o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), o Ministério da Educação (MEC) e a VITAE Apoio à Cultura, Educação e Promoção Social.** *Ciência Hoje* conta também com o apoio cultural do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC).

Publicidade: Rudiger Ludemann, Douglas Sampaio Venditti e Jorge Farah, rua Gal. Jardim, 618 — 3º andar — conj. 21, São Paulo, tel.: (011) 259-5399; **Rio de Janeiro,** tel.: (021) 295-4846; **Brasília,** tel.: (061) 224-8760.



A SBPC — Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência — tem por objetivo contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico do país; promover e facilitar a cooperação entre os pesquisadores; zelar pela manutenção de elevado padrão de ética entre os cientistas; defender os interesses dos cientistas, tendo em vista o reconhecimento de sua operosidade, do respeito pela sua pessoa, de sua liberdade de pesquisa e de opinião, bem como do direito aos meios necessários à realização de seu trabalho; lutar pela remoção de empecilhos e incompreensões que embarcam o progresso da ciência; lutar pela efetiva participação da SBPC em questões de política e programas de desenvolvimento científico e tecnológico que atendam aos reais interesses do país; congregar pessoas e instituições interessadas no progresso e na difusão da ciência; apoiar associações que visem a objetivos semelhantes; representar aos poderes públicos ou a entidades particulares, solicitando medidas referentes aos objetivos da Sociedade; incentivar e estimular o interesse do público em relação à ciência e à cultura; e atender a outros objetivos que não colidam com seus estatutos.

Atividades da SBPC. A SBPC organiza e promove reuniões anuais durante as quais cientistas, estudantes e professores têm oportunidade de comunicar seus trabalhos e discutir seus projetos de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são expostos e discutidos, com audiência franqueada ao público em geral, que pode participar dos debates. Assuntos das mais variadas áreas do conhecimento são tratados com a participação de entidades e sociedades científicas especializadas.

Fundada em 8 de junho de 1948, a SBPC reúne hoje mais de 20.000 associados, e em suas reuniões apresenta cerca de 2.800 comunicações de trabalhos científicos e realiza 250 mesarendondas, cursos e conferências. Através de suas secretarias regionais, promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano.

A SBPC edita a revista *Ciência e Cultura*. São publicados suplementos durante as reuniões anuais, contendo os resumos dos trabalhos científicos apresentados. Além desta revista e de *Ciência Hoje*, a SBPC tem publicado boletins regionais e volumes especiais dedicados a simpósios que organiza periodicamente.

Corpo de associados. 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 a revista *Ciência e Cultura* e a obter um preço especial para a assinatura de *Ciência Hoje*. **Sede nacional:** Rua Pedroso de Moraes, 1.512, Pinheiros, S. Paulo, tels.: 211-0495 e 212-0740. **Regionais:** **Acre** — Univ. Federal do Acre, Depto. de Ciências da Natureza, BR 364 km 5, tel.: 266-1422 ramal 111 ou 145 (Mauro Luiz Aldridge); **Amazonas** — Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia — INPA, Alameda Cosme Ferreira, 1.756, tel.: 236-9400 ramal 136 (Adalberto Luis Val); **Bahia** — Univ. Federal da Bahia, Instituto de Física, Campus Universitário da Federação, tels.: 247-2714 e 247-0646 (Caio Mario Castro Castilho); **Ceará** — Univ. Federal do Ceará, Centro de Ciências da Saúde, Depto. de Fisiologia e Farmacologia, C. Postal 12155, Benfica, 60.000, Fortaleza — CE, tel.: 227-2420 (Marcus Raimundo Vale); **Curitiba** (seccional) — Univ. Federal do Paraná, Instituto de Bioquímica, C. Postal 939 (Glaci Therezinha Zancan); **Distrito Federal** — Univ. de Brasília, Instituto Central de Ciências, Bl. A, sobrelôja, sala 301, tel.: 273-4780 (João Luis Homem de Carvalho); **Espírito Santo** — Univ. Federal do Espírito Santo, Depto. de Física, Campus Universitário, tel.: 227-4733 ramal 267 (Klinger Marcos Barbosa Alves); **Goias** — Univ. Federal de Goias, Instituto de Ciências Biológicas, Depto. de Fisiologia e Farmacologia, tel.: 261-0333 ramal 150 ou 152 (Joaquim Tomé de Souza); **Londrina** (seccional) — Univ. Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Depto. de Biologia Geral, C. Postal 6001, tel.: 27-5151 ramal 247 ou 477 (Ana Odete Santos Vieira); **Maranhão** — Rua Andaraí, 11 Quadra P, S. Francisco, tel.:

222-4338 (Vera Lúcia Rolim Sales); **Mato Grosso** — C. Postal 998 (José Domingues de Godói Filho); **Mato Grosso do Sul** — C. Postal 189 (Wilson Ferreira de Melo); **Minas Gerais** — Rua Piemonte, 590, tel.: 441-2541 (Ewald Mello de Carvalho); **Pará** — Rua Olaria, Conj. Orquidea, R-1, c/25, tel.: 229-2088 ramal 453 (Olavo de Faria Galvão); **Paraíba** — Univ. Federal da Paraíba, C. Postal 5023, Cidade Universitária (Henrique Gil da Silva Nunesmaia); **Paraná** — Univ. Estadual de Maringá, av. Colombo, 3.690, tel.: 22-4242 ramal 313 ou 265 (Ueslei Teodoro); **Pelotas** (seccional) — Univ. Federal de Pelotas, Depto. de Ciências dos Alimentos (José Antonio G. Aleixo); **Pernambuco** — Prédio do CNPq, ANE, 1º andar, Pç. das Cinco Pontas, 321, S. José, tel.: 224-8511 (Luiz Antonio Marcuschi); **Piauí** — Rua Prof. Darcy Araujo, 1.639, São Cristóvão, tels.: 232-1212 ou 232-1211 ramal 250 (Manoel Chaves Filho); **Rio Grande do Sul** — Travessa Luiz Englert, s/nº — Prédio 20 — Sala 09 — Campus Central da UFRGS, tel.: 27-5529 (Bazília C. de Souza); **Rio de Janeiro** — Av. Venceslau Brás, 71, fundos, casa 27, tel.: 295-4442 (Roberto dos Santos Bartholo Junior); **Rondônia** — Univ. de Rondônia, av. Presidente Dutra, s/nº, tel.: 223-3262 ramal 33 (Sebastião L. dos Santos); **São Paulo** (subárea I) — Univ. de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Depto. de Geografia, C. Postal 8105, tel.: 262-6314 (José Pereira de Queiroz Neto); **São Paulo** (subárea II) — Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Depto. de Genética, C. Postal 83, Piracicaba, tel.: 33-0011 ramal 125 ou 126 (Geraldo Antonio Tosello); **São Paulo** (subárea III) — Univ. Estadual de São Paulo, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, tel.: 22-4000 ramal 229 ou 230 (Samira Miguel Campos de Araújo); **Santa Catarina** — Univ. Regional de Blumenau, rua Antônio da Veiga, 140, C. Postal 7-E, tel.: 22-8288 ramal 33 (Ivo Marcos Theis); **Santa Maria** (seccional) — Univ. Federal de Santa Maria, Depto. de Física, Campus Universitário, tel.: 226-1616 ramal 2.137 ou 2.455 (Ronald Mota); **Sergipe** — Rua Hemetrio Gouveia, 210, Praia 13 de Julho, tel.: 224-1331 (Maria Helena Santa Cruz).

CHEQUE ESPECIAL DA NOSSA CAIXA.

Comp. 018 Banco 151 Agência 0001 9 7 Conta 01-100342-9 C2 5 EMH Cheque Nº 000016 C3 7 N.º C.º 84,00

Pague por este cheque a quantia de Quarenta e quatro cruzados novos ou à sua ordem de 19 89.

a S. Paulo, 8 de fevereiro
Denise G. Cayres
 DENTISE GIRAUDON CAYRES
 CPF 013.070.452-04 SP

CAIXA ECONÔMICA DO ESTADO DE SÃO PAULO SA
NOSSA CAIXA
 O NOSSO BANCO
 0019 CENTRAL
 RUA ALYARES PENTEADO, 70
 SAO PAULO

NOSSO CHEQUE ESPECIAL

015100011 01800001654 900110034295

DINHEIRO AO PORTADOR.

PODE NOTAR: UMA PESSOA PREVENIDA NUNCA SAI DE CASA SEM O CHEQUE ESPECIAL DA NOSSA CAIXA. E QUE ELA TEM UMA SÉRIE DE VANTAGENS NO DIA-A-DIA. COMPRA O QUE QUISER SEM PROBLEMAS. PAGA TODAS AS SUAS CONTAS. E PODE SACAR EM QUALQUER AGENCIA DA NOSSA CAIXA. O CHEQUE ESPECIAL DA NOSSA CAIXA É TRANQUILIDADE PARA QUEM PAGA E SEGURANÇA PARA QUEM RECEBE. VENHA BUSCAR O SEU. UMA PESSOA PREVENIDA VALE POR TODAS.



GLOBO **CIÊNCIA**

5º ANO NO AR

**A INFORMAÇÃO PRECISA SOBRE OS AVANÇOS
DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA**

**SÁBADOS , 7:30 DA MANHÃ , REDE GLOBO
DOMINGOS , MEIO-DIA , TVs EDUCATIVAS**

INFORMAÇÕES SOBRE A PROGRAMAÇÃO:

Telefone: (021) 273-3377 - ramal 14 ou Caixa Postal 13.111
CEP 20.260 - Rio de Janeiro - RJ

PRODUÇÃO

VIDEOCIÊNCIA

REALIZAÇÃO



APOIO



ESPAÇO CIVIL

Graças ao esforço e à competência do Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe), o primeiro satélite brasileiro, destinado à coleta de dados, deverá estar pronto em fins deste ano, conforme prevê o cronograma estabelecido para a Missão Espacial Completa. No entanto, o primeiro veículo lançador nacional, cuja construção está a cargo do Ministério da Aeronáutica, só estará disponível em 1993, ano em que deveria ocorrer o último dos quatro lançamentos previstos. Que fazer? Esperar quatro anos com o satélite pousado no solo, condenado a tornar-se obsoleto sem ter sido utilizado? Desmobilizar as equipes técnicas responsáveis por seu projeto e desenvolvimento? São idéias pouco razoáveis, aventadas, no entanto, por nossas autoridades governamentais.

Precisamos lançar o engenho, sem perda de tempo. A falta de vetor nacional não justifica a paralisia. Sem prejuízo dos esforços que visam ao desenvolvimento de uma capacidade própria de colocar cargas em órbita, é compensadora, neste caso, a compra de serviços de países que já detêm essa tecnologia. Para o Brasil, contar com seu próprio satélite significa inaugurar uma nova etapa de capacitação, tanto no que diz respeito ao projeto e desenvolvimento desses equipamentos, como no tocante à sua operação. O domínio pleno dessa tecnologia de ponta permitirá, inclusive, grande economia de divisas em prazo curto. Teremos acesso a dados por nós mesmos produzidos.

Infelizmente, não é este o caminho que se desenha a partir das recentes mudanças na direção do Inpe. Não é possível imaginar, para elas, explicações razoáveis. Caprichos de ministros em trânsito? Disputas menores por espaço nas ciências espaciais? Trágica vocação de governo: desfazer o que fez, substituir o que funciona pelo que não funciona e claramente não funcionará. Até quando?

É uma estória exemplar. Encostado geograficamente no Centro Técnico Aeroespacial (CTA) do Ministério da Aeronáutica, mantendo com ele diversos programas conjuntos, o Inpe — entidade civil vinculada ao CNPq e, depois, diretamente ao MCT — sofria permanente crise de identidade. Na gestão de Marco Antonio Raupp, recentemente exonerado, a instituição experimentou uma fase de grande abertura interna e externa, integrando-se plenamente ao sistema científico nacional e internacional. A exemplo de suas congêneres dos países desenvolvidos, tornou-se finalmente uma genuína agência civil, dedicada à exploração científica e tecnológica do espaço. Foi um período de grande fertilidade. Através da criação de conselhos por áreas, seus pesquisadores e engenheiros tornaram-se co-participantes na definição dos programas e das metas da instituição. Foram adotados métodos modernos de gestão de empreendimentos complexos e implantados sistemas regulares de avaliação e acompanhamento de projetos, bem como de desempenho de pessoal. Reequiparam-se todos os laboratórios. Criaram-se o Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos, o Centro de Aplicação de Satélites Ambientais e o Programa Sino-Brasileiro de Satélites de Recursos Naturais. O Sistema de Tratamento de Imagens multiplicou por cinco o número de seus laboratórios regionais, passando a trabalhar com 40 estações que cobrem todo o país. Reativou-se o programa de pesquisa da estratosfera por meio de balões. Em 1987, foi a vez de inaugurar o Laboratório de Integração e Testes (LIT), único do hemisfério Sul dotado da infra-estrutura es-

sencial para a fabricação de satélites. Como conseqüência de todas essas iniciativas, registrou-se um aumento de 100% no número de artigos publicados pelos pesquisadores do Inpe em revistas científicas internacionais.

O sucesso no cumprimento do cronograma da Missão Espacial Completa não foi, portanto, fato isolado. O Inpe ocupa hoje um lugar estratégico em nosso sistema de ciência e tecnologia, abrangendo pesquisas meteorológicas e climáticas, geofísica da atmosfera, interpretação e decodificação de imagens de satélites, astrofísica e outras áreas. Mas há perplexidade. Não se sabe se terá continuidade o programa de cooperação com a República Popular da China, assinado pelo presidente José Sarney, para o desenvolvimento de satélites de sensoriamento remoto, tendo em vista a prospecção de recursos naturais. Além de participar no desenvolvimento de equipamentos para o satélite propriamente dito, a China ofereceria o veículo capaz de colocar em órbita polar — que permite varrer o território brasileiro de norte a sul — 1.300 quilos de carga útil. O vetor nacional, previsto para 1993, permitirá colocar dez vezes menos carga útil em órbita equatorial, que só permite cobrir a Amazônia.

O reconhecimento internacional do Inpe veio também, recentemente, da Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (Nasa), do governo norte-americano, que se dispôs a colocar em órbita satélites ligados a dois projetos científicos, entre 50 apresentados. Um deles resulta de cooperação entre o Inpe (fabricante do satélite e de parte dos instrumentos) e a Universidade de Columbia (EUA), que pretendem estudar conjuntamente a radiação ultravioleta emitida por galáxias e quasares. Também não se sabe se este projeto vingará. Seu principal idealizador, João Steiner, não ocupa mais a direção do Departamento de Astrofísica do Inpe.

Dos laboratórios e da competência dessa instituição depende, por exemplo, nossa capacidade de mapear recursos minerais do território brasileiro, verificar a distribuição das áreas plantadas, apontar as dimensões e a localização de grandes queimadas e aperfeiçoar nossos serviços de previsão meteorológica. Esta última área ocupa hoje o centro da atenção de pesquisadores em todo o mundo, pois, com a ajuda de grandes computadores, já é possível trabalhar para criar modelos que permitam o estudo e a previsão de grandes secas e enchentes, o que não é importante apenas para o Brasil, mas também para os países vizinhos.

O reconhecimento da crescente importância do Inpe também se refletiu nos recursos colocados à sua disposição, que passaram de cerca de 30 milhões de dólares em 1984 para mais de 50 milhões em 1988. Em dezembro último, junto com outros itens do capítulo sobre Ciência e Tecnologia, o orçamento do Inpe foi discutido pelo Congresso Nacional, com o apoio de sociedades científicas e da própria SBPC. As mudanças em curso são inoportunas. Não podem ocorrer sem protesto a revisão repentina de metas e prioridades, a restrição à cooperação científica internacional e, mais grave, a ameaça à livre circulação de idéias, técnicos e pesquisadores. Ameaçam a continuidade das pesquisas lá realizadas e a integração do Inpe na vida científica nacional. Se confirmadas, será preciso reexaminar o apoio dado. No Congresso e fora dele.

Os Editores

Miséria e grandeza no reino do babaçu

O Maranhão, que é o estado mais pobre do Brasil de acordo com todos os índices econômicos e sociais —, mais pobre até do que o Piauí, que virou sinônimo de pobreza —, possui riquezas incalculáveis em seu subsolo, em suas águas e em sua flora silvestre. Entre essas riquezas naturais destaca-se o babaçu (*Orbignya martiana*). Calcula-se, grosso modo, que no interior maranhense cerca de 300 mil famílias vivam, em maior ou menor escala, da coleta do seu coco. Isto significa que aproximadamente 2/3 da população rural daquele estado, sobretudo os mais pobres, dependem dessa palmeira que cresce espontaneamente ao longo de vastas extensões (ver 'A palmeira de muitas vidas', em *Ciência Hoje* n° 20).

O percentual em que tal atividade contribui para o ganho de cada família pode variar bastante no mesmo povoado. Na zona dos Cocais — onde a coleta é especialmente ativa e os babaçuais muito concentrados —, apenas 22% das famílias que colhem o coco dependem exclusivamente dessa atividade. Para 16% o babaçu contribui com 70% da renda; para 29%, com 50% e para 33%, com 30%. Pesquisa realizada em todo o estado indicou que, em média, a participação do babaçu na renda familiar é de 27,13%, uma proporção ainda muito alta.

O coco do babaçu é colhido em geral por mulheres e crianças. Dele quase sempre só se aproveitam para venda as amêndoas do fruto, ou seja, 6 a 7% do peso total. Da casca os colhedores fabricam carvão para uso próprio. E no todo desperdiçam-se, porque ninguém os colhe, 60% do que produzem as palmeiras nativas. O coco é quebrado no local da coleta ou na casa da família que o apanha. Para extrair as amêndoas usa-se um machado, que o coletor mantém junto à terra, segurando o cabo com uma das pernas, enquanto golpeia o fruto contra a lâmina, com a ajuda de um toco de madeira. São precisos em média 26 golpes firmes e certos para quebrar o coco.

As mulheres e as crianças que colhem o babaçu pertencem a famílias de posseiros, pequenos proprietários ou, mais frequentemente, arrendatários dedicados à lavoura do arroz, do milho, da mandioca e à

criação de algumas cabeças de gado. Quando não são explorados pelos grandes proprietários de terra, aos quais pagam uma renda em dinheiro ou produtos, eles estão submetidos aos comerciantes e usurários — os 'bodegueiros' ou 'quitandeiros' que lhes fiam mercadorias e depois compram por baixo preço seu babaçu e seus produtos agrícolas.

Na condição de posseiros, têm de enfrentar ameaças de grileiros e ataques de pistoleiros. Quando não vêm suas casas queimadas ou são até mesmo assassinados, sofrem surras e ferimentos e acabam frequentemente expulsos de suas terras. Alguns resistem e uns poucos chegam a conseguir a regularização da posse. Mas a maior parte, se não se proletariza no próprio local, acaba emigrando para novas e distantes terras livres ou vai engrossar os contingentes de desempregados ou subempregados nas cidades, principalmente em São Luís.

Em pesquisa para a Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério da Indústria e Comércio (MIC) e para a antiga Comissão de Financiamento da Produção, selecionamos dez municípios no Maranhão e dois no Piauí como os mais representativos em nove zonas social e ecologicamente homogêneas que produzem babaçu. A investigação consistiu na aplicação de questionários aos chefes das famílias que colhiam babaçu e em entrevistas com habitantes dos povoados, fazendeiros, líderes sindicais, técnicos agrícolas, comerciantes, industriais, gerentes de bancos. Foram aproveitados 388 questionários que, com os

'diários de campo', permitiram uma análise das condições sociais envolvidas na coleta e produção do babaçu, aqui abordadas em alguns de seus aspectos.

Existem áreas onde ainda se pratica a 'coleta livre', como ali se denomina. Nestes casos, qualquer pessoa pode colher babaçu fora de sua propriedade ou posse, não só em terras devolutas, mas também em propriedades alheias, sem pagar nenhuma forma de renda. Em geral esse tipo de coleta resiste mais perto da fronteira agrícola, mas às vezes também em bolsões distantes, nas zonas de colonização mais antiga. A coleta chamada 'presa' ou 'sujeita' com frequência está presente nas mesmas zonas ou municípios.

Ao indagarmos no questionário "como se dá a colheita do coco-babaçu?", a maioria (33%) respondeu que "na terra de dono [de outros], com permissão do dono, em áreas designadas"; 31% afirmaram que "é livre, em qualquer lugar"; 12,7% explicaram tratar-se de 'coleta presa' ("coleta-se dentro, mas quebra-se fora"); e 12% declararam que "apenas se colhe em sua terra". Quando procuramos saber se as famílias podiam coletar o babaçu sem pagar nada nas terras livres e nas propriedades dos outros, 45,5% afirmaram sim, 43,4% não, e 6,6% às vezes. Outra pergunta formulada foi: "Se a gente de sua casa só pode coletar babaçu pagando ao proprietário, faz isso em que condições?" Dos entrevistados, 46% asseguraram que "isso não acontece, a gente colhe escondido, não se sujeita", 26,6% que vendem "mais ba-



foto Luiz Claudio Marigo

rato para o dono” e 11,5% que dão “a metade das amêndoas” (“paga de meia”).

Em Codó, na zona do cerrado, de antiga colonização, ainda existe coleta livre, mas em terras devolutas. Segundo os depoimentos, esse tipo de coleta predominava, mesmo nas propriedades privadas, mas “de ano e meio para cá fazendeiros começaram a proibir a saída do babaçu das suas terras”. Hoje, nessas áreas, tanto existe a venda obrigatória ao proprietário (em geral através das bodegas controladas por ele) por preço mais baixo, quanto a coleta e a quebra de ‘meia’ (metade para quem quebra, metade para o dono). Também se pratica o aforamento de babaçuais.

Mais do que em Codó, parece que em Timbiras, município vizinho, prevalece o sistema de pagar o babaçu em vale e não em dinheiro, nas bodegas do fazendeiro. O agricultor retira as mercadorias de que necessita e, se houver saldo, recebe um vale para comprar depois no mesmo local. Na zona dos chapadões, assim como em São João dos Patos, as áreas de babaçuais são relativamente poucas. Quase sempre as mulheres se tornam assalariadas dos proprie-

tários para quebrar o coco, recebendo uma ninharia pelo ‘prato’ (um quilo e meio). Ali também vigora a quebra de ‘meia’. Em Pimenteiro, na zona da Baixada, predomina a venda para o dono da terra por preço menor. Em Viana, também na Baixada, ainda existe coleta livre em larga escala, mas já se torna comum o aforamento dos babaçuais. Há também os sistemas da meia e da terça. Na pré-Amazônia, em João Lisboa, a coleta apresenta-se mais presa nas proximidades da sede do município e mais livre nos povoados afastados.

Na passagem da coleta livre para a presa ou sujeita, seja em toda uma área, seja numa fazenda isolada, costumam surgir conflitos que no Maranhão se conjugam à questão agrária, uma das mais agudas do país. O que inspira o sertanejo nesses casos é a profunda convicção de que, mais do que a própria terra, “o babaçu é de Deus” ou “é da nação”. Em outras palavras, mesmo reconhecendo que o fazendeiro pode ter direito sobre a terra — porque a herdou ou a adquiriu honestamente —, ele acredita que os babaçuais antecederam

à cerca e ao registro, e se reproduzem à revelia de qualquer cuidado.

Muitas vezes o conflito é camuflado pela coleta furtiva. Para evitá-la, os fazendeiros contratam vigias e chegam a empregar violência. Em Codó nos disseram: “Coleta livre não existe, leva é bala. Tem é fiscal para obrigar a vender para o dono. Mesmo assim os caboclos escondem parte da coleta para vender na cidade.” Em Timbiras ouvimos no Sindicato de Trabalhadores Rurais: “O caboclo aqui não faz coleta livre. Matam, se ele vende fora. Hoje estão até prendendo por causa do carvão feito com a casca do coco.” Contudo, às vezes, o preço dos capangas torna-se maior do que o eventual lucro do fazendeiro com a exploração indireta do coco. Por isso alguns recuam e deixam que volte a coleta livre em suas terras.

Nem sempre, porém, a resistência dos coletores se dá por meio dessa atitude encoberta. Manifesta-se então a violência aberta, como em caso ocorrido no município de Santa Inês, que nos foi relatado. Aconteceu quando um grande fazendeiro proibiu a coleta livre em suas terras. Certa noite um grupo de homens rompeu a cerca da fazenda e fez o gado fugir. O proprietário mandou vaqueiros atrás das reses (muitas se perderam de vez) e capangas atrás dos responsáveis. Falaram-nos em tiroteios, mas até hoje não se identificaram os autores; o fato constitui, sem dúvida, uma manifestação de rude e tempestuoso protesto camponês.

O sertanejo do Maranhão — e antes dele o índio — sempre usou o babaçu para extrair, das amêndoas, leite, óleo de cozinha ou matéria-prima para sabão; da polpa, farinha que substitui a de mandioca, usada na alimentação de pessoas e animais; da casca, depois de queimada em buracos feitos no chão (‘caieiras’), carvão já testado na siderurgia fina e na indústria química com resultado superior ao do melhor coque mineral. Durante muitos anos, porém, esses produtos destinaram-se apenas ao autoconsumo ou, quando muito, ao escambo ou ao comércio local.

Desde 1914, quando começou a funcionar em São Luís a primeira máquina de pensar babaçu, desenvolveu-se uma indústria incipiente, conhecendo altos e baixos, piques de exportação e de fornecimento a compradores no sul. Hoje, ela apresenta considerável capacidade ociosa. O aproveitamento industrial permite extrair do coco não só aqueles produtos mencionados como também amido puro, ácido acético, gás combustível e álcool de excelente qualida-

A dádiva divina

Embora o babaçu contribua tanto para a renda global da família sertaneja, é interessante notar que a coleta do coco é cercada de restrições. Ela deixa de ser praticada com objetivo comercial logo que se consegue, com a roça ou a criação de animais, o bastante para sobreviver com alguma folga. Além disso, a coleta é uma tarefa essencialmente feminina ou infantil. Acreditamos que isso se deve ao fato de que o babaçu é considerado ‘uma dádiva de Deus’. Na mentalidade sertaneja, aquilo que Deus dá só pode ser utilizado quando existe real necessidade. É um abuso continuar a exploração se a situação de penúria foi superada. Quando indagávamos “se o senhor tivesse mais ganhos na lavoura, o pessoal de sua casa deixaria de colher babaçu para vender?”, em mais de 70% dos casos a resposta era “sim”.

A coleta e a quebra do coco são feitas sem que as mulheres descuidem o trabalho doméstico, constituindo uma atividade que não conflita com o cuidado dos filhos nem com o estilo de vida rural. Uma explicação para que a co-

leta e a quebra sejam ocupações de mulheres e crianças decorre da safra da palmeira, que atinge o ápice no final da estação seca (setembro-dezembro), quando os homens estão ocupados com o desmatamento e a queima nos locais onde farão o plantio no início da estação chuvosa (dezembro-janeiro). Outra razão, porém, é que o uso dos ‘bens divinos’ cabe melhor às mulheres e crianças, consideradas, segundo os padrões da comunidade, como menos responsáveis que os homens, porque mais inocentes e puras. Quanto aos homens, sua participação na atividade que cerca o babaçu só é aceita “em casos de maior precisão”.

Outras crenças, fruto dessa postura ética, foram observadas durante nossa pesquisa. Em São João dos Patos ouvimos que “homem que quebra babaçu fica com o traseiro grande”; em Bom Jardim, uma senhora nos declarou: “O homem que quebra coco fica feio até no sentar.” As moças diziam que não casavam com “homem que quebra coco”. E chegamos a colher um ditado: “Homem que quebra coco é quebrado.”

de, próprio para a indústria de bebidas finas e perfumaria. Diante disso, a Secretaria de Tecnologia Industrial do MIC tentou, em 1976, fazer um diagnóstico do 'problema babaçu', que incluiu pesquisas botânicas, zoneamento ecológico, experiências químicas e mecânicas, além de um 'levantamento social'.

Antes mesmo que esse estudo se iniciasse, já começara a funcionar em São Luís uma empresa pioneira que, mesmo sem aproveitar integralmente o coco, dele extraía óleo, torta (ração animal), farelo obtido da polpa (também destinado à alimentação animal) e carvão (quase carbono puro). Era a Companhia Industrial Técnica (CIT), do grupo nordestino Empresa Industrial Técnica (EIT), sediado em Fortaleza e dedicado à construção de estradas, plantação e industrialização do caju para exportação, gado, confecções. Além da CIT (que abriu fábricas em Santa Rita, Bacabal e Timbiras), a Empresa Industrial de Bacabal, de médio porte e pertencente a quatro capitalistas locais, desejava o aproveitamento integral do babaçu.

Os obstáculos, porém, frustraram a maioria dos projetos. Em virtude de resistência tanto dos coletores quanto dos fazendeiros, que não queriam comercializar o coco inteiro, a CIT só conseguia comprar em Bacabal 5% (em valor) da produção do município. Assim, precisava buscar matéria-prima a mais de cem quilômetros, em caminhos próprios ou arrendados. Os fazendeiros alegavam que os seus 'morado-



Quebradora de cocos de babaçu

foto Luiz Claudio Marigo

res' iriam embora se não pudessem colher e vender-lhes as amêndoas, o que os levaria a perder a renda do arroz, do milho e de outros produtos. Em Codó, os coletores queixavam-se de que, apanhando o coco inteiro, não poderiam aproveitar o 'miolo' para os porcos roerem nem a casca para fazer carvão, óleo de cozinha e vinho para temperar os alimentos. E temiam o tempo das chuvas, quando as firmas não adquiririam o coco, que não se presta ao processamento quando molhado.

Em alguns casos, como em Timbiras, a CIT comprou largas extensões de terras com babaçuais, em outros arrendou propriedades. Em todo o Maranhão ela possui cerca de 14 mil hectares para coleta de coco e criação de gado. Nas aglomerações próximas contrata assalariados, que são levados e trazidos de volta em caminhão. Desta forma, a coleta de coco inteiro introduziu no estado a figura do bóia-fria.

Nosso questionário, quando aplicado em locais onde esse sistema ainda não existia, demonstrou que 75% dos entrevistados o conheciam. Ao perguntarmos se era mais vantajoso vender o coco inteiro ou as amêndoas, 46,5% responderam "as amêndoas" e 39,4% — uma percentagem relativamente elevada —, "o coco inteiro".

Um obstáculo à industrialização tradicional do babaçu, em que só se aproveitam as amêndoas, é que seus produtos dificilmente concorrem no país com óleos e gorduras para alimentação humana e, no exterior, com os 'óleos láuricos', em geral mais baratos. Os industriais reclamam do preço da matéria-prima e da irregularidade de sua oferta. Por outro lado, em virtude do abuso dos incentivos das superintendências do Desenvolvimento da Amazônia (Sudam) e do Nordeste (Sudene), a indústria de prensagem das amêndoas foi superdimensionada no que se refere aos equipamentos. Além disso, em geral não dispõe de capital de giro suficiente. Em 1978, de 20 empresas listadas em São Luís pela Secretaria da Fazenda do Maranhão, apenas cinco ou seis estavam realmente funcionando, e de 39 dadas como existentes no interior, pelo menos 27 já haviam fechado suas portas. E os problemas agrários no Maranhão não encorajam novas firmas a investirem no aproveitamento integral do coco.

Maurício Vinhas de Queiroz

Departamento de Sociologia,
Universidade de Brasília

Benzodiazepinas geradas no cérebro?

A ansiedade parece caracterizar a civilização ocidental: as benzodiazepinas (BDZ), que são as drogas ansiolíticas por excelência, estão entre os fármacos mais receitados em todo o mundo. Propriedades anticonvulsivantes, miorrelaxantes, hipnóticas e sedativas, aliadas a uma toxicidade muito baixa, explicam a notável ampliação do seu consumo, fato que tem enormes repercussões econômico-sociais. Basta mencionar que, já na década de 1970, consumiam-se nos Estados Unidos oito toneladas de BDZ por ano, a um custo de 700 milhões de dólares.

Uma das mais surpreendentes e intrigantes descobertas feitas nos últimos anos no campo da neuropsicofarmacologia foi a da existência de BDZ no cérebro de mamíferos, entre os quais o homem. Esse resulta-

do, fruto de uma intensa investigação desenvolvida pelo pesquisador espanhol Angel de Blas e seus colaboradores na Universidade Estadual de Nova Iorque, em Stony Brook, foi recentemente corroborado e ampliado de forma independente por dois grupos de pesquisa, um na Suíça, nos laboratórios da Hoffmann-La Roche, e outro na Argentina. Os estudos realizados em nossos laboratórios — no Instituto de Biologia Celular da Faculdade de Medicina e no Instituto de Química e Físico-Química Biológicas da Faculdade de Farmácia, ambos da Universidade de Buenos Aires (UBA) — demonstraram que as BDZ estão presentes não só em tecidos biológicos como em alguns alimentos, entre os quais o leite.

Apesar da ampla difusão que as BDZ rapidamente alcançaram, pouco se conhecia,

até recentemente, sobre seus mecanismos de ação. Hoje, está estabelecido que estes se prendem fundamentalmente à modulação da atividade da chamada neurotransmissão GABAérgica (ver 'Ansiedade: uma perspectiva biológica', em *Ciência Hoje* n° 20). Um importante número de sinapses do sistema nervoso central utiliza como mediador químico o ácido gama-aminobutírico (GABA), cuja ação principal é abrir canais iônicos nas membranas neuronais. Mediante esse fenômeno, o neurônio, que recebe o GABA, tem sua descarga elétrica inibida. Interagindo especificamente com uma glicoproteína da membrana neuronal (receptor de BDZ) — que, associada ao receptor de GABA e a um canal que conduz íons cloreto (Cl^-), constitui um complexo supramolecular —, as BDZ regulam

alostericamente a atividade GABAérgica, provocando um aumento na frequência da abertura daquele canal. Esse efeito só se observa, porém, na presença do neurotransmissor GABA.

Persistiam, no entanto, algumas questões relativas ao mecanismo de ação das BDZ. Existe, em condições fisiológicas ou patológicas, um ligante endógeno capaz de reconhecer o receptor BDZ? Existe um composto endógeno que mimetize as BDZ ou, ao contrário, que tenha efeitos opostos aos seus?

Diversos laboratórios buscaram responder essas perguntas. Descobriu-se assim a presença de BDZ em cérebros de animais que nunca tinham estado em contato com a droga. De fato, o grupo de De Blas detectou-a em cérebros humanos fixados e incluídos em parafina, armazenados desde 1940, ao passo que o fármaco foi sintetizado pela primeira vez nos laboratórios Hoffmann-La Roche em fins dos anos 50 e introduzido no mercado só nos anos 60. A distribuição da imunoreatividade foi idêntica à observada em tecidos frescos. O mesmo grupo conseguiu ainda identificar duas dessas moléculas: o N-desmetildiazepam e o oxazepam, ambos metabólitos do diazepam (Valium).

Essas descobertas conduziram a novas interrogações: qual é a origem dessas BDZ naturais? Têm elas algum significado fisiológico? Nesse caso, estão presentes no cérebro em níveis suficientes para exercer algum papel funcional?

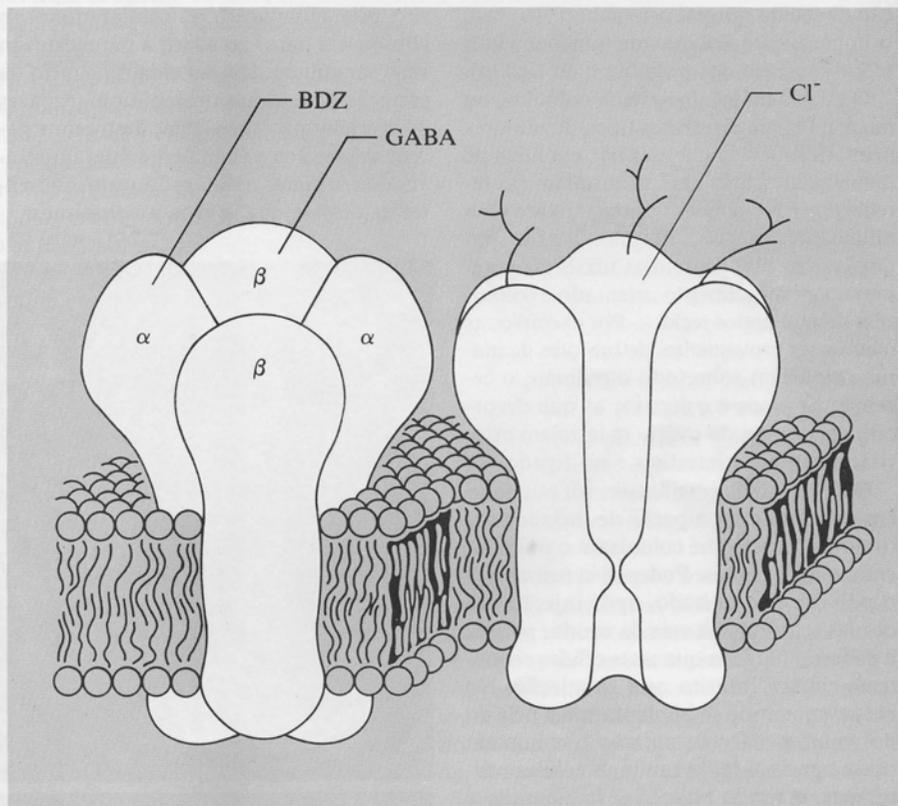
Com relação à origem das BDZ naturais, há duas explicações possíveis: elas seriam endógenas, isto é, biossintetizadas total ou parcialmente por nossas células; ou exógenas, isto é, biossintetizadas por microrganismos e/ou plantas.

Sobre a primeira hipótese, há certo consenso. Não parece plausível que tecidos de mamíferos possuam uma maquinaria biossintética capaz de gerar moléculas desse tipo: compostos heterocíclicos, contendo átomos de Cl^- ou outro halógeno. A única evidência favorável a essa idéia foi apresentada também pelo grupo de De Blas: detectou-se imunoreatividade às BDZ numa linhagem celular híbrida tumoral que fora mantida por três meses num meio livre de soro.

A hipótese da formação exógena das BDZ cerebrais tem maior respaldo, embora as evidências sejam ainda indiretas. Sabe-se há algum tempo que certos microrganismos, como fungos da família *Penicillium*, são capazes de sintetizá-las. Recentemente,

os pesquisadores do Hoffmann-La Roche isolaram-nas de diversas plantas, como o milho, a batata e o trigo. Esses dados, associados à verificação, feita em nossos laboratórios, de que o leite de vaca (tanto o comercial como o ordenhado sob condições controladas) contém moléculas de BDZ, sugerem que estas seriam constituintes habituais de nossa dieta, o que explicaria sua presença no nosso cérebro. Embora tenham sido isoladas dos alimentos em

alguns cérebros bovinos, concentrações de até 800 ng/g, que seriam capazes de gerar respostas fisiológicas. Esses cálculos não levam em conta, porém, a possível distribuição e compartimentalização dessas moléculas. A esse respeito, recentes estudos de localização celular e subcelular realizados em nossos laboratórios demonstram que as BDZ se localizam em neurônios, preferentemente em suas frações citosólicas e nas vesículas sinápticas.



Modelo do complexo receptor GABA/BDZ/canal de Cl^- na membrana celular de neurônios. Os sítios de reconhecimento, ou receptores de BDZ, localizam-se na subunidade α e os de GABA na subunidade β .

quantidades muito pequenas (100 nanogramas por litro de leite bovino), as BDZ apresentam considerável vida média no corpo humano (até cem horas, no caso do N-desmetildiazepam).

Enquanto estas questões permanecem em aberto, é interessante recordar que também a morfina, um alcalóide sintetizado por uma planta, foi purificada do cérebro é do leite de humanos e bovinos.

As opiniões sobre a possibilidade de que as BDZ naturais tenham algum papel fisiológico também divergem. Alguns sustentam que as quantidades encontradas não seriam suficientes para isso; outros, como o grupo de De Blas, afirmam ter encontrado, em

As questões que agora se colocam são: BDZ naturais de origem exógena se concentrariam, por alguma razão, nas regiões das células nervosas encarregadas da comunicação interneuronal? Ou, ao contrário, estes resultados sugeririam indiretamente a possibilidade da síntese de BDZ nos neurônios? Esperemos que os importantes grupos de pesquisa que trabalham na área, disseminados em laboratórios de diferentes países, venham a responder essas perguntas no curso dos próximos anos.

Jorge Medina

Faculdade de Medicina,
Universidade de Buenos Aires

O tropismo das metástases

A grande maioria das mortes por câncer deve-se à disseminação de células tumorais pelo organismo doente. Partindo do tumor primário, elas colonizam outros órgãos, próximos ou afastados, e podem causar danos fatais, seja por sua localização (que pode resultar, por exemplo, em compressão do tecido cerebral ou interrupção do trânsito intestinal), seja pela substituição do tecido normal pelo canceroso, com o conseqüente colapso de funções vitais (como no caso dos pulmões e do fígado).

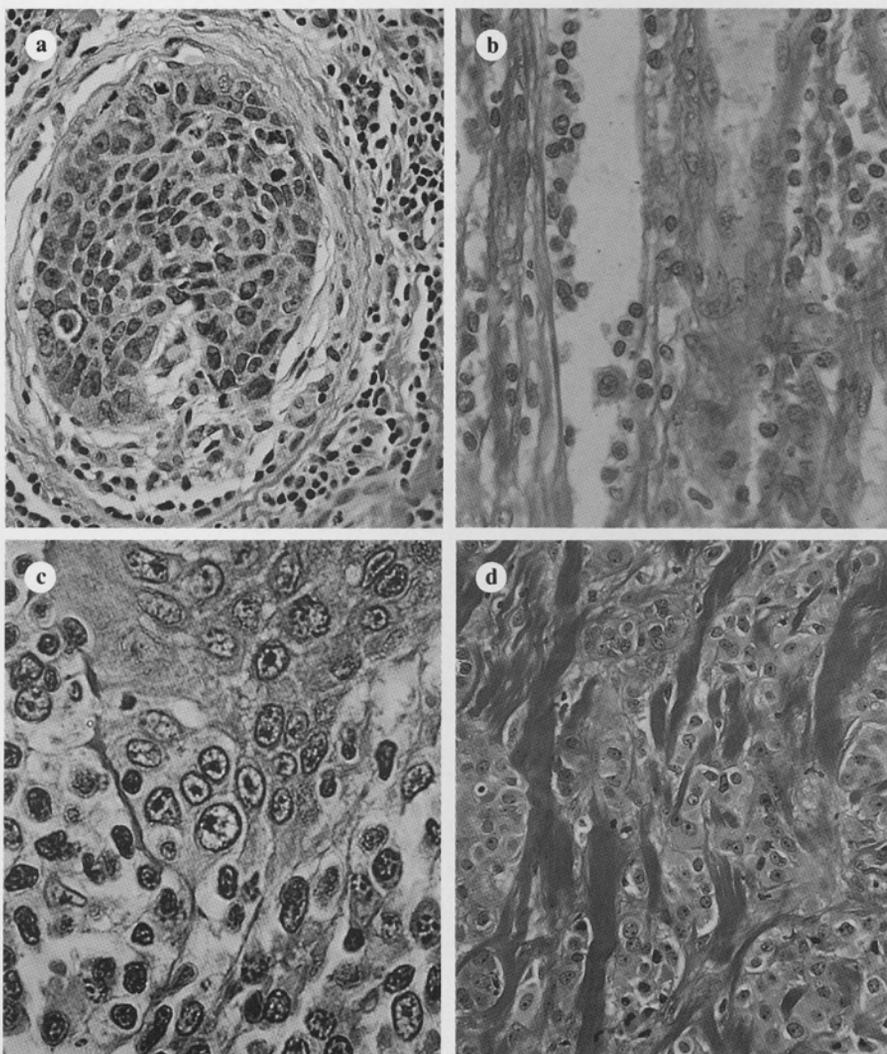
O estudo da localização de colônias, ou metástases, de diferentes tipos de tumores primários mostra que elas não evoluem de maneira aleatória nem se instalam preferencialmente em áreas vizinhas. Existe uma nítida afinidade, ou tropismo, que faz com que certos tipos de células tumorais apresentem um movimento orientado e colonizem determinados tecidos. Por exemplo, as metástases provenientes de tumores de mama colonizam sobretudo o pulmão, o cérebro, os ossos e o fígado; as que decorrem de tumores do ovário se instalam prioritariamente no intestino e no fígado.

O tropismo das metástases foi estudado em camundongos a partir de melanomas, tumores da pele que colonizam o pulmão, entre outros órgãos. Poder-se-ia pensar que o pulmão é colonizado, após injeção das células tumorais na veia da cauda, por ser a primeira barreira que essas células encontram em seu trânsito pela circulação. No entanto, quando se implanta sob a pele do dorso um pedaço de pulmão e se injetam outra vez na veia da cauda as células cancerosas, o tecido pulmonar implantado é colonizado com a mesma eficiência. Em outra experiência, a partir de outro tipo de melanoma, capaz de colonizar o fígado, foram injetadas células marcadas com um isótopo radioativo de cromo (^{51}Cr). Após 24 horas, praticamente toda a radioatividade (e, portanto, todas as células marcadas) estava presa no pulmão, dali desaparecendo após 48 horas. Três semanas depois da injeção o fígado estava colonizado e o pulmão permanecia livre de metástases.

A disseminação das células tumorais é um processo que se desenvolve em múltiplas etapas (figura 1). Elas devem, primeiro, ganhar a circulação para atingir pontos distantes. Nos tumores sólidos há produção, em grau variável, de fatores angiogênicos (substâncias que provocam a formação de vasos sanguíneos), dos quais o chamado fator de crescimento de fibroblas-

tos (FGF) é o mais ativo. Os tecidos normais que circundam o tumor reagem a esses fatores produzindo vasos sanguíneos com paredes fenestradas (com perfurações que permitem que as células cancerosas migrem para a circulação). Por isso, do ponto de vista da anatomia patológica, a invasão vascular é um dos critérios para avaliar a malignidade do tumor. Em seu trânsito pela circulação, as células tumorais conseguem parar ao aderir à parede de um vaso sanguíneo. Em seguida, por meio da secreção de enzimas proteolíticas (capazes de degradar proteínas), elas destroem a parede desse vaso e finalmente migram através dos orifícios assim produzidos por entre as células dos órgãos a colonizar.

A capacidade de invadir e a capacidade de migrar são, portanto, aspectos importantes do fenômeno metastático mas não exclusivos dele. Certas células dos embriões, por exemplo, são capazes de invadir a parede interna do útero para propiciar a fixação do embrião durante a gravidez. É bastante comum em mulheres grávidas o desenvolvimento de 'metástases' pulmonares dessas células, que desaparecem espontaneamente após o parto. Algumas células brancas do sangue são altamente invasoras e migratórias, mesmo em condições normais. Além disso, durante o desenvolvimento embrionário, ou ontogênese, muitas células migram para promover a formação dos órgãos. Basta lembrar, por exem-



fotos cedidas pelo autor

Fig. 1. Algumas etapas do desenvolvimento das células tumorais, a partir de sua entrada na circulação sanguínea.

plo, a formação de várias partes do sistema nervoso, que se originam em pontos do embrião bastante distantes de sua localização final.

Diante disso, a hipótese mais provável é que o fenômeno metastático resulte da expressão inoportuna de características normais, em localizações e fases da vida (embrionária ou adulta) inadequadas. É muito comum que células cancerosas apresentem certas características embrionárias ou imaturas, como os antígenos chamados oncofetais. É o caso dos tumores do tubo digestivo, pulmão e mama.

Um experimento interessante parece confirmar essa interpretação. Trata-se da aquisição de capacidade metastatizante por células tumorais não metastáticas, após a sua fusão com membranas de células brancas do sangue (macrófagos) normais. Alguns autores chegam a sugerir uma ocorrência relativamente freqüente de fusões espontâneas de células tumorais com macrófagos presentes no líquido inflamatório que às vezes se encontra nos tumores. Por outro lado, experimentos de clonagem celular mostraram que, mesmo sendo originados de uma única célula (origem monoclonal), os tumores primários acabam apresentando células com características bastante heterogêneas. A capacidade metastática é rara, aparecendo apenas numa pequena fração das suas células. À medida que essa fração se expande (provavelmente graças a alguma vantagem seletiva adquirida aleatoriamente), cresce a possibilidade da metastatização. Isso explicaria porque certos tumores permaneceram ocultos durante anos e subitamente explodem, colonizando rapidamente o organismo.

Alguns estudos recentes revelam que o aumento do número de cópias dos oncogenes — genes que tornam uma célula cancerosa, e que nas células normais estão na proporção de um por célula — se relaciona à presença de capacidade metastática em tumores de mama, pulmão e em certos tumores do sistema nervoso. Vários laboratórios mostraram também que muito importante para a adesão das células cancerosas à parede dos vasos sanguíneos é a interação específica entre uma glicoproteína — a laminina, presente na parede dos vasos — e receptores localizados na superfície celular. A laminina é uma glicoproteína complexa, de peso molecular 800 mil dalttons, composta de três cadeias peptídicas, que se organizam em forma de cruz (figura 2). Essa molécula possui várias partes importantes, das quais pelo menos duas

fazem ligação com as células. Admite-se que haja receptores celulares específicos para cada uma dessas partes da molécula. Na determinação da capacidade metastática, ainda é desconhecido o papel da interação entre a região E8 da laminina, mostrada na figura 2, e seus respectivos receptores. Mas há indícios de que o potencial metastatizante envolve a interação da região P1 com seus receptores.

O número de colônias pulmonares aumenta quando se injetam células tumorais junto com laminina, o que é explicado pela formação de pontes entre a laminina da parede do vaso sanguíneo e a laminina injetada, a qual se liga a receptores desocupados na superfície das células. Podem existir receptores já ocupados por laminina endógena (a da parede do vaso); por isso, injetando-se anticorpos antilaminina pode-se reduzir ou bloquear o número de metástases encontradas. As experiências mostraram, finalmente, que um peptídeo — o tirosil-isoleucil-glicil-seril-arginina, ou YIGSR —, presente na parte da cadeia B1 da laminina que integra o fragmento P1, é responsável pela ligação das células cancerosas a esse fragmento. Injetando-se as células com quantidades crescentes de YIGSR também se obtém a redução progressiva do número de colônias.

Diante das evidências de que células normais são capazes de aderir à parede dos vasos sanguíneos para deixar a circulação, demonstramos em laboratório que estas células — entre elas os neutrófilos, glóbulos brancos do sangue — também apresentam receptores para laminina. Mostramos ainda que protozoários parasitas, como *Trichomonas vaginalis*, e bactérias invasivas, como *Staphylococcus aureus* (estas últimas responsáveis no mundo inteiro por 60% dos casos de infecção hospitalar), também apresentam esses receptores. Estudos subsequentes definiram a ligação específica ao fragmento P1 da laminina nestes casos. A partir dessa demonstração, produzimos em laboratório um anticorpo monoclonal contra o receptor de *S. aureus*. Fato muito interessante: tal anticorpo é capaz de se ligar especificamente a receptores de laminina de *T. vaginalis*, bem como de melancoma de camundongo e de alguns tumo-

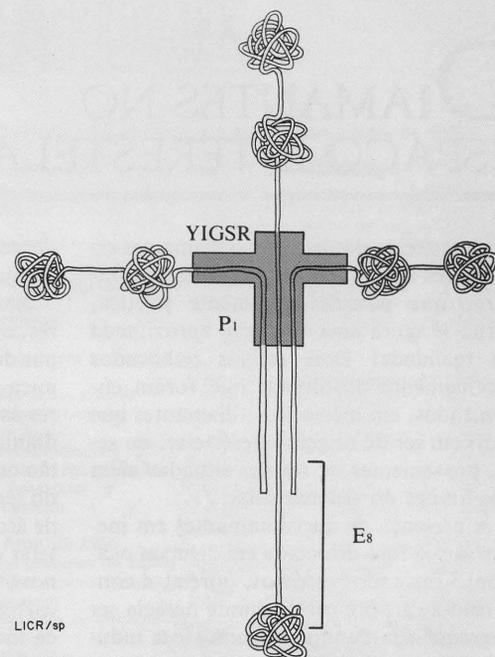


Fig. 2. As três cadeias peptídicas da laminina se organizam em forma de cruz. Ainda se desconhece o papel específico da interação entre E8 e seus receptores para o fenótipo metastático. O peptídeo YIGSR (tirosil-isoleucil-glicil-seril-arginina) está presente na parte da cadeia que integra o fragmento P1.

res humanos. Verificamos ainda que ele é capaz de inibir a ligação do fragmento P1 com o receptor de *S. aureus* e com o de melancoma de camundongo, mas não inibe as ligações de E8. Finalmente, experimentos realizados muito recentemente sugerem que o anticorpo é capaz de inibir metástases em camundongo, quando inoculado junto com células cancerosas.

Tais resultados levam à conclusão de que a região da molécula reconhecida pelo anticorpo monoclonal é o ponto de ligação do fragmento P1 da molécula do receptor. Pode-se imaginar ainda que, sob o aspecto imunológico, tenha havido extrema conservação da seqüência desse sítio de ligação ao longo da evolução, pois — acredita-se — a distância evolutiva entre homem e bactéria é de pelo menos 2,5 bilhões de anos.

Ricardo Brentani

Departamento de Clínica Médica,
Faculdade de Medicina da Universidade
de São Paulo
Instituto Ludwig de Pesquisa sobre o Câncer (SP)

ASTROFÍSICA

DIAMANTES NO ESPAÇO INTERESTELAR

'As estrelas cintilam como diamantes espalhados no espaço sideral' — essa metáfora, que parecia meramente poética, torna-se agora uma descrição aproximada da realidade! Dois artigos publicados recentemente¹ informam que foram encontrados, em meteoritos, diamantes que parecem ser de origem interestelar, ou seja, provenientes de regiões situadas além dos limites do sistema solar.

A presença de microdiamantes em meteoritos já fora detectada em diversas ocasiões.² Em todos os casos, porém, a conversão de grafite em diamante parecia ser consequência de uma metamorfose induzida pela pressão local, no momento da colisão do meteorito com o solo. Os diamantes agora encontrados no meteorito *Allen-de* são também microscópicos: têm cerca de $0,05 \mu\text{m}$ (o micrometro é a milésima parte do metro). Mas há um fato novo: junto a eles, foram detectadas proporções anômalas de isótopos de alguns elementos como o xenônio e o criptônio, indicativas de condições de formação externas ao sistema solar. Estaríamos, portanto, diante de uma primeira prova da existência de diamantes no meio interestelar.

A idéia de que grãos interestelares pudessem consistir em pequenos diamantes não é nova. Já na década de 1960, foi proposta a hipótese de que a poeira que existe entre as estrelas e gera vários efeitos sobre a luz que elas emitem seria constituída por diamantes. Essa sugestão, que era puramente especulativa, encontrou resistência entre astrônomos e astrofísicos. A razão principal para isso era o fato de que esses grãos são gerados nas atmosferas de estrelas vermelhas, meios que não apresentam as condições de temperatura e pressão indispensáveis à con-

densação de átomos livres de carbono na forma de diamantes.

Nas temperaturas das atmosferas estelares, o diamante é uma forma cristalina capaz de manter sua estabilidade termodinâmica a pressões bilhões de vezes superiores às que aí se verificam. No entanto, os diamantes encontrados nos meteoritos estão no limite de verdadeiros sólidos, podendo ser descritos como associações mínimas de átomos. A evidência da origem interestelar desses grãos obriga-nos a pensar em novos mecanismos, capazes de cristalizar carbono gasoso nessa forma cristalográfica tão indefinida.

Processos transientes, fora das condições de equilíbrio térmico, poderiam agrupar os átomos de carbono que compõem esses microssólidos na ordem requerida. Partículas similares foram detectadas entre os produtos de detonações explosivas realizadas em laboratório com misturas de carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio em pro-

porções de abundância similares às que predominam nas camadas periféricas das estrelas. Supõe-se que, nesses casos, moléculas livres de monóxido de carbono (CO) reagiriam entre si, formando dióxido de carbono (CO₂) e carbono sólido. As moléculas de CO estão entre as mais abundantes em gases ejetados em explosões de supernovas, cuja temperatura, na medida em que eles se expandem, decai a valores da ordem de 1.000 K. Essa abundância foi indicada por cálculos que fizemos (S. Codina, F. Cernuschi e F. Marsicano), em 1967, da abundância nesses meios,³ confirmados pelos resultados de observações feitas com o telescópio Anglo-Australiano na região infravermelha do espectro da supernova 1987 A, na Grande Nuvem de Magalhães.⁴

Nos gases em expansão provenientes de uma supernova, as condições de condensação do carbono, amorfo ou em forma de grafite, são alcançadas quando, no material original, há maior abundância de carbono que de oxigênio, como mostramos em nossos cálculos aplicados a esses processos. Nessas condições de quase equilíbrio, entretanto, as moléculas de CO e de gás carbônico (CO₂) inibem a nucleação de sólidos de carbono.

A explicação mais plausível foi apresentada por A.G. Tielens e colaboradores.⁵ Segundo esses pesquisadores, os diamantes interestelares seriam o resultado da metamorfose de grãos de carbono amorfo e grafite preexistentes no meio interestelar. Tal metamorfose se produziria em consequência das colisões entre grãos promovidas por passagens de ondas de choque, como as presentes nas redondezas de supernovas.

Em seu conjunto, essas tentativas de compreender os mecanismos que permitiriam à natureza formar diamantes em condições tão diversas das conhecidas na Terra podem resultar em métodos mais eficientes de condensar espécies cristalinas úteis à sociedade. Há ainda muito o que aprender, mas a imagem que associa as estrelas a diamantes pode vir a se transformar numa realidade do maior alcance no âmbito da tecnologia.

¹ *Nature*, vol. 326, pp. 160-162, 1987

Nature, vol. 332, pp. 611-613, 1988

² *Nature*, vol. 333, pp. 440-442, 1988

³ *Annales d'Astrophysique*, vol. 30, p. 1.039, 1967

⁴ *Nature*, vol. 334, pp. 327-329, 1988

⁵ *Astrophysics Journal*, vol. 109, 1987

Jacques Danon e Sayd Codina
Observatório Nacional

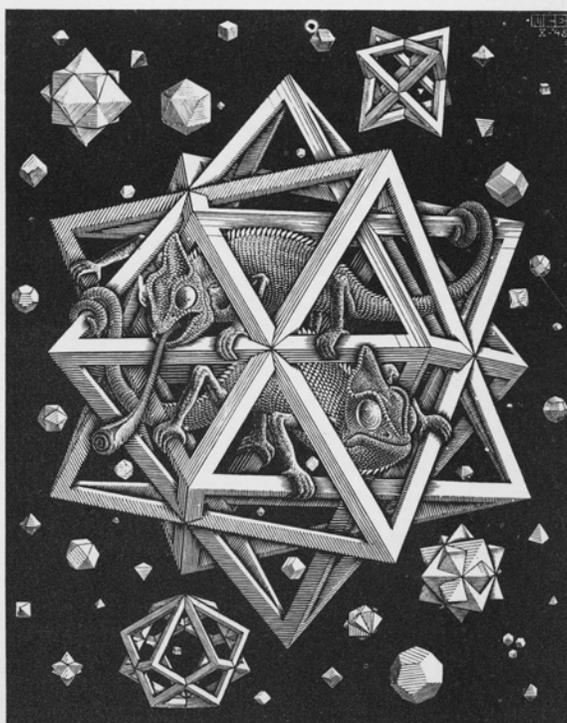


Ilustração M. C. Escher

VIROLOGIA

A 'EVOLUÇÃO' DO VÍRUS DA AIDS

O surgimento da síndrome de imunodeficiência adquirida (AIDS) e a descoberta de que seus agentes etiológicos são os vírus HIV contribuíram para uma grande renovação do interesse pelo estudo da evolução ou filogenia dos retrovírus. Por suas propriedades morfológicas e biológicas e pela organização e homologia de sua constituição genética, os vírus HIV são classificados, juntamente com outros retrovírus exógenos ditos 'lentos' (porque seus efeitos patológicos manifestam-se longo período após a infecção), na subfamília Lenti-virinae, da família dos Retroviridae (ver 'AIDS', em *Ciência Hoje* n° 27).

Estudos que compararam os dois tipos de HIV (HIV-1 e HIV-2) com o vírus SIV, que é o agente causador da imunodeficiência em símios, demonstraram que o HIV-2 se relaciona mais proximamente com o SIV que com o HIV-1. Esses dados obrigam, portanto, a uma revisão da hipótese, amplamente aceita, de que os vírus humanos teriam se originado por infecção transmitida de uma para outra espécie animal ou por mutação de um retrovírus humano provavelmente não patológico.

A grande variabilidade do material genético dos vírus HIV e a escassez do repositório 'fóssil' disponível dificultam os estudos de sua filogenia. Para vencer esses obstáculos, T.F. Smith e colegas* analisaram recentemente duas amostras de SIV, duas de HIV-2 e cinco de HIV-1 (uma isolada em 1976 e quatro entre 1983 e 1985), alinhando comparativamente as seqüências de um dos genes desses vírus. Alinhamentos de cada par de amostras foram combinados e ajustados de modo a minimizar o número de substituições de nucleotídeos (as unidades químicas que constituem o ADN) e permitir uma estimativa conservadora das diferenças de seqüências e dos intervalos de tempo em que ocorreram.

Uma análise matemática especial permitiu a construção de uma 'árvore filogenética' baseada na variabilidade nucleotídica. Os resultados confirmaram a existência de um relacionamento mais próximo entre SIV e HIV-2 do que entre estes e HIV-1. Com exceção daquela isolada em 1976, as amostras de HIV-1 aparecem igualmente distanciadas de um hipotético ancestral comum HIV-2/HIV-1.

Assumindo que as constantes de mutação e de fixação para os vírus estudados têm sido uniformes, e considerando o intervalo de sete anos que separa a amostra de HIV-1 de 1976 das mais recentes, os autores calcularam progressões de $11,60 \pm 2,0$ e de 21 ± 5 mutações em mil, por ano, para os vírus HIV-1 e HIV-2, respectivamente. O valor obtido para HIV-1 indica 1951 como a data mais recente de divergência equidistante HIV-1/HIV-2, o que sugere que a doença teria existido no mínimo durante os últimos 37 anos, tempo em que se teria processado uma diversificação crescente, em paralelo com o curso de epidemias sucessivas ocorridas em diversos países da África, no Haiti e nos Estados Unidos.

Até o momento, não há informação sobre seqüências de um número suficiente de vírus isolados e caracterizados que pudessem corroborar a exatidão dessas correlações lineares de mutabilidade ao longo do tempo. Seqüências isoladas mais remotamente, tanto do homem quanto de macacos, seriam especialmente bem-vindas. O mais provável, no entanto, é que a possibilidade de identificação de tais 'fósseis' esteja diminuindo à medida que o vírus e a doença continuam a se expandir.

* *Nature*, vol. 333, pp. 573-575, 1988

Hélio Gelli Pereira e Ricardo Galler
Fundação Instituto Oswaldo Cruz

BIOQUÍMICA

DOENÇAS PARASITÁRIAS E METABOLISMO

Sabe-se há muito que a capacidade que têm os organismos de metabolizar drogas é determinada não só pela espécie e o sexo mas por fatores hormonais, fisiológicos, nutricionais e ambientais. Não surpreende, portanto, que estudos recentes demonstrem que as infecções parasitárias afetam essa capacidade.*

Nos mamíferos, o metabolismo de drogas tem lugar principalmente no fígado e, em menor extensão, no baço, nos pulmões, nos rins, nos intestinos, nos tecidos cerebrais e nos glóbulos vermelhos do sangue.

Assim, os parasitas que usualmente se localizam nesses tecidos — como as amebas, os vermes *Fasciola* e *Schistosoma* e o protozoário da malária, *Plasmodium* — são os que têm maior probabilidade de alterar a capacidade do hospedeiro de promover a biotransformação de drogas.

A velocidade do metabolismo de drogas *in vivo* está geralmente ligada aos níveis de enzimas-chaves, como o citocromo P450 e a NADPH-citocromo P450 redutase (ver 'A metabolização das drogas'). Fizeram-se vários estudos experimentais em

hospedeiros infectados, para determinar sua capacidade de transformar drogas. Tais estudos registram os níveis dos componentes do sistema microsomal de transporte de elétrons, bem como a biotransformação de drogas clássicas (como a desmetilação da aminopirina, antigamente usada como analgésico e antitérmico). Diversos resultados indicam que vários mamíferos, quando infectados por protozoários e helmintos, tornam-se menos capazes de metabolizar drogas.

Os mecanismos responsáveis por essa inibição ainda não foram suficientemente esclarecidos e parecem variar com o tipo de infecção. Nas doenças caracterizadas pela lesão progressiva do fígado, como a fasciolíase, a esquistossomose e a amebíase hepática, a redução da capacidade de metabolizar drogas seria uma das conseqüências da disfunção generalizada do órgão. No caso de outras infecções, sugerem-se mecanismos mais específicos. Na malária, por

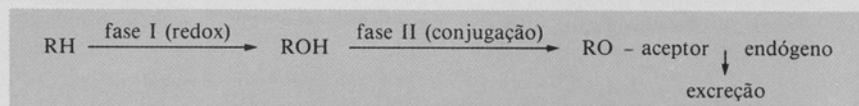
A METABOLIZAÇÃO DAS DROGAS

Se a primeira linha de defesa do organismo contra infecções parasitárias é o sistema imune, a defesa dos mamíferos contra compostos exógenos (drogas, também chamadas xenobióticos) depende de um sistema metabólico específico. Conhecido como metabolismo de drogas, ele compreende uma série de reações que levam à eliminação dos compostos estranhos (como poluentes, medicamentos e inseticidas). Do ponto de vista evolutivo, acredita-se que, à medida que as plantas desenvolveram substâncias de defesa contra agentes lesivos, como insetos e predadores, os herbívoros, que ingerem essas substâncias, desenvolveram mecanismos para interagir com elas. Nosso sistema de metabolismo de drogas teria surgido, portanto, a partir do meio de defesa usado pelos herbívoros contra os xenobióticos naturais produzidos pelas plantas (alcalóides, terpenóides, fenóis e outros).

Os xenobióticos que atingem os tecidos são em geral solúveis em lipídios (gorduras), o que lhes permite atravessar as membranas das células e ser transportados nos fluidos biológicos por lipoproteínas. Seu destino final é o mesmo dos produtos inúteis ou tóxicos do metabolismo normal: a eliminação por excreção, sobretudo pelas vias urinária e biliar. Para isso, são transformados, pelo processo metabólico, em compostos solúveis em água e portanto mais facilmente excretáveis. Em geral essa transformação se dá em duas fases, mostradas esquematicamente na figura.

Na fase I, caracterizada sobretudo por reações que envolvem transferência de

elétrons, enzimas catalisam a introdução na molécula de um ou mais grupos polares (geralmente oxigênio), o que a torna mais solúvel em água e um melhor substrato para as reações da fase II. Estas são reações de conjugação, em que o xenobiótico ou a molécula que resultou da fase I, contendo grupos funcionais polares, liga-se a aceptores endógenos, tornando-se ainda mais polar.



Embora essas reações integrem um processo de detoxificação ou de proteção, em certas condições elas podem, paradoxalmente, converter os xenobióticos em derivados ainda mais tóxicos. Há registro de casos em que os efeitos deletérios de xenobióticos resultam da ativação metabólica de grupos inócuos, que se transformam em intermediários extremamente reativos e lesivos. Em contrapartida, a eficácia terapêutica de muitos medicamentos deriva exatamente de seus produtos metabólicos. Por isto, o estudo do metabolismo de drogas é fundamental para a compreensão e manipulação do tênuo equilíbrio existente entre os processos de detoxificação e toxificação que resultam da interação dos xenobióticos com os sistemas biológicos que os transformam.

As enzimas envolvidas no metabolismo de drogas localizam-se no retículo endoplasmático (rede contínua de membranas lipoprotéicas que se estende da mem-

brana plasmática ao núcleo e às mitocôndrias da célula). Quando o material biológico é homogeneizado numa espécie de liquidificador, o retículo sofre uma extensa ruptura, formando vesículas fechadas (os chamados microsossomos), que são utilizadas em estudos *in vitro*. O retículo endoplasmático da maioria dos tecidos e, conseqüentemente, os microsossomos dele derivados contêm, firmemente ligadas à

membrana, flavoproteínas e hemoproteínas, que participam de reações de transporte de elétrons (o sistema microsossomal de transporte de elétrons, responsável pelas reações da fase I). Destas, dois tipos são possíveis e caracterizam o metabolismo redutivo e o metabolismo oxidativo da droga. No primeiro, elétrons provenientes de certas células biológicas (NADH e NADPH) são entregues ao xenobiótico, que se torna reduzido (com excesso de elétrons). No metabolismo oxidativo, é o oxigênio que fica reduzido após receber elétrons do NADPH e do xenobiótico, que se tornam oxidados (deficientes em elétrons). Entre as enzimas importantes no metabolismo de drogas destacam-se o citocromo P450 e a NADPH-citocromo P450 redutase. Qualquer alteração de seus níveis (por síntese ou degradação) ou de suas estruturas (conformações) afeta a metabolização de drogas.

exemplo, o decréscimo do metabolismo de drogas seria conseqüência da diminuição dos níveis de citocromo P450. A biossíntese dessa hemoproteína — que possui o grupo heme, o mesmo da hemoglobina — ficaria prejudicada por alterações das vias de biossíntese e pela degradação do grupo heme que ocorrem durante a malária e se evidenciam pelo acúmulo de hemozoina (pigmentos da malária) nos tecidos hepáticos. Mais estudos serão necessários para determinar o mecanismo da inibição do metabolismo de drogas por infecções parasitárias, e em todos os casos será importante avaliar a possibilidade de que essa inibição seja um reflexo de alterações da resposta imunológica do hospedeiro durante

as infecções. De fato, certos elementos que influem no sistema imune também diminuem os níveis dos componentes do sistema microsossomal de transporte de elétrons (ver 'Metemoglobinemia' em *Ciência Hoje* n° 32).

Além de estudos *in vitro*, alguns estudos *in vivo* demonstram a mesma tendência à inibição da biotransformação de drogas em organismos infectados por parasitas. Pacientes com malária, por exemplo, eliminam a quinina mais lentamente que as pessoas sãs. Resultados como este apontam novas pistas e abordagens experimentais para a compreensão de dados clínicos recentes, que revelam a ineficiência da primaquina na terapia radical de infecções por *Plasmodium vivax* (apresentados na II

Reunião Nacional de Pesquisadores em Malária, realizada em junho de 1988, em São Paulo).

Incluir as infecções parasitárias entre os múltiplos fatores que modulam a metabolização de drogas significa um grande desafio para a formulação de tratamentos eficientes para essas doenças. Afinal, a atividade farmacológica, a eficácia e também a toxicidade de uma droga dependem precisamente de sua biotransformação.

* *Parasitology Today*, vol. 4, p. 4, 1988

Ohara Augusto
Instituto de Química,
Universidade de São Paulo

Conheça tudo o que a Elebra faz.

A Elebra contribui com avançados produtos e serviços nas seguintes áreas da Eletrônica Digital:

- **Telecomunicações:** sistemas de transmissão digital, comunicação de texto, comutação pública, sistemas de comunicação privada (PABX).
- **Periféricos:** impressoras, unidades de disco rígido e flexível, e fitas magnéticas.
- **Computadores:** computadores de médio porte, sistemas e rede de computação.
- **Controles:** equipamentos para automação industrial e controle de processos.
- **Sistemas de Defesa:** radares e console de controle de tráfego e defesa aérea e eletrônica de bordo de aviões.
- **Microeletrônica:** componentes semicondutores, projetos de circuitos integrados, dispositivos optoeletrônicos ativos e passivos.
- **Comunicação de Dados:** modems de alta e baixa velocidade.

Agora, conhecendo o que a Elebra faz, só falta conhecer a qualidade e a tecnologia de seus produtos e serviços.



Telecomunicações • Periféricos • Computadores • Controles • Sistemas de Defesa • Microeletrônica • Comunicação de Dados.



A JANELA DE OPORTUNIDADE, O PULO DE SAPO E O VÔO DOS GANSOS
SURGE UM NOVO PARADIGMA INDUSTRIAL

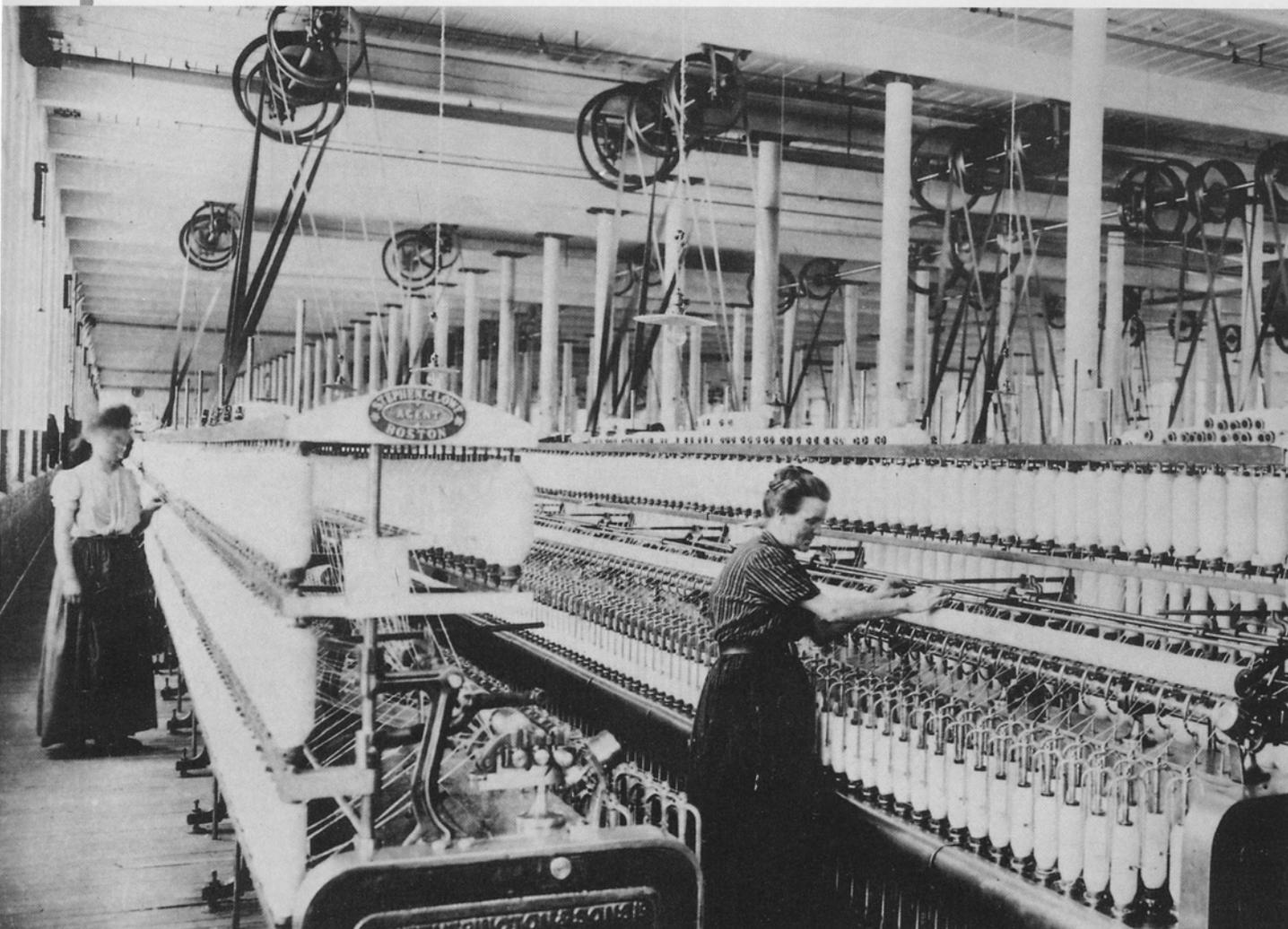


foto Agência Keystone

Amaury Porto de Oliveira
Embaixador do Brasil em Cingapura

Continua a tomar corpo no Japão um paradigma econômico capaz de substituir aquele que herdamos da Revolução Industrial do século XIX.

O novo modelo já se difunde pela orla asiática do Pacífico, que vive hoje sob o signo do 'reajustamento'. Quando se consideram os processos em curso na região, torna-se possível reconhecer que o centro econômico do mundo começa a se deslocar para lá.

Quero de início pôr em realce duas noções, de cuja premência para o Brasil parece-me indispensável que se convençam os brasileiros. A primeira é a de que a ordem econômica imperante no mundo está em via de ser substituída por uma nova ordem, cujos sinais se revelam por toda parte; as economias industrializadas de mercado aproximam-se de um momento de ruptura. A segunda é a de que momentos como o atual são momentos de liberdade; as regras do velho jogo econômico estão superadas e, enquanto se discutem as futuras regras, torna-se possível, para países marginalizados na partida anterior, tomar um lugar à mesa. Abre-se para eles uma 'janela de oportunidade' que deve ser aproveitada com rapidez, até o fim do século, o mais tardar.

Para melhor captar essas duas noções, convém partir do reconhecimento de que a revolução industrial, iniciada na Inglaterra no final do século XVIII, desdobrou-se até agora em dois períodos bem distintos. É lícito falar da primeira e da segunda revoluções industriais, o que, por sua vez, permite postular a aproximação de uma terceira. A diferença essencial entre as duas foi que cada uma seguiu um modelo próprio de crescimento econômico, com tendência universalizante. E, em cada uma, houve um país de aptidão hegemônica, pronto a assumir a responsabilidade de manter o dinamismo do modelo específico.

O modelo indicador de uma nova revolução industrial não consiste apenas num conjunto de inovações no subsistema técnico-econômico. Para se poder falar de novo paradigma, a renovação tecnológica deve estar associada a modificações substanciais também no subsistema socioinstitucional. Sem uma interação profunda e mutuamente estimulante entre as alterações em marcha nos dois subsistemas, não se há de consolidar o impulso dinâmico que força a passagem para uma nova ordem industrial.

Quero lembrar uma teoria muito em voga nos últimos tempos, depois de ter sido mantida em esquecimento durante o quarto de século que se seguiu à Segunda Guerra Mundial, período da expansão triunfante do modelo americano. Trata-se da teoria dita dos ciclos longos, inicialmente proposta pelo russo Kondratiev, desenvolvida no romper dos anos 40 pelo austro-americano Schumpeter e hoje avidamente estudada em universidades e células de reflexão por toda parte. Essa teoria procura mostrar que, subjacentemente às revoluções industriais, as economias industriali-

zadas têm evoluído segundo ciclos de cerca de 60 anos, cada um comportando um meio-ciclo de expansão e outro de declínio. A primeira revolução industrial cobriu dois ciclos longos. A segunda está vivendo o meio-ciclo de declínio do seu segundo ciclo longo. E tudo indica que a postulada terceira revolução coincidirá com a virada para um novo ciclo de expansão.

Utilizo essa teoria como hipótese de trabalho, cedendo à verificação de que ela não só ajuda a organizar os fatos estabelecidos pela observação como dá esperança a países como o Brasil, estimulando-nos a nós, brasileiros, a trabalhar com urgência. É dela que emergem as noções antes referidas de ruptura e de 'janela de oportunidade', que se completam com a idéia do 'pulo de sapo' tecnológico.

Tornou-se incorreto dizer que o Japão está copiando a produção norte-americana com métodos mais econômicos. Ou que os japoneses estão levando a produção em massa à sua conclusão lógica. Algo novo está ocorrendo.

'Pulo de sapo' é o esforço consciente e congruente que faz um país para passar por sua 'janela de oportunidade', capacitando-se em tecnologia rica de futuro, isto é, destinada a figurar na base do paradigma em gestação, que modelará a próxima revolução industrial. Foi dando esse 'pulo' na indústria química e nos eletromecânicos que, no final do século XIX, a Alemanha logrou atrelar-se ao trem da segunda revolução. Hoje, a Coreia do Sul já parece ter pulado para os trilhos da terceira revolução, capacitando-se no setor dos microcomponentes da indústria eletrônica. Na América Latina, o Brasil parece ser o país com maiores potencialidades para dar agora seu 'pulo de sapo'.

A noção de 'pulo de sapo' pode ser aproximada da de 'arranco' (*take off*), proposta por Walt Rostow, que teria como pré-condições: o rápido aumento da taxa de investimento produtivo, o desenvolvimento acelerado de um ou mais setores manufatureiros básicos e a gênese de um arcabouço político, social e institucional que aproveite os impulsos expansionistas das indústrias modernas e os efeitos positivos da economia externa ao próprio arranco. Estas teses, porém, pressupõem uma visão linear da evolução histórica da economia, segundo a qual 'arrancam' as economias que sa-

bem se preparar para tanto. Numa visão cíclica da história, o avanço ou atraso das economias não é fruto do acaso, e o avanço de umas acarreta o atraso de outras. O 'pulo de sapo' eventual dos atrasados não pode acontecer a qualquer momento — exige a 'janela de oportunidade'. Daí o sentido de urgência.

Voltemo-nos agora para a bacia do Pacífico Norte. Na perspectiva da terceira revolução industrial, importa distinguir ali sete regiões: 1) os Estados Unidos (EUA), trazendo em sua órbita o Canadá e eventualmente o México; 2) o Japão, potência regional com economia de dimensão e impacto mundiais; 3) os novos países industriais (NPIs), isto é, a Coreia do Sul, Taiwan, Hong Kong e Cingapura; 4) os

países da ASEAN, excluída Cingapura, que são Brunei, Filipinas, Indonésia, Malásia e Tailândia; 5) a China; 6) os países oceânicos membros da OCDE, Austrália e Nova Zelândia, que, embora situados no hemisfério Sul, participam ativamente do processo de cooperação regional sustentado pelos países do Norte; 7) a União Soviética, que vem se empenhando muito por se entrosar nesse processo.

Neste último quartel do século, o processo central da evolução que tem lugar em toda a bacia do Pacífico Norte é a cooperação/confrontação EUA-Japão. O modelo da segunda revolução industrial já deu o que podia dar. Tornou-se inoperante mesmo nos EUA, que o universalizaram e sobre ele construíram sua hegemonia mundial. Ele foi, desde o início, um modelo extremamente malbaratador de energia e de recursos naturais. Na abertura dos anos 70, quando se deu a virada de um meio-ciclo de expansão para o atual, de declínio, os 6% da população mundial concentrados nos EUA consumiam cerca de 30% das matérias-primas e da energia consumidas no mundo. Desde então, acentuou-se a polarização sobre o mercado americano. Para grande número de países em desenvolvimento, em especial dos NPIs, vender para os EUA tornou-se necessidade primordial. ▶

Isto repousa, porém, sobre terreno mo-vedição. Os EUA vêm podendo consumir mais do que produzem porque o afluxo de dinheiro externo lhes tem permitido absorver a produção excedente de seus principais parceiros comerciais. Entre 1982 e 1987, os EUA deixaram de compensar com exportações 550 bilhões de dólares correspondentes a bens e serviços consumidos em excesso pela população do país. Em 1986 e 1987, os EUA pagaram com dinheiro de fora um total de cerca de 3,4 bilhões de dólares de bens e serviços.

O déficit na balança comercial e o conseqüente crescimento da dívida externa dos EUA vêm tendo sobre a economia mundial, na fórmula feliz de dois professores da Califórnia, efeitos comparáveis aos de um buraco negro cósmico: ameaça produzir transformações profundas e imprevisíveis na estrutura da economia mundial. Na verdade, transformação de monta já está em via de se consolidar. O reverso do endividamento americano é a ascensão do Japão a líder das finanças mundiais.

Note-se que boa parte da produção surgida fora dos EUA para servir ao mercado americano representa simples deslocamento da produção americana, daí resultando o crescente esvaziamento da indústria daquele país. De fato, se durante a maior parte do século XX os EUA foram os principais fornecedores de material industrial avançado para o resto do mundo, ao longo dos anos 70 os industriais americanos começaram a fechar suas fábricas para se dedicar a atividades mais imediatamente rentáveis. A tendência fortaleceu-se nos anos 80. Em 1981, as exportações de

equipamentos mecânicos e elétricos pelos EUA ainda eram superiores em 60% às importações desse mesmo material. A penetração de equipamentos estrangeiros cresceu de tal modo que, em 1985, o país já se transformara em importador líquido nesse setor. No caso das máquinas-ferramentas, equipamento agroalimentar, material telegráfico e telefônico, transformadores e máquinas têxteis, as exportações americanas mal correspondiam à metade das importações. Os grandes beneficiários vinham sendo o Japão e os NPIs.

A indústria americana tem sofrido verdadeira devastação. Em setor após setor, fábricas foram sendo fechadas, linhas de produção suprimidas, e muitas firmas se transformaram em organizações de comércio para a distribuição de produtos de outros fabricantes. Generalizou-se a prática do *outsourcing*: a compra, fora de firma, de produtos acabados ou de componentes, para comercialização sob a velha marca. Mesmo gigantes como a IBM ou a GE recorrem a esse expediente. Uma análise da *Data Resources* mostra que 21% dos produtos manufaturados vendidos nos EUA em 1985 era importados. Só o Japão supriu o mercado americano, naquele ano, de cinco bilhões de dólares de bens acabados, oi-

to bilhões de dólares de componentes e quatro bilhões de produtos sem fabricação conhecida nos EUA.

O Japão procura marchar no sentido oposto ao dos EUA. Firms comerciais tradicionais buscam diversificar-se, entrando no campo da produção industrial. Quando, a partir de 1985, o iene (moeda japonesa) começou a se fortalecer, muitos analistas pensaram ver o Japão caindo na espiral do esvaziamento industrial. Uma grande vaga de transnacionalização de firmas japonesas sobreveio de fato, mas, como veremos adiante, o entrosamento do país com as sub-regiões da orla asiática do Pacífico vem dando novo vigor à indústria japonesa, voltada no momento, prioritariamente, para o mercado interno. Em 1987, este absorveu mais de 50% da produção industrial do país.

Será válido falar-se já de um modelo de crescimento econômico japonês, em via de separar-se do modelo americano? Ainda é parca a evidência para uma resposta cabal. Já há, contudo, indícios suficientes para delinear a imagem de um fato novo em gestão. Tornou-se totalmente incorreto dizer que o Japão está copiando a produção americana, apenas com métodos mais econômicos. Tampouco é certo que os japo-

A flexibilidade é uma noção chave para que se entenda a transformação industrial em curso. Os métodos do fordismo, revolucionários em outra época, surgem agora como freios.



foto Agência Keystone

neses estejam levando a produção em massa, típica do fordismo, à sua conclusão lógica. Algo novo se configura. Os industriais japoneses conseguem reduzir a um mínimo o acervo de partes para a produção e o acúmulo de produtos acabados. Aperfeiçoam o fluxo dos materiais. Melhoram os processos de controle da qualidade. Reduzem de forma substancial o conteúdo de trabalho de seus produtos. Digna de nota é a modificação no relacionamento entre a produção e a estratégia geral das firmas. Os japoneses mostram-se mestres no gerenciamento da evolução contínua do processo produtivo. E é essa capacidade — e não, por exemplo, a de operar usinas automatizadas — que se vai transformando na pedra de toque da competitividade industrial. O Japão tem usado sua capacidade manufatureira como arma de competitividade internacional.

Neste tumultuado último quartel do século XX, vai-se tornando amplamente aceito que os conjuntos de técnicas reunidas sob as designações genéricas de tecnologia da informação, biotecnologias e novos materiais estarão na base da transformação que possa ocorrer na ordem industrial mundial. O país que deseje figurar entre os mais avançados no século XXI deve graduar-se em alguns segmentos desses três terrenos. Os EUA continuam à frente em numerosos setores científicos e tecnológicos. A capacidade de inovar da sociedade americana mantém-se intacta, inclusive nas três áreas básicas mencionadas. Mas, além de se verem inexoravelmente açoitados pelo Japão no terreno das novas tecnologias, os EUA estão perdendo vigor diante dos japoneses no que tange à coerência do avanço tecnológico com as exigências do subsistema socioinstitucional.

Um estudo de 1986, utilizado em artigo publicado no n.º 64 da *Harvard Business Review*, mostrou como os americanos estavam aproveitando mal os sistemas de manufatura flexível (FMS, na sigla inglesa). Trata-se da maneira inovadora de organizar o trabalho numa fábrica, apoiada numa das noções-chaves da transformação industrial em curso: a flexibilidade. Esta pode ser estática, indicando a capacidade da firma de ajustar com rapidez suas operações em resposta às mensagens do mercado, ou dinâmica, denotando a capacidade de melhorar continuamente a produtividade através de aperfeiçoamentos do processo produtivo e da inovação de produto. Em fases de transição como a deste fim de século, crucial é a flexibilidade dinâmica, terreno onde os japoneses vêm se destacando dos americanos. Os métodos do fordismo, revolucionários numa outra época, surgem agora como freios para a flexibilidade dinâmica. O estudo referido mostrou, por exemplo, que o ritmo de introdução de novos produtos graças aos FMS era 22 vezes maior no Japão que nos EUA, onde, com poucas exceções, esses sistemas mostravam-se surpreendentemente pouco flexíveis, operando em muitos casos pior que os métodos convencionais que tinham substituído.

Em 1981, o famoso MITI, o ministério japonês da indústria e comércio, adotou um plano de dez anos para promover atividades de pesquisa e desenvolvimento (p&d) num número restrito de terrenos, com ênfase especial nos novos materiais, biotecnologias e inteligência artificial. Em 1982, o *Keizai Doyukai* (Comitê para o Desenvolvimento Econômico), associação que

congrega a parte mais esclarecida do grande empresariado, replicou com um estudo que definia 11 áreas em que o Japão deveria se esforçar por assegurar a liderança mundial. São elas: biotecnologia, computadores e novos dispositivos eletrônicos, telecomunicações, *lasers*, robôs industriais, engenharia, desenvolvimento urbano, indústria aeroespacial, usinas nucleares para geração de eletricidade, trabalho no fundo dos oceanos e novos materiais.

Em alguns desses terrenos — *lasers*, indústria aeroespacial, trabalho no fundo dos

oceanos — o Japão está em atraso com relação aos outros grandes países industrializados. Em outros — nucleletricidade, engenharia e desenvolvimento urbano — é equiparável aos demais. Nas tecnologias de ponta, o país avança com segurança e vem pondo em xeque a liderança dos EUA. Na indústria eletrônica, por exemplo, cuidou de fazer-se presente através de uma atividade altamente protegida e subsidiada pelo Estado. As importações foram por muito tempo contingenciadas e os investimentos estrangeiros praticamente proibidos. As firmas americanas tiveram em geral de licenciar suas tecnologias, negociando diretamente com o poderoso MITI, que repartia as licenças entre os grupos japoneses. A indústria dos semicondutores cresceu no Japão de forma tão concentrada e integrada que, em vários de seus segmentos, o país já tomou a dianteira sobre os EUA.

Parece possível, portanto, prognosticar um primeiro ciclo longo kondratieviano para a terceira revolução industrial, na qual o papel propulsor caberá à parceria EUA-Japão, o primeiro passando o bastão ao segundo. Será ousado, porém, adiantar que o ciclo longo subsequente verá a maturação da terceira revolução industrial sob a liderança do Japão. A única base para isso seria uma analogia com a ascensão hegemônica da Inglaterra e dos EUA no segundo ciclo da primeira e da segunda revolução, respectivamente, e não é prudente impor normas à história.

A extraordinária recuperação econômica do Japão após a Segunda Guerra Mundial e os êxitos que vem obtendo na criação de um novo paradigma industrial são muito ajudados pelo fato de encontrar-se o país, há mais de 40 anos, protegido pelo guarda-sol militar americano, proteção que se estende às rotas marítimas que utiliza. Liberto do ônus de gastos militares, tolhido constitucionalmente em eventuais ambições expansionistas, o Japão redirecionou suas energias nacionais para a busca de um crescimento econômico bem sustentado. Evidentemente, toda uma série de fatores estruturais propriamente japoneses permitiu ao país tirar proveito máximo da situa-

ção favorável em que veio a se encontrar. Acentuemos: o papel do MITI como ágil promotor dos setores ricos de futuro e liquidador indulgente dos setores que perderam competitividade; o nível muito elevado da poupança nacional; a reserva do mercado doméstico para firmas japonesas, salvo num punhado de manufaturas especializadas; a qualidade excepcional da força de trabalho japonesa.

Menção especial merecem os amplos e crescentes créditos, públicos e privados, destinados no Japão às atividades de pesquisa e desenvolvimento (p&d). A proporção do produto interno bruto (PIB) alocada ao setor está praticamente dobrando na década em curso: de 2% em 1980, deverá atingir 3,5% em 1990. Por outro lado, os EUA estabilizaram seus gastos com p&d em cerca de 2,7% do PIB. Se considerarmos somente a pesquisa não militar, o Japão já emparelha com os EUA nas verbas para p&d e tomará a liderança em meados dos anos 90. Com a circunstância de que, no país asiático, a proporção da p&d paga e feita pela própria indústria é bem maior que nos EUA ou na Europa.

Nos anos 60, quando o Japão acelerou sua reindustrialização, as firmas japonesas optaram por importar as técnicas necessárias para a modernização e racionalização de suas usinas e equipamentos. Assim foi que a siderurgia modernizou suas aciarias, trazendo de fora a tecnologia da injeção de oxigênio e do fluxo contínuo. A indústria química importou as tecnologias para o fabrico do náilon e do poliéster, e assim por diante. Tudo isso feito, é claro, no quadro ▶

No Japão, a percentagem do produto interno bruto destinada a atividades de pesquisa e desenvolvimento está praticamente dobrando na década em curso. Chegará a 3,5% em 1990.

de uma política coordenada de investimentos em fábricas e equipamentos, sob a orientação do MITI. A idéia era competir o mais possível com firmas rivais do exterior, encurtando o tempo necessário para alcançar seu nível de competência. Com esse intuito, o conteúdo das tecnologias a serem importadas era submetido antes da compra a meticoloso exame, procedendo-se quando necessário a modificações que as adaptassem ao sistema japonês de produção. Atenção especial era dada à criação de complementaridades entre as tecnologias importadas e a p&d em curso no plano doméstico. Nos anos 70, o Japão — que desde a década anterior já investia anualmente cerca de 1,5% do PIB em p&d — pôde passar gradualmente de uma grande dependência de tecnologias importadas para um desenvolvimento tecnológico próprio. Todo esse processo trouxe à situação atual, em que o Japão aparece como um dos líderes mundiais da p&d de ponta, centro inovador caracterizado pela habilidade em amalgamar técnicas oriundas de múltiplos setores convencionais, criando tecnologias totalmente novas.

Cabe assinalar que, ao lançar-se nos anos 60 em uma política de importação de tecnologias, o Japão já se tinha dotado de boa dose daquilo que os especialistas chamam de capacitação da sociedade para absorver tecnologia. Para isso contribuíram: a) os recursos humanos, ou seja, empresários e gerentes de boa qualidade, força de

Voltemo-nos agora para a orla pacífica, onde se situam os NPIs asiáticos, os países da ASEAN e a China. Em seu desenvolvimento, o Japão entrosou-se crescentemente com essas três sub-regiões, muito embora o fortalecimento dos NPIs tenha começado sob a égide dos EUA. A Coreia do Sul e Taiwan são bastiões do dispositivo militar americano na confrontação com o mundo comunista. Hong Kong será uma colônia da Grã-Bretanha até 1997. E Cingapura (como os demais países da ASEAN) é um dos famosos 'dominós', recebedores de grande atenção do Ocidente para evitar que caíam, ante a vitória comunista no Vietname. O posicionamento ideológico anticomunista adotado pelos quatro países em causa atraiu para eles muita ajuda americana e abriu-lhes o mercado dos EUA em condições favorecidas. No período 1951-1965, Taiwan recebeu dos EUA subsídios que se elevaram a 1,5 bilhão de dólares; em termos *per capita*, trata-se de um dos mais altos níveis conhecidos internacionalmente. E o país foi ainda suprido pelos EUA com 2,5 bilhões de dólares em equipamentos militares, boa parte dos quais, em outras circunstâncias, teria sido obrigado a comprar. Na Coreia do Sul, 77% da formação bruta de capital fixo no período 1953-1972 foram supridos por doativos americanos. Entre 1962 e 1966, estes representaram, somados aos de outros países ocidentais, 73% das entradas de divisas da República da Coreia.

contravam-se em plena fase ascendente de sua expansão político-econômica; ainda estava viva boa parte das aspirações reformistas que tinham caracterizado sua participação no conflito mundial. Algo bem diverso do que veio a acontecer nos anos 70, quando os desdobramentos das transnacionais americanas pelo exterior representaram sobretudo a busca de bolsões de mão-de-obra sub-remunerada, na esperança de melhorar a competitividade internacional de uma indústria que encetara seu declínio.

À parte Hong Kong, que tem características muito especiais, assinala-se que os NPIs asiáticos começaram sua industrialização recorrendo à chamada substituição de importações e orientaram-se depois para a promoção das exportações. A mudança de uma estratégia para outra é muitas vezes apresentada de forma esquemática, como se a 'promoção das exportações' fosse a fórmula mágica para o êxito de um país em busca de industrializar-se. A coisa não é assim tão simples. Taiwan e Coreia do Sul — os NPIs asiáticos de maior substância, capazes de fornecer exemplos para o Brasil, e sobre os quais vamos concentrar nossa atenção — evoluíram na verdade para uma estratégia em que a promoção das exportações é conduzida paralelamente com a substituição de importações. Esta última não se limita mais ao aproveitamento da 'vantagem comparativa' do trabalho barato e surge associada a um conjunto de outras medidas destinadas a proteger as indústrias nascentes e definir limites ótimos às exportações. Nesse nível, os produtos cuja importação se procura substituir são bens de capital e produtos intermediários. De forma correspondente, a promoção de exportações privilegia os produtos com maior densidade de capital e de tecnologia.

Por toda a orla asiática do Pacífico, há uma grande tomada de consciência daquelas duas noções que enfatizei de início: a de momento de ruptura e a de 'janela de oportunidade'. Seus governantes, empresários e acadêmicos mostram-se perfeitamente atentos ao fato de que, na perspectiva da passagem à terceira revolução industrial, a vantagem comparativa é dada, cada vez mais, pela aptidão do país a utilizar efetivamente as novas tecnologias, pela rapidez com que consiga assimilá-las no respectivo processo produtivo e pela eficiência relativa com que leve isso a cabo. No terreno, por exemplo, do relacionamento dos NPIs com os grupos transnacionais detentores da parte do leão nas tecnologias de ponta, a evolução a que me referi pode

Os países asiáticos em vias de industrialização intensiva não se limitam ao aproveitamento da 'vantagem comparativa' da mão-de-obra barata. Entre outras medidas, as indústrias nascentes são protegidas e se definem limites ótimos às exportações.

o trabalho qualificada e técnicos competentes, capazes de selecionar a tecnologia a importar; b) monitoramento e carreamento dos avanços tecnológicos do estrangeiro (as *trading* japonesas funcionaram grandemente como rede de captação de informações desse tipo, mundo afora, procedendo à redistribuição dos dados no respectivo grupo; tiveram também grande papel na seleção e negociação das importações de tecnologia); c) a existência de uma base social capaz de corresponder à elevação do nível tecnológico; e d) eficiente ação governamental na definição da política industrial e na capacitação dos recursos humanos.

Outro importante legado dos EUA aos NPIs asiáticos foi a reforma agrária que, sob sua impulsão e com sua ajuda técnica, se realizou na Coreia do Sul entre 1947 e 1950 e em Taiwan entre 1949 e 1953. As transformações sociais daí decorrentes permitiram a ampliação do mercado interno e facilitaram o crescimento da poupança doméstica. Foi só depois disso que os dois países deram início aos seus planos de industrialização. Vale lembrar que também no Japão o ocupante militar americano promoveu a reforma agrária, no período imediatamente posterior à Segunda Guerra Mundial. Naquela época, os EUA en-

ser simbolizada pelo esgotamento, nesses países asiáticos, da utilidade das 'zonas de processamento de exportações'. As velhas ZPEs cedem hoje lugar aos 'parques de ciência e indústria'.

Como foi dito, os NPIs têm importado a maior parte de sua tecnologia dos EUA e do Japão. Se tecnologia, evidentemente, não tem nacionalidade, seu exportador responde a situações nacionais que podem variar entre si. No pós-guerra, a expansão dos investimentos diretos americanos correspondeu à mundialização de um paradigma industrial triunfante, cada vez mais cioso da proteção de seus segredos tecnológicos e crescentemente intolerante com contesta-

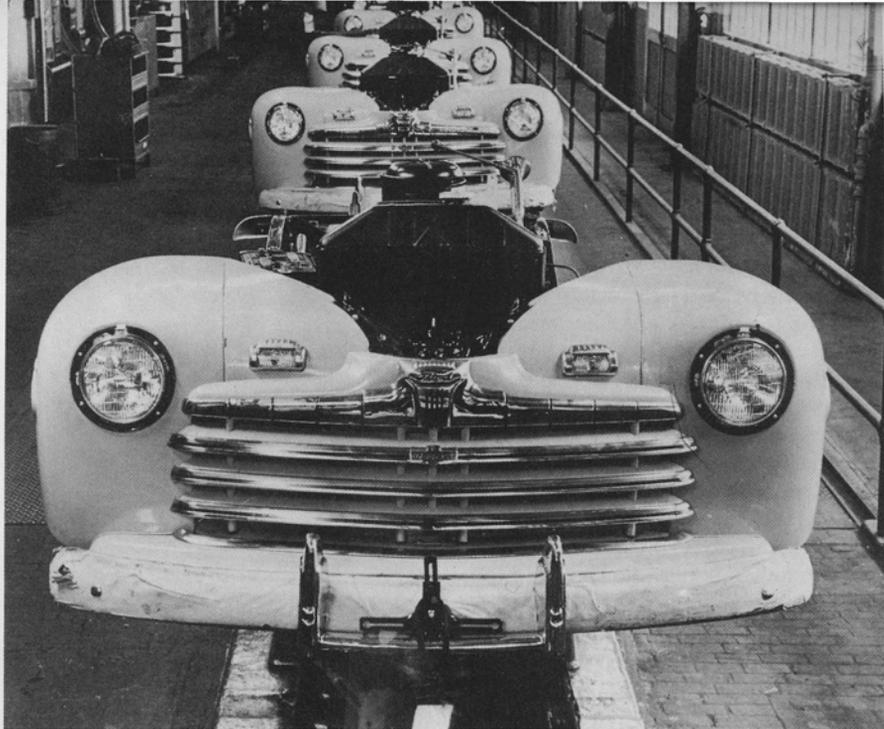


foto Agência Keystone

O Japão é o ganso-chefe que ocupa a ponta do bando, orientando as aves que levantaram vôo depois dele. Hoje, Tailândia e China Popular são dois países da região que estão em vias de ganhar os ares.

ções à sua hegemonia. No Japão, ao contrário, onde quase tinha de ser começado de novo, surgiu um impulso dinâmico que se tem propagado aos países vizinhos. O país teve de galgar, no período de uma geração, os estágios de novo país industrial, de país industrializado e de sociedade pós-industrial (outra maneira de designar as economias em processo de instalação da terceira revolução industrial).

A indústria japonesa tem estado ela própria na necessidade de elevar continuamente sua eficiência e seu nível tecnológico, e os países da orla asiática do Pacífico, em virtude de sua crescente vinculação com o Japão, vêm tendo a oportunidade (quase inexistente para aqueles ligados apenas aos EUA) de romper os sucessivos bloqueios externos à ascensão das respectivas economias a novos patamares tecnológicos. A reestruturação permanente do sistema produtivo do Japão transmite aos NPIs asiáticos uma dinâmica de competição com efeitos positivos. Em vez de provocarem a deformação ou a desestruturação dos espaços nacionais, os investimentos diretos japoneses tendem, a partir de certo momento, a estimular a busca local de autonomização econômica e de criação de bases próprias de industrialização. Um verdadeiro trem está em marcha na orla asiática do Pacífico. O impulso gerado pelo tandem Japão-NPIs começa a se propagar à ASEAN e à China.

Desde o final dos anos 70, os NPIs asiáticos e alguns países da ASEAN lograram melhorar o coeficiente de especialização de sua pauta de exportações, tanto em bens de capital como em produtos duráveis. Por trás disso houve uma intensificação das importações de tecnologia, tendo o Japão tomado a dianteira dos EUA como fornecedor. Embora continue a importar tecnologia de ponta dos EUA, o Japão costuma, à medida que o nível tecnológico de sua produção avança, transferir para os NPIs asiáticos as tecnologias e mesmo as indústrias que perdem rentabilidade nas condições econômicas do país. Há também um intercâmbio triangular entre os EUA, o Japão e os NPIs-ASEAN em matéria de transferência de tecnologia.

O fato de os NPIs asiáticos estarem se industrializando com tanta consistência e rapidez mostra que também eles tinham capacitação social para absorver tecnologia. Este é um fato a não perder de vista. A explosão econômica dos NPIs asiáticos não pode ser explicada sem uma referência contínua à evolução da cooperação/competição entre os EUA e o Japão, que é o processo central da bacia do Pacífico Norte neste final do século XX. Mas a capacidade, demonstrada por alguns países, de bem aproveitar as condições externas para se elevar econômica e socialmente tampouco pode ser explicada se não se consideram fatores próprios a cada um de-

les. Assim, por exemplo, a existência do que se pode chamar um projeto nacional, o que suscita boa dose de consenso de burocracias com forte sentido de orgulho pela obra em curso, de elites tecnocráticas em geral competentes e pouco sensíveis à corrupção, de perspicazes e ágeis homens de negócios. É grande também o cuidado com a formação de recursos humanos (educação e treinamento), terreno em que é substancial a ajuda prestada aos NPIs pelo Japão.

Os NPIs asiáticos têm demonstrado saber o que querem e para onde vão. Sendo levados, na busca de tecnologia para seu próprio avanço industrial, a se relacionar com as empresas transnacionais, fazem-no de maneira adulta e destemerosa, guiados por uma clara visão do interesse nacional. Na Coreia do Sul, por exemplo, o governo fez-se sempre presente na seleção dos projetos para os quais as transnacionais eram chamadas. Regras muito estritas foram sempre impostas na repartição dos capitais em cada empreendimento, tendo o país preferido sempre o caminho das *joint-ventures* entre as transnacionais e os grandes conglomerados nacionais.

Para assimilar as tecnologias que recebem de fora, os NPIs têm necessitado desenvolver e ampliar seu próprio esforço de p&d. Consideráveis recursos são dedicados a esse fim, em especial na Coreia do Sul. Os gastos públicos e privados com p&d no país, que representaram 2,6% do PIB em 1987, devem se elevar a 3% no início dos anos 90, podendo chegar no final do século a 6%, proporção igual à do Japão. Uma das aplicações da p&d local, nos NPIs, consiste em simplificar tecnologias importadas, tornando-as mais compatíveis com as possibilidades de um país em desenvolvimento. Isso facilita a reexportação da tecnologia para outros países da orla pacífica, pa- ▶

ra os quais os NPis costumam também transferir tecnologias e indústrias que se tornam obsoletas neles, cada vez que o Japão lhes repassa um novo estágio de tecnologias. Os japoneses chamam esse processo 'revoada de gansos'. Um ganso-chefe na ponta do bando e outras aves levantando vôo pouco atrás. Dois países da orla do Pacífico que estão em via de alçar vôo e tomar os ares são a China e a Tailândia. O que tudo isso implica é a crescente consolidação de uma divisão sub-regional do trabalho, horizontal e vertical, que já se manifesta em alguns ramos industriais, como o da eletrônica.

Além do trem de países que o Japão vai puxando pela orla asiática do Pacífico, cabe assinalar o fortalecimento de um outro eixo de cooperação econômica com potencialidades para influenciar fortemente o futuro da região. Para melhor situá-lo, imagine-se um quadrilátero cobrindo, em terra firme asiática, as províncias chinesas de Guangdong e Fujian, mais os enclaves de Hong Kong e Macau, estendendô-se para o leste, sobre o mar, até abarcar a ilha de Taiwan. Em função das reformas em curso na China, quatro zonas econômicas especiais (ZEE) foram criadas em 1980 no interior desse quadrilátero. São as ZEE de Shenzhen, a cavaleiro de Hong Kong, Zhuhai; a cavaleiro de Macau, e Xiamen e Shantou, fazendo face a Taiwan. Em 1985, Beijing delimitou três 'triângulos' na sua faixa costeira, definidos num decreto como devendo ser "as primeiras regiões a se enriquecerem". Dois desses triângulos encontram-se no interior do nosso quadrilátero. O do rio das Pérolas já vem tomando grande impulso, como uma espécie de 'interior' para as ZEE de Shenzhen e Zhuhai.

Esse eixo de concentração desdobra-se no interior do quadrilátero e se expressa no crescente entrosamento das províncias chinesas de Guangdong (cuja capital é Cantão) e Fujian, com os enclaves de Hong Kong e Macau e o 'território exterior' de Taiwan. Boa parte dos recursos financeiros de Taiwan e Hong Kong estão convergindo aceleradamente para a República Popular da China. O processo está tomando caráter de simbiose no delta do rio das Pérolas. Embora Hong Kong não esteja acompanhando os outros NPis asiáticos na escalada dos níveis tecnológicos, o território está passando por um surpreendente *boom* econômico. O segredo foi o desdobramento da pequena e média indústria de Hong Kong por terras continentais: cerca de 1,5 milhão de trabalhadores chineses, com salários irrisórios, estão garantindo a competitividade



foto The Image Bank — Peter Paz

de de roupas e brinquedos produzidos para exportação.

As ilhas e parcelas de terra firme que integram Hong Kong voltarão à soberania chinesa em 1997. Antecipando-se a esse ato político, acelera-se a constituição, no delta do rio das Pérolas, de uma verdadeira conurbação. Crescem a cooperação energética e as redes de telecomunicações; novos aeroportos estão em construção; adensa-se o sistema de transportes; ampliam-se os portos; a auto-estrada Hong Kong—Cantão começa a ser construída. Hong Kong, com o melhor porto de águas profundas de toda a costa chinesa, está prestes a perder sua identidade como NPI para se transformar na fachada luxuosa da grande conurbação do rio das Pérolas.

Toda a orla asiática do Pacífico vive, hoje, sob o signo do 'reajustamento'. Trata-se da necessidade imperiosa de liberalização de suas próprias economias, em que o Japão e os NPis asiáticos vieram a se encontrar, sob a contundente pressão dos EUA. Além de brandir continuamente ameaças protecionistas, Washington conseguiu impor em 1985, na famosa reunião do Grupo dos Cinco, no Hotel Plaza de Nova York, decisões financeiras que resultaram no ainda não sustado fortalecimento do iene diante do dólar. Os americanos pensavam com isso refrear o avanço eco-

nômico do Japão. Torna-se cada dia mais patente, no entanto, que o fortalecimento do iene deu novo impulso à locomotiva nipônica, com repercussões por todo o Pacífico Norte. A poupança e boa parte dos capitais de investimento nipônicos continuam a convergir para o buraco negro em que se converteu o mercado americano de capitais. Mas, vendo-se o Japão também na necessidade de transferir para os NPis asiáticos fábricas de componentes ou mesmo setores manufatureiros completos, a elevação do nível tecnológico desses países pressiona de volta o mercado doméstico japonês. Isto, por sua vez, impõe tanto a passagem do sistema produtivo japonês a patamar tecnológico mais avançado quanto o redirecionamento para os NPis de novos investimentos diretos japoneses, carreadores de mais tecnologia.

Em meio a tudo isso, continua a tomar corpo no Japão um novo paradigma econômico capaz de substituir o fordismo. O modelo japonês já se difunde pela orla asiática do Pacífico. E quando se consideram, ademais, os processos em curso — a transnacionalização em grande escala das firmas japonesas e o despontar dos NPis como centros autônomos de inovação e difusão tecnológica — tem-se realmente de reconhecer que o centro do mundo começa a se deslocar para a bacia do Pacífico Norte. ■

**Viaje
bem.
Viaje
Vasp.**



VASP



Uma breve história do tempo: do Big Bang aos buracos negros de Stephen W. Hawking, tradução de Maria Helena Torres. Rio de Janeiro, Rocco, 12.^a edição, 1989, 264 p.

Graças à grande imprensa, Stephen W. Hawking é hoje, quase certamente, o cientista mais conhecido do público. Em parte, o brilhante físico teórico inglês é notícia por causa das condições extremas em que vive e, espantosamente, trabalha. Entre nós, o enorme esforço que sem dúvida lhe terá custado a redação de *Uma breve história do tempo* foi praticamente destruído por uma tradução irresponsável e desrespeitosa, que desfigura a obra e a torna quase incompreensível. Não recomendo a aquisição da tradução brasileira: procure o leitor o original ou as excelentes traduções para o francês, italiano ou alemão. Se já tem seu exemplar brasileiro, conserve-o como memento de nossa incompetência generalizada.

Hawking é um dos mais brilhantes engenheiros que a física ostenta em nossos dias. Três momentos de sua produção científica exigem destaque. O primeiro é a demonstração, em condições bastante gerais, de que o universo, em sua evolução, passa por singularidades, isto é, épocas em que a densidade de energia é infinita. Esses trabalhos, desenvolvidos com Roger Penrose e conhecidos no ramo como 'os teoremas', são um belíssimo exemplo de física matemática do mais alto nível e exibem um problema em que a chamada 'matemática moderna' é indispensável. Constituem o tema central de *The large-scale structure of space-time*, em que Hawking apresenta didaticamente (para físicos) esses resultados.

O segundo destaque é a sua descoberta de que a mecânica quântica impõe que um buraco negro não seja 'totalmente negro',

HAWKING: UMA HISTÓRIA APAIXONADA DO UNIVERSO

e sim permeável em pequena escala, graças ao tunelamento quântico, um subproduto das relações de incerteza de Heisenberg. Em outras palavras, escapa alguma coisa de um buraco negro. Plenos de consequências, esses trabalhos geraram uma vasta literatura, serviram de base à extensão da termodinâmica aos buracos negros e, talvez, até a uma importante generalização de termodinâmica tradicional.

Por fim, seus trabalhos mais recentes são tentativas de construir uma gravitação quântica, levando adiante o programa de elaborar uma teoria que abrigue harmoniosamente a mecânica quântica e a relatividade geral de Einstein.

Na *Breve história*, Hawking dirige-se aos leigos e, atendendo ao seu editor, elimina por completo a matemática, ou, pelo menos, as fórmulas (o que não é a mesma coisa!). Até que ponto é inteligível? Como se compara seu empreendimento a outros análogos? O filósofo inglês Bertrand Russell decidiu, certa vez, escrever um livro de divulgação sobre a teoria da relatividade (*ABC da relatividade*, Zahar, 1985). Frente ao primeiro esboço, o editor reclamou de um excesso de matemática, e o autor tornou a escrever o livro. "Agora está bom, entendo tudo", disse o editor. "É, mas agora não é mais a teoria da relatividade", respondeu Russell. Este é o grande dilema da escrita científica, e requer um delicado balanceamento de perdas e ganhos, o que, por sua vez, exige um alvo preciso.

Como Hawking escreve para todos e escolhe como tema o universo, é inevitável que o preço a pagar seja o da pouca profundidade. Nessas condições, fez o que era possível e mais do que se supunha ser possível. Descreve a história do universo que, com boas razões, acreditamos ser a correta em termos simples e de forma apaixonada, cativando o leitor. Ao narrar algumas descobertas fundamentais — como a da radiação eletromagnética de três graus, que é uma relíquia do universo primordial — consegue transmitir algo da alta tensão emocional que as acompanha (ver 'O início e o fim', em *Ciência Hoje* n.º 33).

A limitação auto-imposta de meios ('nada de matemática') dá ao conjunto da narrativa um ar de mito, e talvez esta seja a chave para seu grande sucesso de público. Apresentando o mito da criação do universo adaptado aos dias de hoje e contando

com um elemento adicional de eficácia determinante — o narrador participou da elaboração da trama —, é provável que o livro esteja sendo lido como o foi a antiquíssima *Edda* (poemas mitológicos islandeses que remontam ao século IV, redigidos a partir do século XI). Nada contra: é tempo de se espalhar que a descrição da realidade natural quase sempre supera, em beleza e surpresa, os mitos e as fantasias da ficção científica.

Recentemente, outros físicos de fama enfrentaram o desafio de escrever para fora de seus círculos. Richard Feynman escreveu sobre a eletrodinâmica quântica (*Quantum electrodynamics*) e Steven Weinberg sobre a cosmologia (*Os três primeiros minutos*, Guanabara Dois). Embora o nível de *Breve história* esteja bastante aquém do desses dois, o conjunto de leitores capaz de entender as três obras não será muito diverso. As de Feynman e Weinberg exigem leitura mais lenta e algum trabalho. Retribuem com conhecimento genuíno: a capacidade de interpretar fenômenos de maneira nova e entendê-los melhor. Fornecem instrumentos de obtenção de conhecimento. Do livro de Hawking não se pode dizer isto. Poderá motivar o leitor a empresas maiores no campo (e isso não é pouco), assim como, há anos, o notável *Deuses, túmulos e sábios* de C.W. Ceram levou muitos ao interesse pela arqueologia e até a escavar por aí... A comparação não é má: *Uma breve história do tempo* é o *Deuses, túmulos e sábios* da cosmologia.

A operação publicitária em torno do livro levou a exageros que o próprio autor se encarregou de redimensionar. Na orelha, é dito que ele é o mais brilhante físico teórico depois de Einstein. Não é: está bem mais atrás na fila. O inglês Paul Dirac, o alemão Werner Heisenberg, o austríaco Erwin Schrödinger, o italiano Enrico Fermi e o soviético Lev Landau são alguns nomes de um alentado elenco de pesquisadores cujas obras estão bem acima da de Hawking em importância. Uma avaliação serena coloca-o entre os 15 maiores físicos teóricos vivos. Já é um grandíssimo feito. Que consiga estar nessas alturas com suas limitações é quase inacreditável!

Henrique Fleming

Instituto de Física,
Universidade de São Paulo

ESTELIONATO CULTURAL

Lançado na Inglaterra em 1988, *Uma breve história do tempo*, de Stephen Hawking, foi traduzido para o português e publicado no Brasil no mesmo ano. O público leitor do país teve a rara oportunidade de ler uma publicação estrangeira no momento mesmo em que ela fazia sucesso em outros "mais de 20 países". E parece ávido por aproveitá-la: há vários meses entre os primeiros na lista dos mais vendidos no Rio de Janeiro e em São Paulo, o livro chegou, já em 1989, à 12ª edição.

Lamentavelmente, porém, o que os brasileiros estão levando para casa não é o livro de Hawking. A ignorância do inglês e da terminologia básica da física e a negligência editorial resultaram num texto em que José Nogueira Machado, professor de física da Universidade Católica de Pernambuco, pôde contar mais de 700 erros. E ele assegura que a relação não é exaustiva!

Sob a chancela de uma editora respeitada, estamos comprando gato por lebre. Com a agravante de tratar-se de obra de divulgação, destinada a leigos, que o mais das

vezes não se darão conta de que têm em mãos uma contrafação. Quanto aos mais avisados, capazes de perceber o logro, que poderão fazer? Se recorrerem à relação de erros levantada por José Machado, à disposição dos interessados na biblioteca do Instituto de Física da USP, constatarão que ela é tão alentada que mais vale deixar de lado a edição brasileira. Tradução digna desse nome, ao nosso alcance nas livrarias do país, não haverá: as editoras se credenciam a publicar obras estrangeiras pela compra dos direitos para a língua portuguesa, que lhes ficam reservados. O direito de publicar determinado título torna-se assim um monopólio, o que nos põe num beco sem saída: ficamos inapelavelmente nas mãos da tradução que a editora houve por bem nos brindar.

No Brasil, os eventos mercadológicos que envolvem edições desse tipo tornam-se cada vez mais sofisticados (lançamentos, *releases*, artigos na imprensa). Permanece, no entanto, com irritante frequência, o velho problema da falta de reconhecimento da

tradução como trabalho especializado, determinante da qualidade do produto final que se oferece ao leitor. No caso do livro de Hawking, a editora houve por bem dispensar (medida de economia?) uma revisão técnica, e disto resultaram absurdos de toda ordem. Conceitos fundamentais (conservação da energia, entropia e outros) foram violentados sem a menor cerimônia. Mas o elementar e rotineiro cuidado de proceder a uma revisão da tradução foi também deixado de lado, e o texto tornou-se abstruso mesmo em passagens que não envolviam terminologia especializada. O erro sistemático na tradução de termos corriqueiros (*always, almost, either, nevertheless*, por exemplo) inverteu seguidamente o sentido de frases inteiras. Em algumas situações, períodos foram omitidos e palavras, inventadas. Abaixo, uma pequena amostra dos disparates que a Rocco nos está impingindo.

Maria Luiza X. de A. Borges e César Benjamin

Ciência Hoje, Rio de Janeiro

ORIGINAL	TRADUÇÃO DA EDITORA ROCCO	TRADUÇÃO SUGERIDA
<i>Heisenberg showed that the uncertainty in the position of the particle times the uncertainty in its velocity times the mass of the particle...</i>	Heisenberg demonstrou que a incerteza na posição da partícula determina a incerteza em sua velocidade, que determina que a massa da partícula...	Heisenberg demonstrou que a incerteza na posição da partícula vezes a incerteza em sua velocidade vezes a massa da partícula...
<i>massless</i>	diáfano	sem massa
<i>... decayed into light particles and radiation</i>	... se transformar em partículas de luz e radiação	... decaído em partículas leves e radiação
<i>wavelength</i>	extensão da onda	comprimento da onda
<i>since black holes had to be perfectly spherical...</i>	se os buracos negros fossem perfeitamente esféricos...	como os buracos negros tinham que ser perfeitamente esféricos...
<i>the ratio of the masses of the proton and the electron...</i>	o raio da massa do próton e do elétron...	a razão das massas do próton e do elétron...
<i>by looking for flashes of light in the night sky</i>	observando o céu à noite, através de relâmpagos de luz	procurando lampejos de luz no céu noturno
<i>death-of-the-sun</i>	pôr-do-sol	morte (ou extinção) do Sol
<i>less than a certain critical value...</i>	menor do que um, o valor crítico...	menor do que um certo valor crítico...
<i>give rise to forces</i>	dão movimento ascendente às forças	dão origem a forças
<i>massive vector bosons</i>	vetores de superfície maciça	bósons vetoriais com massa
<i>light-second</i>	ano-luz	segundo-luz
<i>the entropy of the gas has gone up ... of the gamma ray background</i>	a entropia do gás acabou ... dos antecedentes do raio gama	a entropia do gás aumentou ... da radiação gama de fundo
<i>the microwave background...</i>	o potencial da microonda...	a microonda de fundo...
<i>total entropy would go down</i>	a entropia cairia em seu interior	a entropia total diminuiria



O MITO DA EXPLOR



No Brasil, a insistência no controle da natalidade como atalho para o desenvolvimento não se sustenta nos fatos e mantém acesa uma polêmica estéril.

Os níveis de fecundidade já sofreram violenta redução, e a taxa de crescimento da população é moderada. A distribuição espacial dos habitantes é que está no centro do nosso problema demográfico atual. Dez cidades respondem por 45% do crescimento populacional do país e, nos últimos 20 anos, o êxodo rural trouxe para o meio urbano um contingente igual a toda a população da Argentina.



SÃO DEMOGRÁFICA



George Martine

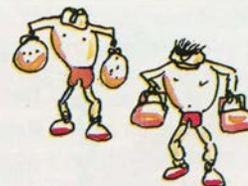
Consultor da Organização Internacional do Trabalho, Brasília

Quase diariamente os meios de comunicação de massa publicam afirmações lamentando o ritmo acelerado de crescimento da nossa população, idéia compartilhada por muitas pessoas de boa-fé. Em uma de suas edições de 1988, a revista *Veja* se referiu em editorial à 'explosão demográfica' como "a mais premente das questões permanentes, que nunca foram atacadas a sério", concluindo: "Precisamos reduzir dramaticamente o nosso atual e ainda explosivo crescimento populacional." O apelo encontrou eco numa enxurrada de cartas de leitores, parabenizando as posições do editorialista.

Não se pode negar o vigor do crescimento populacional brasileiro nas últimas décadas, nem seu impacto — ainda duradouro — sobre a estrutura econômica e social do país. Entretanto, a força das mudanças recentes, comuns a vários países do Terceiro Mundo, exige que o sentido e o conteúdo das preocupações demográficas sejam

repensados. E o novo ponto de partida deve ser claramente expresso: entre nós, a 'bomba demográfica' já foi desativada.

Em que pese a ignorância demonstrada por planejadores, políticos, intelectuais e o público em geral, o nível de fecundidade do país está caindo de forma consistente e já se pode visualizar, num futuro não tão remoto, a estabilização do número de brasileiros. O declínio da natalidade constitui-se — nas palavras de José Alberto M. de Carvalho — "na transformação estrutural mais importante para o país neste fim de século" e tem implicações que ainda precisam ser examinadas. Parte do desconhecimento desta nova realidade decorre do caráter inédito das tendências recentes: os dados que as comprovam ainda permanecem no domínio de um grupo restrito de especialistas. Parte se deve aos vestígios da ampla campanha internacional para denunciar os perigos da 'explosão demográfica'. Quais são, afinal, os fatos a esse respeito?



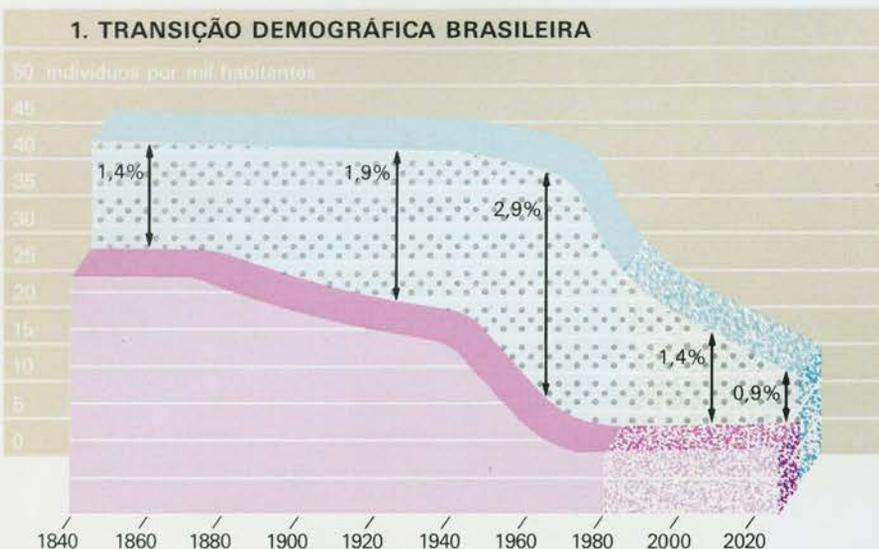
A dinâmica demográfica é o resultado da interação de duas dimensões básicas: o crescimento físico da população e sua distribuição espacial. Por sua vez, o crescimento é consequência direta da interação entre os níveis de mortalidade e de natalidade. Ao longo da maior parte de sua história, o Brasil apresentou taxas de mortalidade e de natalidade elevadas, cabendo à imigração grande parte da responsabilidade pelo crescimento da população. Em torno de 1870, a mortalidade começou a apresentar uma tendência declinante, que se acentuou a partir de 1930. Por isso, como mostra a figura 1, a diferença entre natalidade e mortalidade também se ampliou neste século, proporcionando uma aceleração da taxa de crescimento populacional, embora a imigração se reduzisse a partir de 1930.

Ocorreu nas décadas de 1950 e 1960 o ponto mais elevado no crescimento vegetativo brasileiro (2,9% ao ano). Foi uma decorrência do fato de que a queda do nível de mortalidade antecede, no tempo, a da natalidade. No final da década de 1960, esta última começou a apresentar os primeiros sinais de declínio, o que impediu que a população aumentasse ainda mais rapidamente, diante da redução continuada da mortalidade. Nessa época, porém, ninguém desconfiava que a natalidade viesse a cair drasticamente num futuro próximo. Somente com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 1976 é que os estudiosos começaram a descobrir que estava ocorrendo no Brasil uma queda de fecundidade muito mais rápida do que seria possível imaginar com base na história dos países desenvolvidos. Os dados

chegaram a ser vistos com certa desconfiança, tamanha a discordância com as expectativas dominantes. Mas, quando as primeiras informações do Censo Demográfico de 1980 vieram a público, os pesquisadores se viram diante da comprovação infosmável de uma queda generalizada da fecundidade em todas as regiões e camadas sociais, tanto nas cidades como nas áreas rurais (ver 'Para onde vai este mundo da gente', em *Ciência Hoje* n° 14, p. 91).

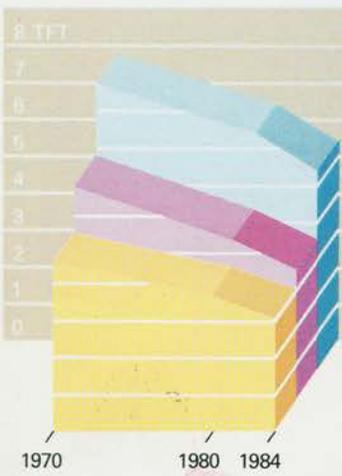
Depois do Censo de 1980, várias fontes e estudos confirmaram não só a continuação da queda de fecundidade, mas até sua acentuação. Os dados da PNAD de 1984, por exemplo, mostrados na figura 2, indicaram, de 1980 a 1984, uma queda de 19% na taxa de fecundidade total (TFT, que, *grosso modo*, é o número de filhos tidos por uma mulher de 50 anos, caso ela tenha vivido os padrões correntes de fecundidade). Se esta tendência persistisse, a queda da fecundidade entre 1980 e 1990 seria de 47%, ou seja, o dobro da verificada na década anterior. É possível que os dados tenham sofrido influência da crise econômica, com os casais adiando os filhos para uma época melhor, por exemplo. De qualquer forma, é difícil negar o declínio da fecundidade, registrado também em todas as regiões, mas mais espetacular no Nordeste, onde a TFT caiu de 6,13 em 1980 para 4,96 em 1984.

Outra fonte de verificação dessa queda é um estudo recente, realizado com dados das estatísticas vitais. Elas demonstram que entre 1982 e 1984 ocorreu, pela primeira vez em meio século, uma redução no número absoluto de nascimentos em todas as regiões, resultante do declínio da fecundidade de mulheres em todas as faixas etárias (figura 3). Entre as mulheres em idade reprodutiva (15-49 anos), as mais velhas são as que experimentaram maior redução de fecundidade. Isto pode significar que a diminuição da fecundidade não reflete apenas o adiamento dos filhos em virtude da crise econômica.



Fontes: para o período de 1840 a 1970, *População e desenvolvimento econômico no Brasil*, de Thomas W. Merrick e Douglas H. Graham (Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1981); para 1970 a 2005, *Século XXI: a quantas andar e onde estará a população brasileira* (Brasília, IPEA, 1988, mimeo), de Ana Amélia Camarano, Ricardo Neupert e Kaizô Beltrão.

A queda da mortalidade (■) começa a se fazer sentir em torno de 1870 e se torna mais nítida a partir dos anos 30 do nosso século. Este fenômeno — e não um aumento na natalidade (■) — é responsável pelas altas taxas de crescimento demográfico em nosso país nas últimas décadas. A tendência, no entanto, já foi revertida, permitindo projeções (■) que não autorizam a idéia de uma 'explosão demográfica' em curso. Assinale-se também o declínio do crescimento vegetativo (■).

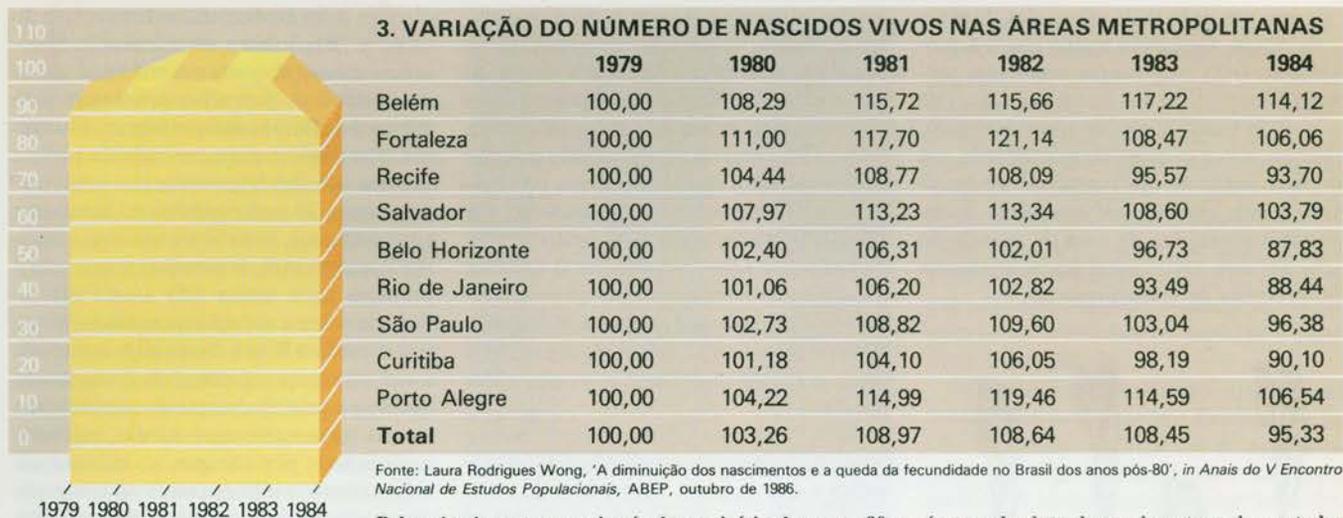


2. TAXA DE FECUNDIDADE TOTAL, POR SITUAÇÃO DE DOMICÍLIO

	1970			1980			1984		
	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural
Região Norte	8,15	6,62	9,59	6,45	5,24	8,04	—	4,04	—
Região Nordeste	7,54	6,44	8,45	6,13	4,94	7,66	4,96	4,00	6,47
Região Sudeste	4,56	3,83	7,14	3,45	3,17	5,46	2,96	2,70	4,99
Região Sul	5,42	4,06	6,86	3,63	3,20	4,55	3,04	2,79	3,62
Região Centro-Oeste	6,42	5,31	7,71	4,51	3,97	5,98	3,38	3,06	4,57
Brasil	5,75	4,54	7,72	4,35	3,63	6,40	3,53	3,03	5,32

Fonte: censos demográficos de 1960 e 1980 e Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios de 1984 (resultados preliminares). Apud Luís Antônio Pinto de Oliveira e Nadja Loureiro Pernes da Silva, 'Tendências da fecundidade nos primeiros anos da década de 1980', in *Anais do V Encontro Nacional de Estudos Populacionais*, ABEP, outubro de 1986.

Os números mostram uma tendência consistente à queda na taxa de fecundidade em todas as regiões. O gráfico se refere apenas aos valores gerais para o meio rural (■), o total (■) e as cidades (■).



Pela primeira vez em meio século, no início dos anos 80 o número absoluto de nascimentos caiu em todas as áreas metropolitanas, conformando, para o conjunto delas, a tendência mostrada no gráfico.

Tais constatações são apoiadas também pelos dados de uma pesquisa nacional realizada pela Bemfam (Sociedade Civil Bem-estar Familiar no Brasil) em 1986. Principal instituição privada na área de planejamento familiar, a Bemfam não teria interesse em apresentar resultados que exagerassem a queda da fecundidade. Suas estimativas coincidem basicamente com os dados da PNAD-1984, reafirmados pela PNAD-1986. Em suma, várias fontes independentes confirmam que nos últimos 20 anos o Brasil experimentou uma redução violenta nos seus níveis de fecundidade, muito além de qualquer previsão dos especialistas. Que significado tem essa queda para o ritmo e a forma de crescimento da população brasileira? Que fatores teriam causado essa redução sem precedentes, e como ela se diferencia da história demográfica dos países desenvolvidos?

É óbvio que o país já está experimentando uma desaceleração notável em seu ritmo de crescimento vegetativo. Tendo crescido, como vimos, a uma taxa em torno de 2,9% a.a. nas décadas de 1950 e 1960, o Brasil reduziu seu ritmo de crescimento para 2,5% a.a. na década de 1970. Estima-se que, no momento atual, o nível de crescimento esteja em torno de 1,8% a.a., o que significa que no ano 2000 a população ficará em torno de 170 milhões de pessoas, em vez dos 200 ou 220 milhões anunciados há tempos atrás (figura 4). O acréscimo anual (isto é, a diferença entre o número de nascimentos e de mortes) ainda está em torno de 2,5 milhões, mas isso se deve exclusivamente à pujança do crescimento anterior e à inércia inerente à dinâmica demográfica. Estima-se que o Brasil atingirá novo equilíbrio entre as taxas de natalidade e de mortalidade no ano 2050, quando sua população se estabilizará em torno de 240 a 250 milhões de habitantes.

4. PROJEÇÕES DE INDICADORES DEMOGRÁFICOS

	1980-85	1990-95	2000-2005
Nascimentos anuais	3.680.000	3.580.000	3.715.000
Óbitos anuais	1.150.000	1.185.000	1.325.000
Crescimento anual	2.530.000	2.395.000	2.390.000
Taxa bruta de natalidade	30,05	24,18	21,50
Taxa bruta de mortalidade	9,03	7,77	7,49
Taxa de crescimento anual	2,10%	1,64%	1,40%
População no início do período	120.564.000	146.317.000	170.815.000

Fonte: A. A. Camarano, R. Neupert e K. Beltrão, *op. cit.*

A taxa bruta de natalidade representa o número de nascidos vivos, durante um ano, em cada mil pessoas. A taxa bruta de mortalidade, por sua vez, representa o número de mortes, também durante um ano, num grupo de mil pessoas. A taxa de crescimento natural expressa, em termos percentuais, a diferença entre as duas primeiras.

Os estudiosos têm utilizado um instrumento heurístico bastante útil para a compreensão das transformações demográficas. Este instrumento — chamado 'transição demográfica' — focaliza a passagem de padrões demográficos tradicionais (caracterizados por altos níveis de natalidade e mortalidade) para padrões modernos (baixos níveis de natalidade e mortalidade). Essa transição se operou de forma bastante diferenciada em países atualmente desenvolvidos e tem sido objeto de infindáveis discussões. Em nosso caso, interessa saber que, de modo geral, o declínio lento e gradual da mortalidade e da natalidade naqueles países correspondeu basicamente aos avanços paulatinos decorrentes de profundas transformações políticas, sociais e econômicas.

Três aspectos distinguem a transição demográfica de países como o Brasil e a dos países europeus. O primeiro é a maior intensidade do crescimento populacional durante a fase 'explosiva' nos países de transição recente. Em segundo lugar, a maior velocidade da transição de padrões tradicionais para padrões modernos: o Brasil, as-

sim como muitos países do Terceiro Mundo, está comprimindo em algumas décadas transformações que demoraram de um a dois séculos para se concretizar na Europa. Finalmente, entre nós a transição não se associa tão diretamente, como na Europa, à extensão dos benefícios do desenvolvimento a parcelas cada vez maiores da população. Ou seja: as quedas da mortalidade e da fecundidade nos países de transição recente refletem mudanças tecnológicas cuja aplicação ou utilização não exigem forçosamente uma alteração nas condições de vida ou nos valores e atitudes decorrentes do desenvolvimento. Vale a pena examinar mais de perto esse terceiro aspecto.

No caso da queda da mortalidade, iniciada no fim do século passado e intensificada a partir da década de 1930, já havia sido constatado o seu divórcio parcial em relação ao processo de desenvolvimento. Ela estava associada à melhoria dos sistemas de saneamento básico, cuja tecnologia vinha do exterior. A partir de 1940, os progressos da medicina internacional, especialmente no que diz respeito à difusão das sulfamidas e dos antibióticos, permiti-

ram um controle mais eficaz das doenças infecciosas, ao mesmo tempo que a descoberta do DDT e de outros inseticidas permitia atingir os vetores dessas doenças. Tais inovações tecnológicas, de efeito agregado, tiveram, sobre os níveis de mortalidade, um impacto maior do que o processo de desenvolvimento interno, influenciando fortemente a esperança de vida da população sem que esta participasse necessariamente do processo de transformação.



ilustrações Fátima Nóbrega

No caso da fecundidade, os fatores determinantes da atual queda vertiginosa também parecem mais ligados a avanços tecnológicos e à modernização da infraestrutura de serviços do que propriamente à melhoria das condições de vida da população. Apesar do crescimento econômico relativamente vigoroso de algumas regiões nos últimos 20 anos, 2/3 da população ainda vivem na miséria. Por outro lado, embora o processo de urbanização/industrialização/modernização do Brasil também esteja sintetizando séculos de experiência européia numa só geração, e embora isso afete as atitudes e o comportamento reprodutivo, vários setores sociais continuam alheios a esse processo.

A rapidez e a universalidade da queda da fecundidade no Brasil exigem, portanto, que se vá além das explicações tradicionais. Em primeiro lugar, é preciso reconhe-

cer que, a exemplo do que ocorreu nos países europeus, a redução da fecundidade brasileira não sofreu influência direta do poder público. Em nenhum momento o Estado declarou ou implementou uma clara política de controle da natalidade que pudesse explicar a mudança brusca no comportamento reprodutivo da população. Na falta de consenso entre os diversos setores da sociedade sobre planejamento familiar e controle da natalidade, a ação do governo tem sido morosa e de pouca influência, embora ações extra-oficiais em organismos como o INAMPS tenham sido muito importantes.

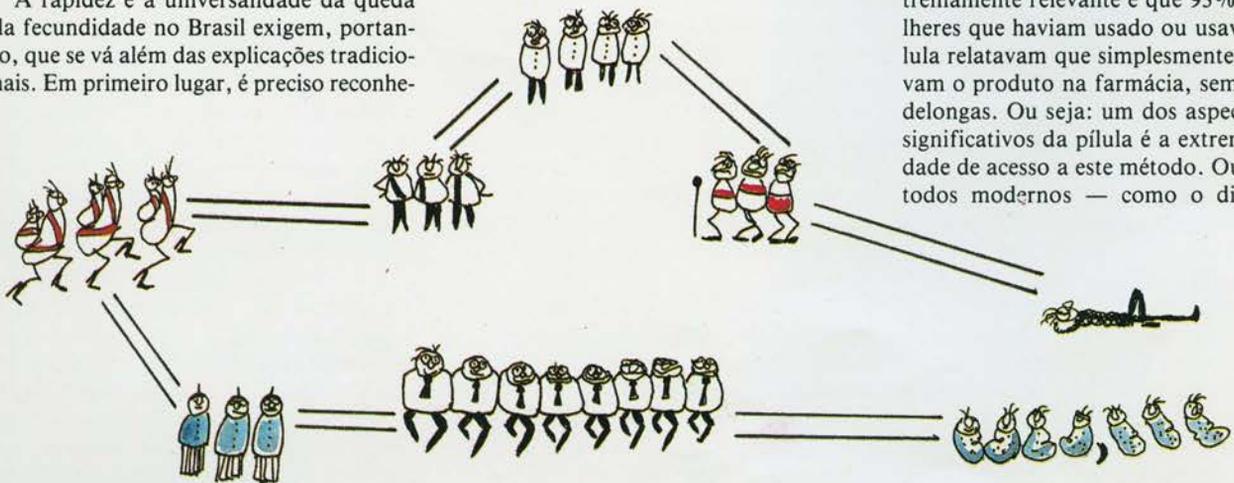
Outra hipótese a descartar é a atribuição do declínio recente da fecundidade ao trabalho e aos recursos financeiros de instituições e agências particulares dedicadas ao planejamento familiar ou ao controle de natalidade. Não há dúvida de que a campanha empreendida no mundo inteiro contra a ameaça da 'explosão demográfica' produziu impactos, sendo um deles a proliferação dessas agências, financiadas com recursos externos. A Bemfam até participou de convênios com Secretarias de Saúde nos estados nordestinos, propiciando serviços de planejamento familiar. Mas os dados mostram que, à exceção do Nordeste, apenas uma parte ínfima das mulheres que praticam o planejamento da prole obteve informações ou meios nessas agências.

Na realidade, é admissível especular se os efeitos indiretos da campanha não teriam sido mais importantes do que sua ação direta sobre a procriação. Ou seja: a infusão de recursos e as tentativas de influenciar o público provocaram debates, polêmicas, estudos e, em última instância, a expansão da própria ciência demográfica. Esse debate envolveu cada vez mais setores-chaves, como a classe médica, que passaram a atuar por conta própria na área de planejamento familiar, com enormes conseqüências.

Assim, se analisarmos os fatores que diferenciam a atual transição brasileira daquela ocorrida nos países desenvolvidos, é preciso privilegiar pelo menos dois fatores determinantes: os avanços tecnológicos para controle da prole e as conseqüências imprevistas das ações modernizantes do poder público em áreas que, aparentemente, nada têm a ver com a questão populacional. É razoável supor que o primeiro fator tenha tido uma forte influência sobre a redução da reprodução em países como o Brasil. Nos países europeus, a redução lenta e gradual da fecundidade decorreu principalmente de mecanismos sociais (casamento mais tardio, celibato, emigração) e práticas que, no mínimo, seriam caracterizadas de pouco atraentes por nossa população hoje (coito interrompido, abstenção, aborto em condições perigosas, condons primitivos).

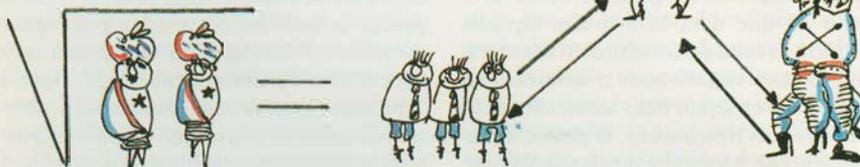
Não é necessário lembrar a profunda revolução no comportamento sexual causada pela pílula anticoncepcional, até nos países desenvolvidos. À diferença destes, porém, a pílula, ao ser introduzida no Brasil na década de 1960, não veio substituir métodos já amplamente utilizados, mas menos cômodos e menos seguros. Ela simplesmente ocupou um espaço anteriormente vazio. Milhares de mulheres passaram diretamente do não-planejamento da prole (e até do desconhecimento do próprio aparelho reprodutivo) para a técnica mais moderna e sofisticada da atualidade. A aparente facilidade do uso da pílula explica sua disseminação rápida, particularmente nos grandes centros urbanos.

Embora a pílula não tenha correspondido plenamente às expectativas, especialmente por causa de efeitos colaterais indesejáveis, a pesquisa nacional realizada pela Bemfam revelou sua enorme aceitação. Em 1986, quando as entrevistas foram feitas, de todas as mulheres casadas na faixa de 15-44 anos, 73% já tinham usado a pílula e 25% ainda a usavam. Um dado extremamente relevante é que 93% das mulheres que haviam usado ou usavam a pílula relatavam que simplesmente compravam o produto na farmácia, sem maiores delongas. Ou seja: um dos aspectos mais significativos da pílula é a extrema facilidade de acesso a este método. Outros métodos modernos — como o dispositivo



intra-uterino (DIU), o diafragma e os comprimidos vaginais — surgiram, mas, de acordo com a pesquisa da Bemfam, ainda têm pouca aceitação entre a população.

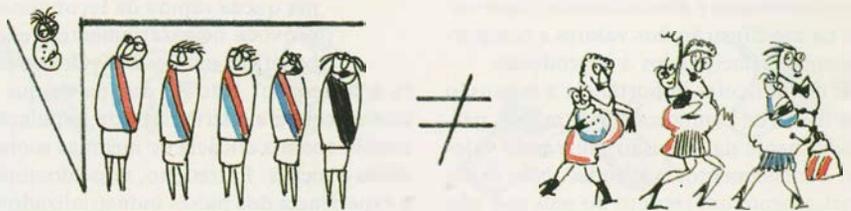
A utilização generalizada de meios mais drásticos de controle — a esterilização (ligação das trompas) e o aborto provocado — também teve enorme influência. Como não existe até hoje um método que seja ao mesmo tempo de uso fácil, barato, reversível, que não produza efeitos colaterais nem interfira no ato sexual, aqueles meios, drásticos mas eficientes, têm um atrativo elevado para quem não quer ter filhos.



São escassas as informações confiáveis sobre a incidência do aborto provocado no Brasil, mas tudo indica que essa prática seja bastante difundida. Quanto à esterilização, os dados da Bemfam indicam que 27,2% de todas as mulheres em idade reprodutiva e atualmente casadas foram esterilizadas, além de 0,8% dos homens. De acordo com essas informações, a esterilização é muito mais freqüente nas regiões Norte e Centro-Oeste, onde 42% das mulheres da amostra urbana já teriam tido as trompas ligadas. De um modo geral, a esterilização é mais comum entre mulheres urbanas de mais de 30 anos e de todos os níveis sociais. Das mulheres esterilizadas, 45% tinham feito a ligadura no INAMPS e 42% em consultório, clínicas ou hospitais particulares. Das mulheres casadas e em idade reprodutiva que usam métodos de anticoncepção, 81% adotaram a pílula ou a esterilização. Não há dúvida de que estes métodos, somados ao aborto, constituem a base da atual queda rápida da fecundidade no país.

Em suma, a exemplo da queda da mortalidade, a fecundidade de uma região ou país pode perfeitamente cair sem que haja um processo notório de desenvolvimento ou de melhoria acentuada nas condições de vida da população. Ou seja: no atual momento histórico, o controle da prole, particularmente através dos três métodos mais eficazes e mais utilizados, pode ser alcançado na ausência de desenvolvimento econômico ou de progresso social na região ou mesmo nas condições de vida da unidade familiar. Basta que a população esteja motivada a procurar os métodos eficientes. E a atual queda de fecundidade comprova uma motivação bastante generalizada em favor da limitação da prole em todas as regiões e camadas sociais.

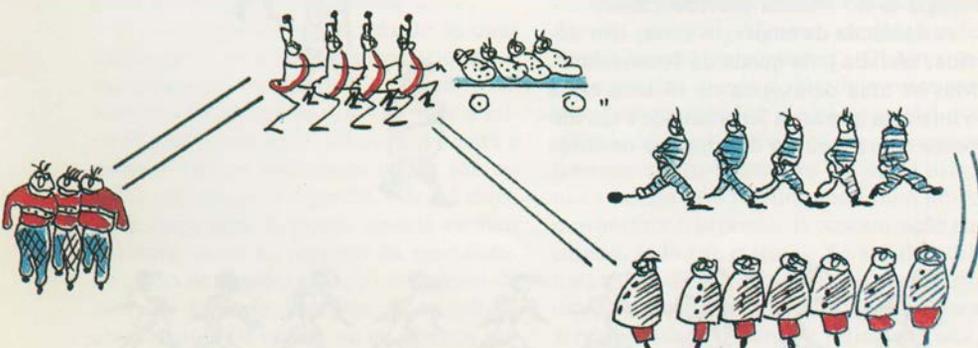
A pergunta que se coloca neste ponto é: como e porque a população brasileira teria desenvolvido tão rapidamente uma mentalidade controlista e planejadora? Sem dúvida, os argumentos tradicionais ligados à teoria da transição demográfica — desenvolvimento, industrialização, modernização, urbanização — têm um certo peso. O nível educacional médio tem subido paulatinamente. A participação feminina na força de



trabalho aumentou rapidamente. Tudo isso contribuiu para a mudança de valores e atitudes relacionados à família, aos filhos e à sobrevivência. A própria queda da mortalidade infantil, embora lenta no período enfocado, pode ter ajudado a reajustar os padrões de reprodução. Entretanto, a rapidez e a universalidade das transformações demográficas exigem mais do que essa explicação genérica, sobretudo porque atingem até os estratos mais pobres e menos integrados ao processo de modernização, que constituem a grande maioria da população.

Porque as pessoas passaram de repente a procurar maciçamente os serviços e os meios disponíveis de controle de prole? Evidentemente, a disponibilidade de novos métodos veio atender a uma demanda explosiva e ansiosa por meios que permitissem separar sexualidade e procriação (ver 'Natalidade: as mulheres já têm voz', em *Ciência Hoje* n° 34, p. 70). A pergunta crucial é, portanto: como se desenvolveu tão rapidamente essa demanda?

Não pretendo oferecer uma resposta acabada a essa pergunta. Parece-me importante, no entanto, explorar outra vertente que diferencia o atual fenômeno brasileiro e os casos europeus mais conhecidos. Trata-se dos impactos indiretos que os esforços governamentais em prol da modernização podem causar sobre a procriação. Em trabalho recente, Vilmar Faria examina as implicações da atuação governamental em áreas que, aparentemente, nada ou pouco têm a ver com as mudanças no comportamento demográfico. Análise, por exemplo, as conseqüências imprevistas da política de telecomunicações sobre a inculcação de novos valores e a alteração dos padrões de consumo nas últimas décadas. Na política previdenciária, ele assinala a transferência do amparo à velhice, do setor privado para o setor público, medida não desprovida de efeitos sobre os valores da família e a própria valorização dos filhos. Na área da saúde, observa a enorme expansão do contato da população com a medicina e o fato de que o parto é cada vez mais um evento médico, aumentando o custo da reprodução. Sua hipótese, bastante plausível, é que uma série de políticas governamentais, destinadas a modernizar a infra-estrutura básica e os serviços públicos, tiveram efeitos



complementares e absolutamente imprevisíveis na modificação dos valores e comportamentos relacionados à reprodução.

É de particular importância a expansão dos meios de comunicação de massa, particularmente da televisão, alterando valores, conhecimentos e atitudes. Não existe praticamente um recanto do país que não seja bombardeado diariamente pela televisão. O que tem isso a ver com a queda da fecundidade? É que a televisão transmite imagens, atitudes, valores e formas de agir do Brasil moderno, urbano, industrial, classe média do Centro-Sul. Novelas e comerciais veiculam aspirações sociais e padrões de comportamento inspirados num segmento social do eixo Rio-São Paulo, o que afeta valores e aspirações do grande público. São imagens da família pequena, abastada e consumidora, do divórcio entre a sexualidade e a procriação. Parece provável que tais imagens tenham ajudado a cristalizar rapidamente novos padrões culturais e sociais a respeito de sexo e reprodução em grande número de pessoas, e que estas tenham procurado formas de controlar sua prole. Como os meios de controle existentes hoje são muito mais eficazes que os de antigamente, a redução da fecundidade foi intensa.

Essa queda deve prosseguir, pois ainda existe uma grande demanda por meios de controle. Entre as mulheres com filhos de até cinco anos ouvidas pela Bemfam, 28% declararam que prefeririam um número menor de filhos. Do total de mulheres casadas em idade reprodutiva, incluindo as esterilizadas, 56% declararam não desejar mais filhos. Por outro lado, existem indícios de que o governo está empreendendo ações mais explícitas e integradas em planejamento familiar. Tudo indica, portanto, que até o final do século o Brasil apresentará padrões de fecundidade e crescimento populacional próximos aos verificados nos países desenvolvidos por volta de 1980.

Uma queda rápida da fecundidade provoca necessariamente efeitos benéficos para os indivíduos e para a sociedade? Não há dúvida de que o crescimento e a distribuição da população condicionam a eficácia de medidas econômicas e sociais. Entretanto, nesse domínio, a experiência dos países industrializados é de pouca relevância para o Terceiro Mundo, em virtude das diferenças de contexto histórico e de fatores que influenciaram tanto o processo de desenvolvimento como as transformações demográficas. Parece razoável afirmar que, a longo prazo, uma taxa reduzida de crescimento demográfico seria mais propícia ao desenvolvimento do que uma taxa muito elevada. Contudo, a falta de crescimento demográfico e as taxas negativas de crescimento vegetativo talvez sejam mais assustadoras do que o próprio crescimento. O problema demográfico da Alemanha no século XXI pode ser mais grave que o do Brasil.

Uma das vantagens associadas à redução do ritmo de natalidade e aos reflexos dessa situação sobre a composição etária da população diz respeito à oferta de empregos e à menor demanda por serviços sociais. É verdade que existe forte influência do crescimento vegetativo sobre a composição da população por idade e sexo e, desta forma, sobre o perfil hipotético da demanda. Por exemplo: projeta-se uma melhoria no coeficiente de dependência (isto é, do número de crianças e velhos em relação à população em idade produtiva) de 0,72 em 1980 para 0,48 em 2020. Desta forma, os encargos sociais e os investimentos requeridos pelos contingentes potencialmente inativos serão contínua e proporcionalmente menores do que os verificados em passado recente ou em condições demográficas atuais. Para os órgãos de Previdência, essa mudança relativa pode resultar num certo e temporário desafogo financeiro, pela redução da proporção das populações potencialmente beneficiárias e não contribuintes. Por outro lado, é evidente que isso só acontecerá se a economia for capaz de criar um número de empregos que atenda à oferta de mão-de-obra, já volumosa e continuamente crescente, de forma a integrá-la no sistema previdenciário.

A demanda de empregos seria, sem dúvida, afetada pela queda da fecundidade. Mas há uma defasagem de 15 anos entre o início da queda da fecundidade e seu impacto sobre o ritmo do ingresso na força

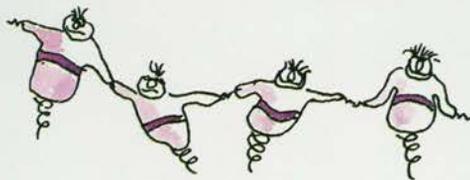
de trabalho. Pode-se dizer, *grosso modo*, que o volume de entrada da população em idade de trabalhar reflete o número de nascimentos no passado; este, por sua vez, é produto da taxa de fecundidade e do número de mulheres no período correspondente. Essa defasagem ajuda a explicar o fato de a população economicamente ativa (PEA) crescer a 3,1% a.a. na década de 1970, enquanto a população crescia a um ritmo bem menor, de 2,5% a.a.

Da mesma forma, a demanda por serviços de saúde e de educação seria aliviada pela redução do ritmo de crescimento populacional. Entretanto, todas essas alterações tendem a ser de médio e longo prazos. A curto prazo, as medidas destinadas a reduzir o crescimento demográfico têm pouca relevância para o planejamento. Além disso, é sabido que grande parte dos atuais problemas de saúde da população brasileira se devem às deficiências crônicas de nutrição. A solução destas, por sua vez, exigiria uma reavaliação do atual sistema de produção agrícola, com implicações profundas para a própria organização econômica e social do país. A desaceleração da demanda por serviços educacionais, provocada pela queda da fecundidade, também facilitaria a universalização da educação. Entretanto, a efetivação real dessa mudança continuará dependendo de decisões a respeito da distribuição de recursos entre grupos, setores e regiões.



ilustrações Fátima Nóbrega





Em resumo, as implicações da dinâmica demográfica são bastante complexas e se subordinam, em última instância, ao estilo de desenvolvimento e à evolução da organização social da produção. Não existem tamanhos ótimos, distribuições ideais ou ritmos de crescimento desejáveis fora do contexto das transformações na organização política, econômica e social de uma nação. A longo prazo, vislumbram-se mais benefícios do que desvantagens na continuação da queda da fecundidade, pelo menos até atingir-se um patamar de crescimento mais reduzido. Isso, porém, não justifica a esperança de que os atuais problemas do país possam ser resolvidos pela limitação da fecundidade. O planejamento familiar não exerce efeitos retroativos. A insistência na via do controle demográfico como atalho para o desenvolvimento representa mais uma das panacéias simplistas que desviam a atenção da natureza real dos problemas sociais.

No Brasil, a discussão sobre políticas demográficas ainda se concentra quase exclusivamente na questão do planejamento familiar ou no controle de natalidade. Mas, na atual conjuntura, consideramos que o Estado deveria estar muito mais preocupado com a distribuição espacial da população, o segundo componente da dinâmica demográfica. Isso porque o ritmo da urbanização e metropolização que o país vem experimentando durante as últimas décadas é condicionado muito mais por um processo de concentração das atividades econômicas do que pelo crescimento populacional. Torna-se, portanto, necessário destacar a questão da redistribuição espacial da população como matéria a ser privilegiada na discussão das políticas populacionais mais adequadas ao atual contexto sociodemográfico.

O papel do Estado em relação às duas variáveis do crescimento populacional — mortalidade e natalidade — já está resolvido, e a discussão hoje se restringe à eficiência de meios para reduzir a primeira e permitir que os indivíduos façam sua escolha em relação à segunda. Não há dúvida de que a ação do Estado deveria ser mais eficiente, tanto na redução da mortalidade como na democratização dos meios de controle da prole, mas isto diz respeito a uma questão de saúde, ou de direitos humanos, e não a uma política demográfica.

Em contrapartida, as ações do Estado sobre a redistribuição espacial da população e das atividades econômicas têm importância primordial, mas são geralmente implícitas e confusas. Ou seja, não existem diretrizes claras sobre o que o Estado pretende fazer em relação ao espaço. No Brasil, o Estado tem grande influência sobre as decisões a respeito de como produzir, onde produzir, o que produzir e para quem produzir, isto é, sobre a divisão espacial, setorial e social da atividade econômica. A localização das atividades econômicas no espaço determina as possibilidades de emprego e de renda que, por sua vez, condicionam as condições de vida das pessoas.

As migrações são resultantes da forma como se organiza a atividade econômica. As pessoas migram em busca de melhor emprego e renda maior. Assim, acabam se concentrando naquelas localidades que oferecem melhores condições de sobrevivência. Não é por acaso que São Paulo recebe muito mais gente do que Santarém (PA) ou Natal. Em torno de São Paulo existe uma enorme concentração de atividades econômicas que geram muitos empregos. Havendo melhores condições de emprego e de renda, a infra-estrutura e os serviços básicos aparecem mais facilmente, o que tende a atrair mais população, que se concentra em localidades cada vez maiores. Periodicamente, afirma-se que é preciso descentralizar e desconcentrar, mas a maioria avassaladora das ações públicas costuma ir no sentido da concentração.

Na realidade, a definição do problema migratório e do que deveria ser a atuação do Estado em relação a esse problema não é fácil. Entretanto, diante do predomínio da influência do Estado sobre a distribuição das atividades econômicas e da população, parece lógico que ele procurasse racionalizar sua atuação sobre este aspecto da vida nacional. Algumas tendências são extremamente importantes. Observa-se, por exemplo, que os dois movimentos responsáveis pela redistribuição espacial nos últimos 50 anos — a ocupação de espaços internos e a concentração em áreas urbanas — estão se transformando num único movimento: o processo de concentração em cidades cada vez maiores. Só nas duas últimas décadas, o êxodo rural transferiu uma população igual à da Argentina para áreas urbanas. Durante a última década, dez cidades tiveram um crescimento popu-

lacional equivalente a 45% daquele registrado em todo o país.

É fácil observar que grande parte do processo de concentração se desenvolve num quadrilátero relativamente pequeno, situado entre São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Ribeirão Preto (SP). Nessa região, os espaços entre as cidades estão se reduzindo drasticamente. A tendência que atualmente se delineia é a formação de um pequeno 'país' cada vez mais urbano e industrial, densamente povoado, em algum nível próspero e consumista, circundado por outro enorme país mais pobre, mais rural, mais dependente e mais consumido. Não se pretende atribuir um valor inerentemente negativo ao processo de urbanização e de metropolização, pois ele faz parte do desenvolvimento. Entretanto, o crescimento de metrópoles cada vez maiores, ao lado da conurbação e do desaparecimento dos espaços intersticiais, é fenômeno que gera alguma preocupação a respeito da 'administrabilidade' das megalópoles.

As implicações desse cenário econômico e espacial deveriam ser objeto de intensa reflexão e análise. No mínimo, o debate dessas questões já deveria ter substituído a polêmica sobre planejamento familiar e/ou controle de natalidade, que se tornou estéril e anacrônica pela própria força dos acontecimentos históricos.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- BEMFAM, *Pesquisa nacional sobre saúde materno-infantil e planejamento familiar, Brasil, 1986*. Rio de Janeiro, Bemfam/IRD, 1987.
- BERQUÓ E., 'Os corpos silenciados', *Novos Estudos Cebrap*, vol. 1, n° 3, de julho de 1982.
- FARIA V., 'Políticas de governo e regulação da fecundidade: conseqüências não antecipadas e efeitos perversos', *Conference on the demography of inequality in contemporary Latin America*. Universidade da Flórida (EUA), 1988.
- MARTINE G. e FARIA V., 'Impacts of social research on policy formulation: lessons from the Brazilian experiences in population', *Journal of Developing Areas*. Outubro de 1988.
- MARTINE G. e CARVALHO J.A.M., *Cenários demográficos para o século XXI e algumas implicações sociais*, trabalho apresentado no Seminário Brasil Século XXI. Unicamp, outubro de 1988.
- PAIVA P., 'O processo de proletarianização e a transição da fecundidade no Brasil', *Revista Brasileira de Economia*, vol. 41, n° 4, out./dez. 1987.

OPTOELETRÔNICA ULTRA-RÁPIDA

O CHAVEAME

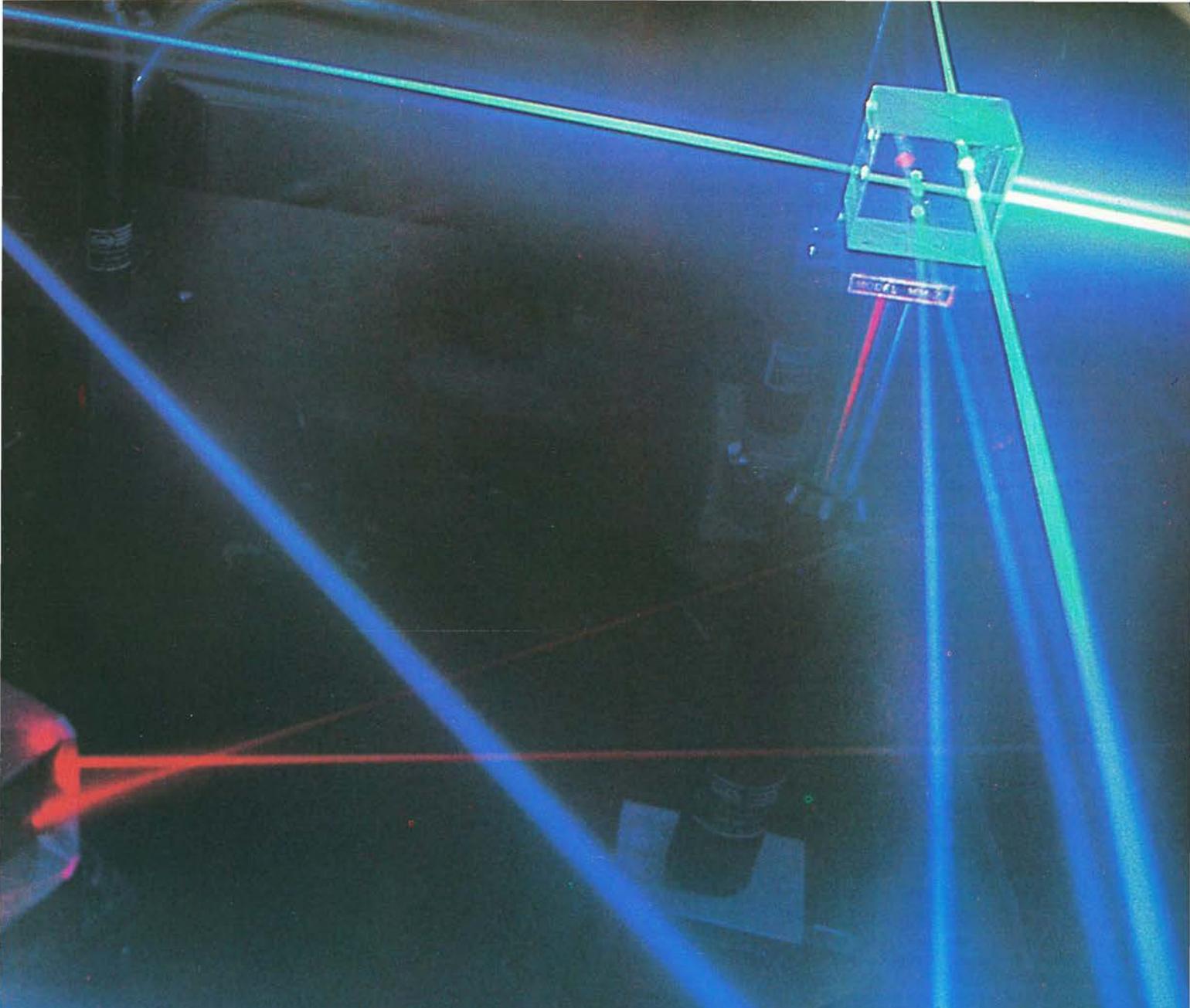
Cid B. de Araújo

Departamento de Física, Universidade Federal de Pernambuco

“Como acontece em todas as ciências, as demonstrações em óptica são baseadas em verdades que têm origem na experiência. Assim, tem-se que os raios de luz se propagam em linha reta; que os ângulos de reflexão e incidência são iguais; e que, na refração, o raio é desviado segundo a lei dos senos, agora bastante conhecida e tão exata quanto as leis precedentes. A maioria daqueles que escreveram sobre várias partes da óptica concentraram-se em supor essas verdades. Alguns, porém, mais curiosos, desejaram investigar suas origens e suas causas, considerando estas como efeitos fundamentais da natureza.”

Christiaan Huygens (1629-1695)

A geração de ondas eletromagnéticas, sua propagação no espaço e sua recepção pelos corpos materiais são fenômenos físicos reconhecidos há muito tempo — embora não necessariamente com estes nomes — como fundamentais para explicar a natureza que nos cerca. Não é difícil perceber que, em grande parte, a vida surgiu e se renova na Terra graças à energia emitida pelo Sol. O aquecimento do planeta resulta principalmente da absorção da luz infravermelha. A fotossíntese depende da luz visível. A cor dos objetos, por sua vez, varia segundo a forma como absorvem ou refletem a luz que sobre eles incide.



AVANÇO DA LUZ

É antiga a polêmica sobre a natureza da luz e suas formas de interação com a matéria, estudadas especificamente pela óptica. Além de ter exercido significativa influência sobre a evolução da física e de outras ciências, o crescente domínio destes fenômenos já possibilitou avanços tecnológicos de grande repercussão, como a descoberta do *laser*, que originou um sem-número de aplicações e algumas novas áreas de pesquisa. Uma delas é a chamada óptica não linear, que estuda a interação de matéria (nas suas várias formas) e feixes de luz de grande intensidade.

A combinação da óptica com a eletrônica deu origem à optoeletrônica, cujo apro-

veitamento prático inclui a comunicação telefônica por fibras ópticas, as memórias ópticas e os aparelhos de som baseados em *lasers*. Nessa área, o mais revolucionário acontecimento previsto é o computador óptico, ainda em fase de pesquisa. Nele, os cálculos poderão ser mil vezes mais rápidos do que nos mais rápidos computadores que podem ser construídos apenas com componentes eletrônicos (ver 'A busca dos computadores ópticos', em *Ciência Hoje* nº 18, p. 12).

Nos últimos anos, houve avanços importantes para o futuro da optoeletrônica. Vale a pena destacar o desenvolvimento de *lasers* com características bem controladas e

a capacidade de 'chavear' (ligar ou desligar) feixes de luz com inusitada rapidez. Para a geração e recepção de mensagens transmitidas por feixes de luz, foram desenvolvidos códigos de chaveamento que permitem a chamada modulação optoeletrônica, feita hoje em escalas de tempo de até alguns fentossegundos (um fs é igual a um milionésimo de um bilionésimo de segundo, ou 10^{-15} s).

A optoeletrônica é bastante ampla. Descreveremos aqui alguns de seus efeitos e aplicações, abordando apenas uma das várias fronteiras desta área: dispositivos que permitem a modulação ultra-rápida de feixes luminosos.

Um dos componentes fundamentais de um circuito optoeletrônico são as 'chaves' ópticas ultra-rápidas, ou moduladores ultra-rápidos, cuja curva característica aparece na figura 1. Eles devem ser capazes de variar entre dois estágios em intervalos de tempo de femto ou de picossegundos (um ps é igual a um milésimo de um bilionésimo de segundo, ou 10^{-12} s). O papel mais importante de um modulador óptico é o de controlar a intensidade da luz transmitida através dele, assim como a duração de cada estágio de transmissão. Um ponto de partida para a construção desses moduladores é o desenvolvimento de dispositivos cuja resposta à luz seja não linear, o que exige o uso de feixes luminosos muito intensos (ver 'Luz e matéria, as surpresas da interação', em

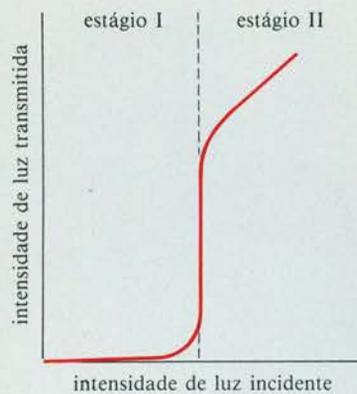


Fig. 1. Curva característica ideal de uma chave de dois estágios, operando por transmissão de luz. Quando o modulador está no estágio I não há transmissão; no estágio II a transmissão é máxima. O uso de uma chave deste tipo permite simular operações semelhantes às realizadas em circuitos eletrônicos (AND, OR, NAND, NOR). A combinação de duas chaves permite realizar todas as operações da eletrônica digital.

Ciência Hoje n.º 27). Nos últimos anos, para obter os efeitos desejados, tem-se usado principalmente niobato de lítio (LiNbO_3), fibras ópticas e materiais semicondutores.

Alguns componentes semicondutores são construídos na forma de cavidades ópticas do tipo Fabry-Perot, nome que homenageia os dois físicos franceses que inventaram este dispositivo em 1896. Para essas aplicações, as cavidades, na sua forma mais simples, consistem em dois espelhos planos, paralelos entre si e separados por uma distância da ordem de meio micron (ou seja, meio milionésimo do metro), como mostra a figura 2. O espaço entre os espelhos é preenchido com um material transparente ao feixe de luz a ser modulado. Ocorre o chaveamento do feixe quando a intensidade deste é suficientemente alta para produzir efeitos não lineares no material.

Vamos nos deter um pouco no princípio básico de funcionamento desse dispositivo. Considere-se inicialmente o comportamento da cavidade vazia (figura 2a). A luz que incide sobre cada espelho é parcialmente transmitida e parcialmente refletida por ele. A parte do feixe que atravessa o primeiro espelho encontra então o segundo, e o processo se repete: mais uma vez, ela será parcialmente transmitida (escapando do dispositivo) e parcialmente refletida (retornando para o interior da cavidade). O feixe sucessivamente refletido faz várias viagens dentro da cavidade, sempre com transmissão e reflexão parciais. O dispositivo provoca, portanto, superposição das ondas do feixe refletido, podendo originar-se daí uma onda resultante cuja amplitude, ainda na cavidade, pode ser maior que a do feixe incidente. É o chamado efeito de interferência óptica (ver 'Holografia, a luz congelada', em *Ciência Hoje* n.º 16).

A amplitude do feixe transmitido pela cavidade poderá ser aproximadamente igual à amplitude incidente ou menor. O resultado dependerá da refletividade dos espelhos, da distância em que estão colocados e do grau de paralelismo existente entre eles. Para um par de espelhos com refleti-

vidade adequada, a transmissão será máxima quando a distância entre eles for igual a um múltiplo inteiro da metade do comprimento de onda da luz incidente (esta última grandeza, portanto, precisa ser bem definida). Neste caso, diz-se que a cavidade óptica está 'em ressonância' com este comprimento de onda. Quando isso não acontece, não há transmissão de luz. Os espelhos — é bom ressaltar — devem estar paralelos entre si e separados por uma distância compreendida entre os valores correspondentes à transmissão máxima.

Como mostra a figura 2b, a colocação de um material transparente dentro da cavidade altera a condição de ressonância, pois modifica a velocidade de propagação da luz. No vácuo, esta velocidade é de 300.000 km/s, mas em qualquer meio material ela se torna menor, assumindo valores que dependem do chamado 'índice de refração' do meio em questão. A redução da velocidade da luz é acompanhada por uma redução no comprimento de onda, mas a frequência não muda (ver 'Ondas eletromagnéticas'). Logo, o índice de refração do material determina se uma cavidade óptica está em ressonância ou não com um certo comprimento de onda da luz in-

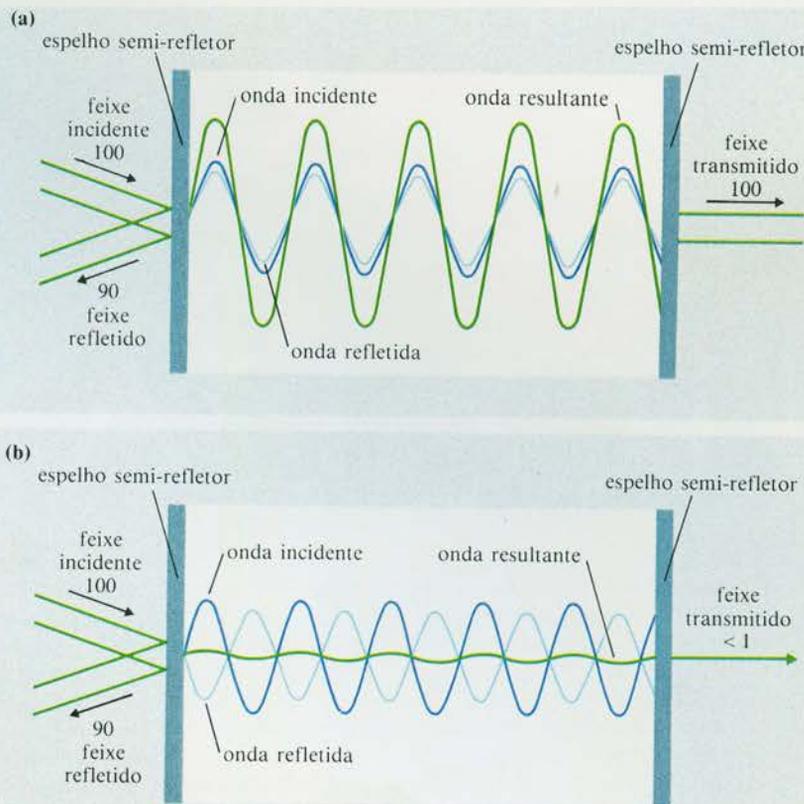


Fig. 2. Cavidade óptica de Fabry-Perot. O comprimento da cavidade, o material colocado em seu interior e o comprimento de onda do feixe luminoso podem ser manipulados, de modo a produzir mudanças substanciais na intensidade da luz transmitida. No caso (a), aparece uma interferência óptica construtiva (a cavidade de Fabry-Perot está em ressonância). Em (b), há interferência destrutiva (a cavidade está fora de ressonância). Estamos supondo que cada espelho da cavidade transmite 10% da luz incidente.

ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

No âmbito deste artigo, tratamos de situações que envolvem feixes de alta potência. Podemos, por isso, descrever o comportamento da luz apenas em termos de campos elétricos e magnéticos. Não precisamos introduzir o conceito de fótons, necessário para uma descrição mais rigorosa e geral, que se aplicasse também a feixes de pequena intensidade.

Sempre que uma carga elétrica é acelerada, ocorre emissão de energia sob a forma de ondas eletromagnéticas. O movi-

çamos agora uma hipotética fotografia, paralisando o tempo. Se os campos fossem visíveis, veríamos que, num dado instante, eles não têm a mesma grandeza em todos os pontos (em alguns deles, a intensidade da onda pode inclusive assumir valor nulo). Ou seja: além da oscilação temporal, existe também a oscilação espacial. A distância entre dois máximos consecutivos, ou quaisquer par de pontos equivalentes, é chamada comprimento da onda.

No vácuo, apesar das diferentes frequências, a velocidade de propagação de todas as ondas eletromagnéticas é a mesma (cerca de 300 mil quilômetros por segundo). É igual, em cada caso específico, ao produto da frequência pelo comprimento da onda. Quando esta penetra num meio material, a frequência se mantém a mesma mas o comprimento assume novos valores. Como decorrência, muda a velocidade.

Para nos referirmos à direção do campo elétrico de uma onda, usamos a expressão 'polarização', que pode ser analisada através de prismas (chamados polarizadores) ou de filmes (polaróides) especiais. Dizemos que um feixe de luz é linearmente polarizado quando o seu campo elétrico está sempre orientado na mesma direção, como mostra a figura 3. É este o único caso que nos interessa no âmbito do presente artigo. Mas fica o registro de que é possível produzir luz cujos campos oscilem em várias direções.

A figura 4 mostra como são usados os polarizadores. No caso (a), o polarizador transmite todo o feixe de luz, linearmente polarizado, que sobre ele incide; no caso (b), o polarizador girou em 90° , passando a bloquear a passagem do mesmo feixe. Há, portanto, no dispositivo, um eixo de polarização. Quando ele é paralelo ao campo elétrico do feixe, toda a luz é transmitida; quando é perpendicular, a luz fica totalmente bloqueada.

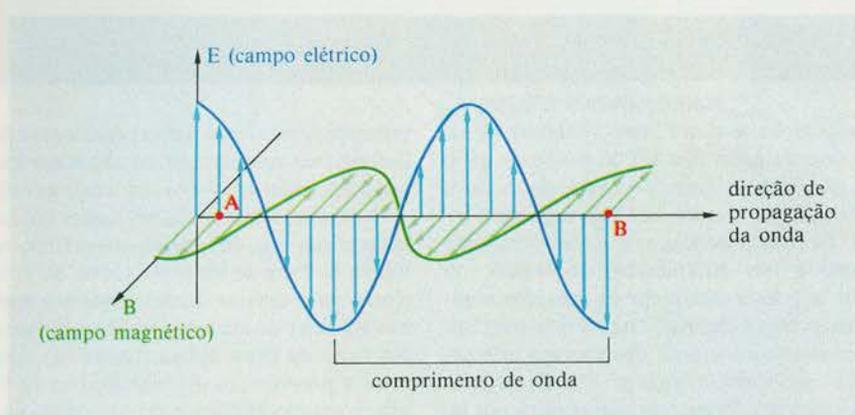
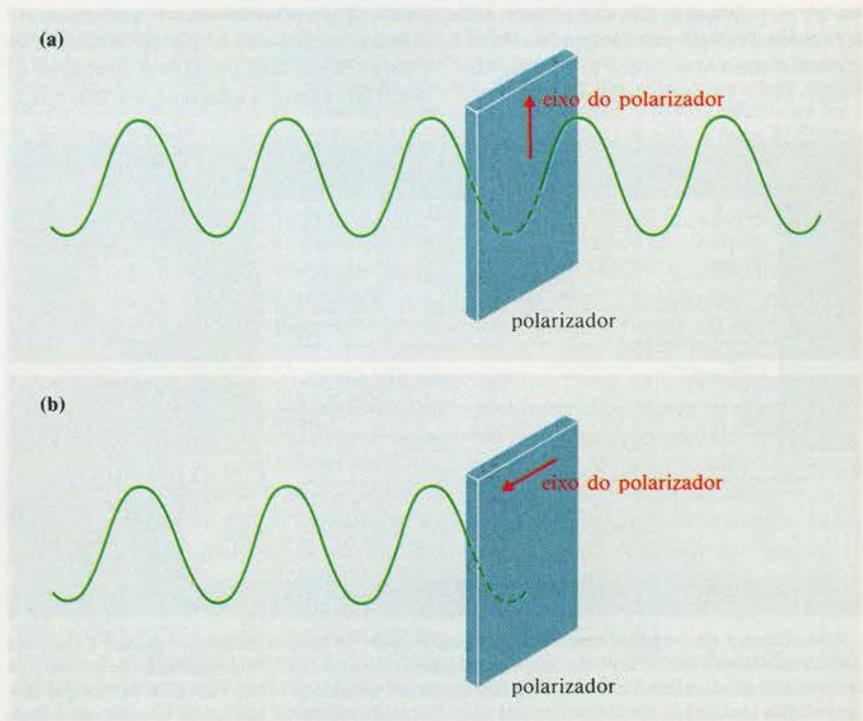


Fig. 3. Configuração espacial dos campos elétricos e magnéticos de uma onda eletromagnética num dado instante. Os campos são nulos nos pontos em que as curvas interceptam o eixo que representa a direção de propagação da onda. Os sentidos das setas representam os sentidos dos campos nas várias posições, e os comprimentos das mesmas setas representam os valores do respectivo campo em cada ponto. Uma carga elétrica positiva parada no ponto A sofrerá uma força produzida pelo campo elétrico e dirigida para cima. Uma carga positiva colocada no ponto B sofrerá uma força de mesma grandeza mas de sentido oposto, pois o campo elétrico naquele ponto está dirigido para baixo.

mento oscilatório de elétrons numa antena, por exemplo, é que produz as ondas emitidas por uma estação de rádio.

Uma onda eletromagnética é formada por um campo elétrico e um campo magnético que se propagam juntos, de forma oscilatória, no espaço e no tempo. A descrição do comportamento destes campos é uma das formas mais comuns de se descrever a própria onda, seja ela de rádio, de microondas, de luz visível ou outras. Todas têm a mesma natureza, mas diferem em relação à frequência, ou seja, a rapidez com que seus campos oscilam em cada segundo. Os campos elétrico e magnético dos raios X, por exemplo, oscilam cerca de 10^{18} hertz; os da luz visível, cerca de 10^{14} hertz (um Hz é igual a uma oscilação por segundo).

Fig. 4. Funcionamento de um polarizador de luz. Em (a), o eixo de transmissão do polarizador está paralelo à direção do campo elétrico; neste caso, a luz incidente é transmitida. Em (b), o eixo do polarizador experimentou um giro de 90° ; em consequência, o feixe não é mais transmitido.



cidente. Se quisermos usar uma cavidade de Fabry-Perot como chave óptica para certo comprimento de onda, temos então duas opções: variar a distância entre os espelhos ou trocar o material colocado dentro da cavidade. Na verdade, ambos os procedimentos só dão resultados satisfatórios se estivermos interessados apenas em chaves ópticas lentas, pois os dois processos mencionados têm esta característica.

A iluminação de uma cavidade de Fabry-Perot com um *laser* de alta potência dá origem a novas possibilidades, pois, como vimos, neste caso a intensidade da luz induz um comportamento não linear do meio. Ou seja: o índice de refração de uma substância varia quando um *laser* de alta potência incide sobre ela, passando a depender da intensidade do feixe. Este efeito — associado à chamada susceptibilidade não linear de terceira ordem — permite que se coloque a cavidade óptica 'em ressonância' ou 'fora de ressonância' através de simples manipulação do feixe incidente. Na prática, isso é feito utilizando-se *lasers* pulsados: a rapidez com que a cavidade é 'chaveada' depende da duração dos pulsos do *laser* e das características microscópicas do meio material que está dentro dela.

Essas idéias não são novas. Vêm sendo empregadas há alguns anos no desenvolvimento de moduladores ópticos. Recentemente, no entanto, ocorreu um avanço significativo. Usando pulsos de *lasers* com duração de 250 femtossegundos, um grupo de físicos da Universidade do Arizona (EUA) e da Escola Politécnica (França) conseguiu demonstrar o chaveamento de feixes de luz com rapidez de meio picossegundo. Neste caso, como mostra a figura 5, a cavidade de Fabry-Perot foi construída com uma su-



foto The Image Bank — Mel Diglicomo

perposição de cem filmes cristalinos de arseneto de gálio (GaAs), arseneto de gálio e alumínio (AlGaAs) e ouro, de modo a formar um 'sanduíche' com espessura total da ordem de alguns microns (um μm é igual a um milionésimo do metro, ou 10^{-6}m). Este sanduíche de camadas semicondutoras é chamado super-rede (ver 'Super-redes: harmonia das bandas cristalinas', em *Ciência Hoje* n° 35). Resultados semelhantes foram também obtidos nos laboratórios da A.T.T. Bell, nos Estados Unidos, sendo depois reproduzidos em vários outros centros de pesquisa.

O uso de fibras ópticas feitas de diferentes tipos de vidro permite a construção de outra importante chave ultra-rápida, também baseada em princípios de óptica não linear. Neste caso, o dispositivo pode medir alguns centímetros, comprimento consideravelmente maior que as cavidades de Fabry-Perot. Isso permite a utilização de materiais (como o quartzo amorfo), que a-

presentam pequenas susceptibilidades não lineares (um comportamento não linear menos acentuado do que os semicondutores).

O princípio básico de um destes moduladores aparece, de forma esquemática, na figura 6. Para se entender como ele funciona, considere-se inicialmente que apenas um feixe de luz verde incide sobre uma das faces da fibra óptica (figura 6a). Durante a propagação do feixe através da fibra, o campo elétrico a ele associado não muda de direção. Se usarmos um polarizador na saída da fibra, orientando-o perpendicularmente em relação ao campo, toda a luz será bloqueada.

Passemos agora à figura 6b. Nela, mostra-se uma situação em que a fibra é percorrida por dois feixes — um de luz verde, outro de vermelha — cujos campos elétricos se propagam originalmente formando entre si um certo ângulo. Se a intensidade da luz vermelha for suficientemente alta, ocorre uma modificação no índice de refração da fibra. Em consequência, o campo elétrico da luz verde pode sofrer um giro de 90° , fazendo com que, na saída da fibra, a direção deste campo seja aquela permitida pelo polarizador, que neste caso transmite o feixe de luz verde. O giro na direção do campo elétrico da luz é chamado birrefringência não linear.

Se o feixe de luz vermelha tem origem em um *laser* que emite pulsos de luz, cada pulso produz o chaveamento do feixe verde. A rapidez com que ocorre o giro do campo elétrico depende do pulso vermelho e do tempo de resposta do vidro, que é muito rápido. O polarizador transmite o feixe verde apenas durante o intervalo de duração do pulso vermelho, o que faz com que o processo de chaveamento possa ser muito rápido.

A modulação ultra-rápida de um feixe de luz através deste método foi demonstrada há pouco mais de um ano. Utilizando *lasers* pulsados, pesquisadores da IBM ob-

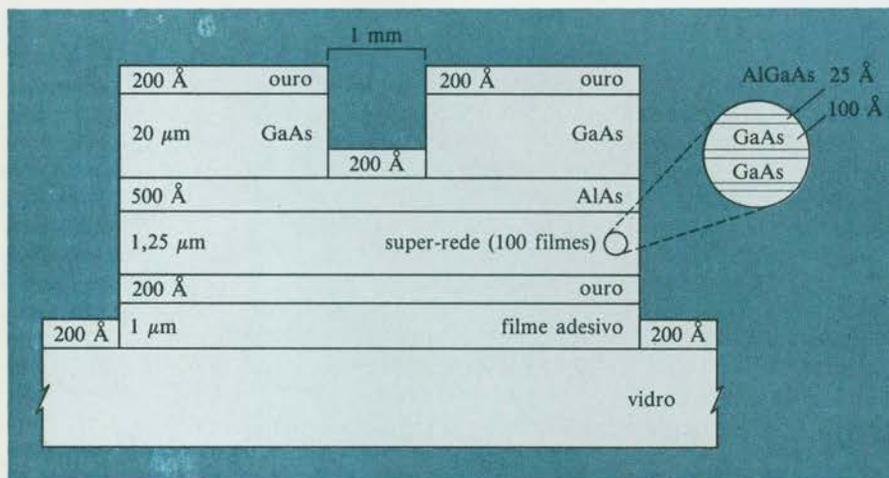


Fig. 5. Modulador ultra-rápido construído com super-redes de semicondutores. Aparece o esquema de uma cavidade de Fabry-Perot que usa filmes semicondutores cristalinos (camadas de arseneto de gálio, arseneto de gálio e alumínio e arseneto de gálio-alumínio) preparados com uma técnica especial chamada epitaxia molecular. As dimensões das camadas estão indicadas na figura. Um micron é igual a um milionésimo do metro e um angstrom (\AA) é igual a um décimo de bilionésimo do metro.

tiveram, nos Estados Unidos, o chaveamento de um feixe de luz em 400 fentossegundos. Algumas variações do mesmo método foram demonstradas, com a utilização de diferentes configurações de fibras ópticas (em certos casos, pares de fibras foram colocadas muito próximas entre si). Dispositivos bastante engenhosos — que não detalharemos aqui por exigirem outros conceitos — tornam possível a transferência, de uma fibra para outra, de toda a luz injetada numa delas.

res, construído com um cristal de LiNbO_3 , no interior do qual foram implantadas regiões ('canais') contendo átomos de titânio. Com dimensão típica da ordem de microns, os canais apresentam índices de refração que não são os mesmos do resto do cristal. Assim, um feixe de luz que penetre em um deles será guiado como se estivesse se propagando dentro de uma fibra óptica. Em um dos canais são colocados eletrodos de ouro, ligados a um circuito eletrônico externo para controle do modulador.

das dimensões do modulador. A variação periódica da voltagem aplicada nos eletrodos permite controlar ('modular') a intensidade da luz transmitida. Atualmente existem moduladores operando com voltagens que oscilam em altas frequências, de até um giga-hertz (GHz), ou seja, um bilhão de vezes por segundo. Isso quer dizer que, usando-se este método, é possível modular um feixe de luz em um bilionésimo de segundo.

Moduladores de LiNbO_3 já são produzidos comercialmente, sendo usados como

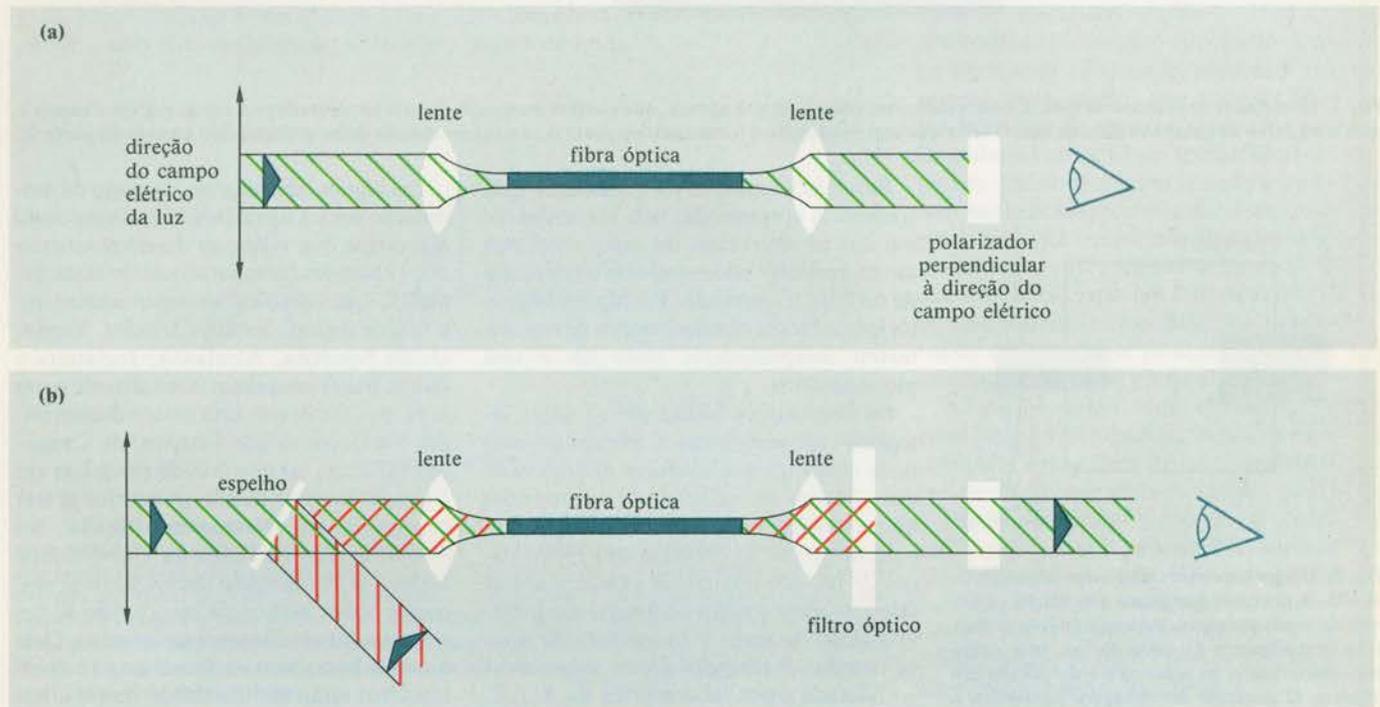


Fig. 6. Modulador ultra-rápido construído com 'fibras ópticas de modo único' (ou 'de monomodo'). Tem uma forma muito simples e é de fácil montagem. A fibra usada na primeira demonstração do dispositivo tinha 7 mm de comprimento e o diâmetro de sua área transversal era de $4 \mu\text{m}$. Em (a), apenas um feixe de luz verde incide sobre a fibra, sendo totalmente bloqueado porque o polarizador está orientado perpendicularmente em relação ao campo elétrico do feixe; o observador nada vê. Em (b), a fibra é percorrida por dois feixes, um dos quais (vermelho) modifica o índice de refração da fibra. De acordo com a direção do campo elétrico do laser vermelho e com a intensidade deste, o campo elétrico da luz verde sofre um giro (no caso, de 90°), assumindo a mesma direção permitida pelo polarizador; o observador percebe então este último feixe. O filtro óptico serve para bloquear apenas o feixe vermelho.

Os casos acima citados ('cavidade de Fabry-Perot' e 'modulador de fibra óptica') servem para ilustrar princípios de chaveamento que utilizam apenas a interação de feixes de luz. Com tais métodos podem-se obter as formas mais rápidas de chaveamento. Mas, nos últimos anos, também se estuda muito o uso combinado de efeitos ópticos e da microeletrônica. Os moduladores de niobato de lítio (LiNbO_3) são exemplos bem-sucedidos dessa combinação. Em sua forma mais simples, eles se baseiam no princípio de funcionamento do interferômetro de Mach-Zehnder, nome dos dois físicos do século XIX que inventaram este instrumento para estudar a densidade e a compressibilidade de diversos gases.

O esquema da figura 7 representa a forma mais simples de um desses modulado-

O feixe de luz incidente na porta A é repartido em dois outros de mesma intensidade, que se propagam em ambos os canais. Se não se aplica nenhuma voltagem nos eletrodos, os dois feixes se recombinam na porta B, e a luz transmitida apresenta praticamente a mesma intensidade que a luz incidente. Caso contrário, aplicando-se uma voltagem nos eletrodos, ocorre uma variação no índice de refração do 'canal de controle' e, em consequência, a velocidade de um dos feixes se modifica. Neste caso, ao se recombinarem na porta B, os dois feixes terão percorrido caminhos efetivamente diferentes. Por causa do efeito de interferência óptica entre os feixes que se recombinam, a intensidade do feixe resultante (transmitido através da porta B) pode ser igual ou menor do que a intensidade incidente, dependendo da voltagem aplicada e

chaves de sistemas de telecomunicações dotados de grande capacidade. Diversos laboratórios tentam hoje melhorar o desempenho desses dispositivos, tendo em vista sua aplicação futura em sistemas avançados de óptica digital. Em geral, tais pesquisas têm como objetivo reduzir as dimensões dos moduladores, melhorar a eficiência da modulação e aumentar a rapidez da comutação. Nos casos mais aperfeiçoados, o índice de refração do canal de controle varia por causa da birrefringência não linear durante os pulsos de lasers que operam na escala de picossegundos, possibilitando assim a modulação ultra-rápida do outro feixe de luz.

Vários outros tipos de moduladores — além dos de LiNbO_3 — são objeto de pesquisa. Entre as abordagens mais promissoras para uso futuro em circuitos de op-

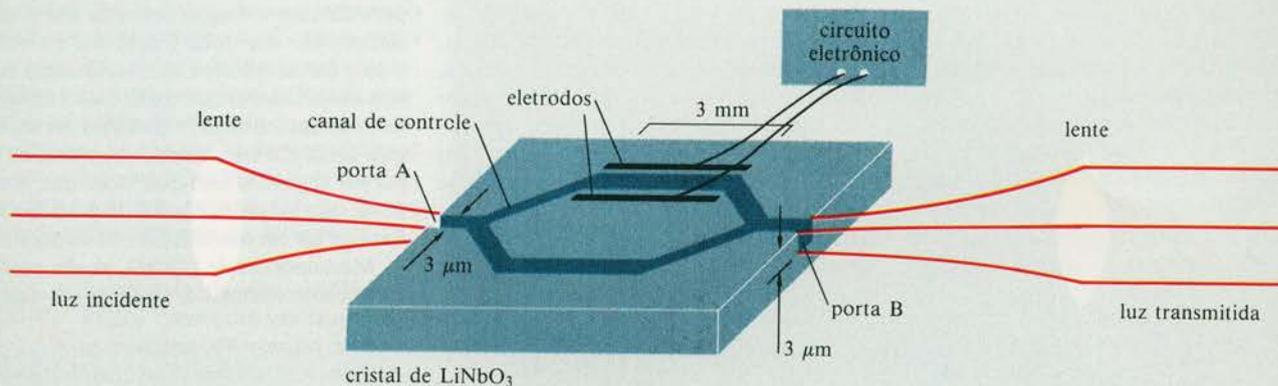


Fig. 7. Modulador de niobato de lítio. É construído com cristais de alta pureza, que contêm átomos de titânio implantados em certas regiões ('canais'), com o objetivo de guiar os feixes de luz. O feixe que será modulado é focalizado na porta A, e a luz modulada deixa o dispositivo através da porta B.

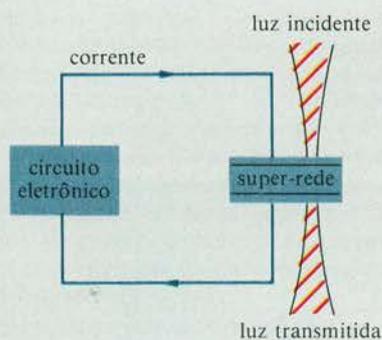


Fig. 8. Diagrama esquemático dos dispositivos SEED. A corrente que passa através da super-rede de semicondutores depende da intensidade e do comprimento de onda da luz, bem como das características da super-rede e do circuito eletrônico. O controle da voltagem possibilita o controle da intensidade da luz transmitida.

toeletrônica digital, merecem destaque os moduladores baseados em efeitos eletro-ópticos auto-induzidos, conhecidos pela sigla SEED (do inglês *self electro-optic effect devices*). Um diagrama esquemático deste dispositivo aparece na figura 8. O feixe de luz a ser modulado incide sobre uma superfície formada pelos semicondutores GaAs e AlGaAs, e um circuito eletrônico especial fornece energia ao modulador.

O funcionamento do SEED se baseia no fato de que, ao passar através de um circuito eletrônico, a corrente induzida pelo feixe de luz ('fotocorrente') influencia a voltagem aplicada ao modulador. Esta, por sua vez, influencia a absorção de luz pelo mesmo modulador, alterando assim a corrente. Por causa de um efeito puramente optoeletrônico, ocorre uma influência mútua entre o feixe de luz e a corrente eletrônica, de modo que o controle da voltagem possibilita o controle da intensidade da luz transmitida. O circuito eletrônico serve para determinar o modo pelo qual a mudança na fotocorrente afeta a voltagem aplicada à super-rede de semicondutores.

Escolhas adequadas da intensidade e da frequência apresentadas pela luz, assim como das características da super-rede, permitem modular eficientemente a intensidade do feixe transmitido. Em alguns laboratórios, já foram obtidos tempos de chaveamento compreendidos entre dez e cem picossegundos.

Os dispositivos SEED são circuitos integrados optoeletrônicos e representam uma nova classe de moduladores ópticos rápidos. Podem ser utilizados em condições muito convenientes, pois funcionam à temperatura ambiente, operam com intensidades de luz que podem ser produzidas por lasers de semicondutores (do tipo usado nos aparelhos de som) e necessitam de pouca energia. A pesquisa destes dispositivos — liderada pelos laboratórios da A.T.T. Bell — atrai grandes investimentos, especialmente interessados em desvendar as propriedades ópticas das super-redes de semicondutores. O modulador SEED representa hoje o tipo mais avançado e provavelmente é precursor das chaves dos futuros computadores ópticos.

A evolução da optoeletrônica ultrarrápida não depende necessariamente da criação de novos conceitos, mas sim, principalmente, do desenvolvimento de novos dispositivos e de avanços na tecnologia de preparação de materiais. Em particular, o uso das técnicas desenvolvidas pela microeletrônica possibilitará o emprego de dispositivos de grande confiabilidade, baixo custo, pequeno consumo de energia e tamanho diminuto. Novos materiais poderão complementar ou substituir os mais usados atualmente — niobato de lítio, quartzo, silício, arseneto de gálio, arseneto de índio, arseneto de alumínio — ou suas ligas. Tem crescido o uso de certos vidros especiais, alguns dos quais apresentam grandes não-linearidades ópticas, o que abre a possibilidade de se tornarem competitivos.

Em alguns laboratórios, o estudo da modulação óptica ultra-rápida está associado a projetos que visam ao desenvolvimento dos chamados 'computadores de sexta geração', que combinarão supercondutores e óptica digital. Estados Unidos, Japão, União Soviética, Alemanha, Inglaterra e outros países pesquisam intensamente nessa área que, no Brasil, está pouco disseminada. Na Universidade Estadual de Campinas (SP), um laboratório de pesquisas em física de lasers de pulsos ultracurtos já tem experiência em chaveamento rápido. No Departamento de Física da Universidade Federal de Pernambuco desenvolvem-se pesquisas sobre efeitos de óptica não linear empregados em chaveamento óptico. Dois novos laboratórios de lasers de pulsos ultracurtos estão em instalação no país, um em Recife e outro na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Para que o Brasil possa participar de forma mais efetiva do desenvolvimento dessa área é necessário um número bem maior de laboratórios e de pesquisadores em optoeletrônica, em novos materiais e nas tecnologias relacionadas com esses campos. É extremamente necessária a formação de pessoal especializado, pois o uso mais generalizado da óptica digital e o advento dos computadores ópticos serão realidades na próxima década, com grande impacto sobre a base tecnológica do início do século XXI. As pesquisas existentes no país representam apenas um passo inicial.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- MIGUS A., ANTONETTI A. e ORZAG A., 'Les lasers ultrarapides', *La Recherche* n° 187, p. 431, 1987.
 MIDWINTER J.E., 'Light electronics: myth or reality?', *IEE Proceedings*, vol. 132, n° 6, p. 371, 1985.
 'Optical computing update', número especial de *Computers in Physics*, vol. 2, 1988.



Faça um flagrante da sua vida. Tem um Volkswagen nela.

É a pura verdade: onde quer que você vá por este Brasil afora, você encontra Volkswagen, muitos Volkswagen, milhões de Volkswagen. Dois motivos para essa popularidade: primeiro, porque existem mais de 40 mil pessoas trabalhando dia e noite para isso - o imenso time de funcionários e

operários Volkswagen, segundo, porque há muita gente à espera do resultado desse trabalho que chega até você em forma de Santana, Saveiro, Quantum, Voyage, Parati, Gol, Kombi, etc. Assim, por uma simples questão de causa e efeito, há muitos anos a marca Volkswagen faz parte da vida de

todos nós. Tente lembrar um momento sequer onde não aparece um Volkswagen. Difícil, não é?



VOLKSWAGEN
Você conhece, você confia.

Gustavo Politis

Faculdade de Ciências Sociais (Olavarría)
Universidade Nacional do Centro da
Província de Buenos Aires

Ainda não se obtiveram evidências conclusivas a respeito da relação entre a atividade humana e a extinção de mamíferos pleistocênicos. Mas o sítio arqueológico de Arroio Seco, na Argentina, proporciona informações importantes a esse respeito. Teria havido uma intensa matança em curto período de tempo? Grandes modificações ambientais? Ou o homem deu apenas o golpe de misericórdia em espécies que viviam um processo natural de extinção?

Quando, no final do século passado, o célebre pesquisador Florentino Ameghino propôs que o berço da humanidade se encontraria na província argentina de La Pampa, a atenção da comunidade arqueológica internacional voltou-se para essa região. Seria possível que, contrariando a maioria das descobertas da época, os crânios fragmentados e outros restos ósseos, exumados na planície da região pampeana, pertencessem aos primeiros homens que povoaram o planeta? O conjunto de informações exposto por Ameghino era importante e mereceu uma discussão em nível internacional. Em 1910, chegou à Argentina o paleoantropólogo (especialista na evolução biológica do homem) Alex Hrdlicka, do Instituto Smithsonian de Washington (EUA). Após uma rápida análise dos materiais e das evidências apresentadas por Ameghino, ele recusou suas propostas, concluindo que não havia razão para se crer que o homem da América do Sul tivesse mais que uns poucos milênios; tampouco era provável, segundo sua opinião, que houvesse convivido com os grandes mamíferos do Pleistoceno.



QUEM MATOU

A contundência do modelo do influente Hrdlicka, excelentemente apresentado em seu trabalho *Early man in South America*, de 1912, destruiu as hipóteses ameghianas e resultou no abandono da busca sistemática de sinais dos primeiros homens americanos nos pampas argentinos. Juntamente com Ameghino, toda uma linha de pesquisa foi relegada ao descrédito. As enigmáticas descobertas de pedras de boleadeiras e de outros artefatos aparentemente muito antigos nas barrancas de Miramar, distrito de General Alvarado, província de Buenos Aires — realizadas por um amador, Lorenzo Parodi, entre 1910 e

1930 —, foram consideradas fraudulentas. Com isso, foi se diluindo a idéia de um povoamento muito remoto na região.

Baseada em diversos métodos modernos de datação do passado, a cronologia atualmente proposta para o povoamento da América é bastante distinta daquela que há quase um século sugeriu Ameghino. Hoje, uma grande quantidade de descobertas arqueológicas apóia a hipótese de que o homem chegou a este continente cruzando o estreito de Bering, entre a Sibéria e o Alasca, há 20 ou 30 mil anos. Descobertas recentes — realizadas no sítio de Monte Verde (Chile) por Tom Dillehay, da Universi-

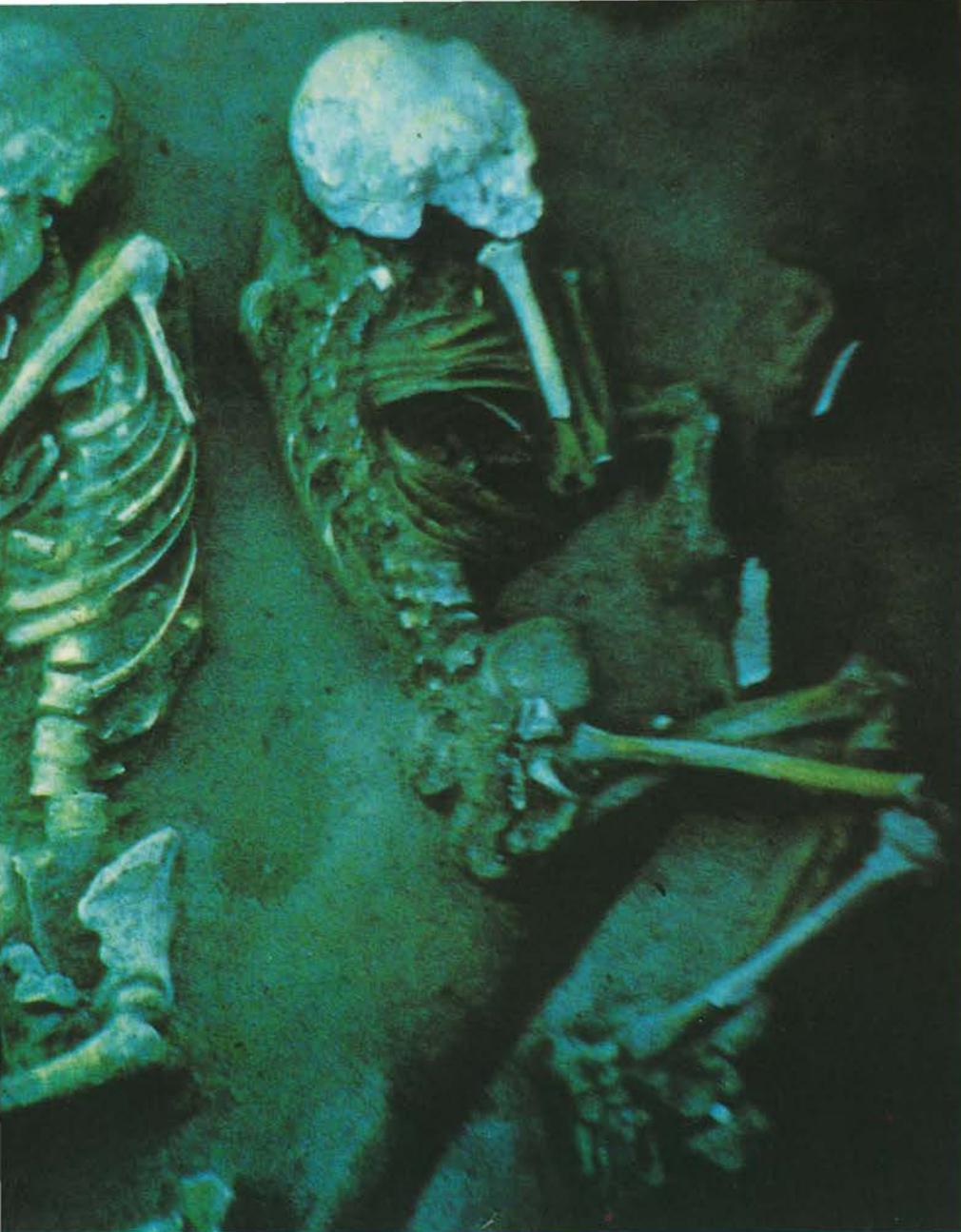


Fig. 1. Enterro múltiplo encontrado no sítio número dois de Arroio Seco, com esqueletos de um homem adulto e duas mulheres jovens em excelente estado de conservação.

Foi preciso esperar até a década de 1970 para que a região dos Pampas começasse a apresentar novas evidências dos primeiros homens americanos. Às margens do Arroio Azul, no distrito de mesmo nome, província de Buenos Aires, um grupo de cientistas do Instituto de Investigações Antropológicas de Olavarría, dirigido pelo arqueólogo Floreal Palanca, escavou o que teria sido um antigo local de caça de *Doe-dicurus*, gliptodonte agigantado, extinto provavelmente no final do Pleistoceno (ver 'As extinções pleistocênicas').

O instrumental de pedra ali recuperado, feito principalmente com quartzo cristalino, não era muito elaborado. Seus fabricantes só haviam desejado obter lâminas simples e muito cortantes, para carnear uma presa de grande massa muscular. Este sítio arqueológico, chamado La Moderna, em razão do antigo nome da região em que se encontrava, foi novamente estudado pelo autor em 1983 e 1984. As novas escavações permitiram confirmar a maioria das hipóteses de Palanca e de sua equipe, ao mesmo tempo em que proporcionaram novos dados referentes às atividades desenvolvidas no local em épocas remotas.

La Moderna ofereceu a primeira evidência confiável, dentro dos critérios científicos contemporâneos, para provar a coexistência, na região pampeana, entre o homem e a fauna do Pleistoceno. Mas não permitiu ir muito além, no que diz respeito à identificação dos modos de vida dos antigos grupos de caçadores-coletores que habitaram ali.

Pouco tempo após a descoberta de La Moderna, mais ao sul da província, às margens do primeiro braço dos Três Arroios (o Arroio Seco), um grupo local de arqueólogos amadores — Aldo Elgart, Alfredo Moran e Julio Móttola — localizou vários sítios com sinais de atividade humana pré-hispânica, dois dos quais continham sepulturas (figura 1). Face à magnitude e complexidade dos achados, recorreram ao Museu de Ciências Naturais da Universidade Nacional de La Plata. Alberto Rex Gonzalez, então diretor do Departamento Arqueológico deste museu, visitou a área e constatou a qualidade excepcional das descobertas. Nos sítios de Arroio Seco, não só havia restos humanos como também abundantes instrumentos líticos e ossos de mamíferos pleistocênicos, aparentemente associados a um mesmo estrato geológico. Era excelente a oportunidade de se fazer um estudo completo do primitivo povoamento dos Pampas e da influência do homem nas extinções da fauna pleistocênica.

O MEGATÉRIO?

dade de Kentucky (EUA), e no estado do Piauí por Niede Guidón, da Escola de Altos Estudos em Ciências Sociais (França) — apresentaram datações que fariam recuar o povoamento da América do Sul a quase 35 mil anos.

Entretanto — e apesar dos exageros cronológicos — várias das hipóteses de Ameghino, voltaram a ser seriamente consideradas. Pontas de projétil cravadas em ossos de bisontes extintos foram descobertas em 1972 em Folsom, Novo México (EUA), levando à aceitação da coexistência do homem com espécies animais extintas na América do Norte. Pouco depois, o arqueó-

logo norte-americano Junius Bird encontrou, no outro extremo do continente, em cavernas da Patagônia chilena, outras pontas de projétil associadas a restos de cavalo americano e de milodonte. Em paralelo, algumas das evidências apresentadas por Ameghino, tais como o crânio humano denominado por ele *Diprothomo*, recuperado a quase 40 metros de profundidade durante a construção do porto de Buenos Aires, ou o 'esqueleto de Fonzuelas', encontrado dentro da carapaça de um gliptodonte, não foram explicadas dentro do modelo de Hrdlicka, para quem o povoamento da América ocorreu em épocas pós-glaciais.

foto cedida pelo autor

AS EXTINÇÕES PLEISTOCÊNICAS

A primeira parte do período Quaternário, o Pleistoceno, foi caracterizada como a era das glaciações, isto é, o avanço das grandes massas de gelo sobre os continentes, com uma queda da temperatura ambiente em nível planetário. Estima-se que o início dessa era tenha ocorrido há dois ou 2,5 milhões de anos atrás e terminado há dez mil anos. Esta última data, convencionalmente aceita pelos pesquisadores de diferentes disciplinas, marcaria o final da última glaciação e a passagem a condições climáticas mais benignas, que caracterizam o período posterior, no qual ainda nos encontramos — o Holoceno ou Recente.

anos no subcontinente — junto a outros 'recém-chegados' da América do Norte (na era anterior, o Plioceno, formou-se o istmo do Panamá). Entre os primeiros encontram-se os mamíferos terrestres, como o megatério, o milodonte e o glosotério; os gliptodontes (figura 2), parentes distantes dos atuais tatus; o toxodonte, enorme mamífero semelhante ao hipopótamo; e a macrauquênia. No segundo grupo destacam-se tanto espécies extintas (cavalos americanos, mastodontes) como espécies ainda vivas (raposas, pumas, guanacos, veados e cervos).

Grande parte dessa fauna desapareceu no final do Pleistoceno, provavelmente

Em 1979, foram iniciadas as pesquisas sistemáticas no local, a cargo de uma equipe interdisciplinar integrada por vários cientistas da Faculdade de Ciências Naturais e do Museu de La Plata: os arqueólogos Luis Meo Guzmán, Mónica Salemme e o autor, o geólogo Francisco Fidalgo e o paleontólogo Eduardo Tonni. Na localidade arqueológica de Arroio Seco foram então detectados três sítios (figura 3). Convém esclarecer que, convencionalmente, um sítio arqueológico é um lugar onde se encontra uma série de sinais de atividade humana com certa continuidade regional; uma localidade arqueológica é uma área maior, onde podem ser concentrados vários sítios.

A maioria das informações significativas de Arroio Seco provém, no momento, do sítio de número dois, que se encontra em

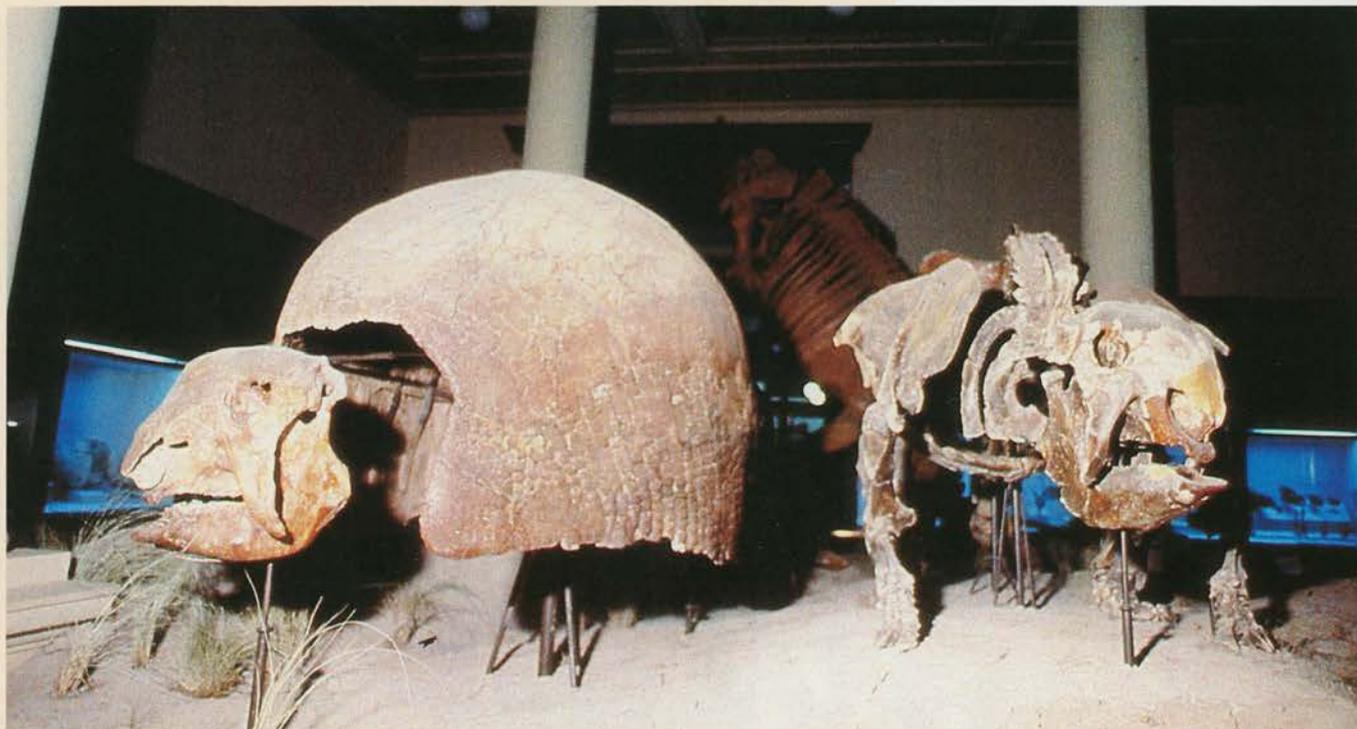


Fig. 2. Os gliptodontes foram abundantes no Pampa durante o Pleistoceno. Estão expostas no Museu de Ciências Naturais de La Plata duas reconstituições desses mamíferos (um deles sem o casco). Ao fundo aparece o esqueleto de um megatério.

Durante o Pleistoceno produziram-se na África a origem e a dispersão do gênero humano, como resultado de um processo de hominização, que teria tido início alguns milhões de anos antes. Esta era teve também uma fauna característica, cujos representantes mais relevantes extinguíram-se abruptamente na América, no período estimado entre 12 mil e oito mil anos antes do presente (AP).

Na América do Sul, a fauna do Pleistoceno incluía alguns representantes nativos — aqueles que se haviam originado e desenvolvido por dezenas de milhões de

pelas drásticas mudanças climáticas então produzidas. No entanto, a presença recorrente de ossos de mamute e de bisontes extintos nos sítios arqueológicos mais antigos da América do Norte fez supor que a caça praticada pelos primeiros povoadores americanos pudesse ter causado, junto com outros fatores, a extinção das espécies. Na América do Sul, vários sítios apresentam ossos de cavalos americanos, megatérios, milodontes e mastodontes, o que faz crer que o homem também contribuiu no subcontinente para o desaparecimento dessas espécies.

uma elevação formada por sedimentos eólicos (partículas arrastadas e depositadas pelo vento) e situada entre o Arroio Seco e uma pequena lagoa. A escavação realizada estende-se atualmente a quase 200 metros quadrados, que, segundo nossas estimativas, representam de 10 a 20% da superfície total de distribuição dos restos arqueológicos.

Ao ser iniciado o trabalho, dividiu-se o terreno a ser escavado em quadrículas de dois por dois metros; as linhas demarcatórias foram niveladas em uma altura arbitrária, estabelecendo-se assim o chamado 'nível zero' do sítio, que serviu de referência para o registro das profundidades em que iam aparecendo os materiais. Deste modo, cada objeto descoberto durante a esca-

foto: Mimi Doretto

vação era identificado pela quadrícula em que aparecia, por sua posição na mesma e por sua profundidade referente ao 'nível zero', podendo-se reconstruir posteriormente a posição relativa das diferentes descobertas.

Começou-se então a remover os sedimentos do solo com colher, espátula e pincel, avançando-se por níveis de extração de cinco centímetros de espessura e controlando-se a posição dentro do perfil geológico. O sedimento extraído foi passado por uma peneira com malha de cinco milímetros, para se poderem recuperar os restos menores, que em primeira instância haviam passado despercebidos; mas nas últimas escavações, realizadas entre 1986 e 1988, o sedimento foi lavado, para maior segurança, em coadores com malha ainda mais fina, de dois milímetros, o que permitiu resgatar praticamente todos os materiais arqueológicos, além mesmo de seu grau de fragmentação. Também se fez um corte de 80 metros de comprimento por 0,60 metro de largura, a fim de se observarem os estratos geológicos locais, um ponto-chave na interpretação dos achados (ver 'Geologia local').



foto cedida pelo autor

Fig. 3. Vista parcial do sítio de Arroio Seco. O fundo da escavação segue as ondulações da unidade 'S'.

A elevação em que se localiza esse sítio, de número dois, foi ocupada pelos caçadores-coletores pampeanos em sucessivas oportunidades — logo entraremos em precisões cronológicas — desde (pelo menos) oito a nove mil anos atrás. Nela, gradativamente, houve deposição de restos abundantes, derivados das diversas atividades ali desenvolvidas pelos homens primitivos. Os vestígios deixados pe-

la ação dos homens — artefatos e ossos de animais, entre outros — iam sendo, aos poucos, cobertos pelo sedimento que o vento carregava. Cada nova ocupação local se superpunha à anterior, deixando porém seus próprios restos num nível distinto, separado dos mais antigos por uma camada de sedimentos (ver 'Pré-história do Brasil', em *Ciência Hoje* n.º 19).

A identificação das evidências de cada ocupação é difícil, pois as associações originais de restos modificaram-se parcialmente por causa de fatores posteriores, como a ação do arado sobre os níveis superiores, a atividade dos roedores ao construir suas tocas ou a penetração de raízes no solo, com o conseqüente deslocamento de materiais, a partir de sua posição inicial. Também se deve considerar que raposas, pumas e outros carnívoros que habitaram a região pampeana transportaram, de um para outro lugar, os ossos dos animais por eles consumidos. Estas conturbações geraram dificuldade para determinar-se o que se chama 'pisos de ocupação', que são grupos de restos depositados simultaneamente, como conseqüência de uma ou várias atividades desenvolvidas no sítio durante períodos muito curtos. Não obstante, foram identificadas associações decorrentes de restos em distintos setores, que poderiam representar uma ou várias ocupações de bandos de caçadores-coletores com características semelhantes. Cada um destes conjuntos de associações denomina-se 'componente' e se refere à manifestação, simultânea ou não, de um dado grupo cultural. Da análise dos materiais resultaram, para o sítio de número dois de Arroio Seco, três 'componentes', que indicam três respectivos tipos de ocupação humana.

O componente superior é formado pelos restos encontrados na parte mais alta do perfil estratigráfico (unidade 'X' do mesmo). Apesar de ser o mais recente, sabemos muito pouco sobre ele. Essa porção do solo foi muito alterada pelo arado. Os objetos que aí se encontram foram removidos de sua posição original, constituindo um

GEOLOGIA LOCAL

Os estudos geológicos locais efetuados por Francisco Fidalgo assinalam que a paisagem da região corresponde a processos desenvolvidos sob diferentes condições climáticas em momentos distintos de sua evolução.

A geologia da região compreende basicamente uma rocha de base ou substrato, sobre a qual evoluiu a paisagem, e o conjunto de unidades litoestratigráficas (ligadas ao tipo de sedimentos e sua antiguidade) e edafoestratigráficas (relacionadas ao tipo de solos), resultado dessa evolução.

O substrato é constituído pela chamada Formação Pampeana, composta de limo argiloso e limo arenoso castanho amarelado, passando a castanho avermelhado, às vezes com tonalidades esbranquiçadas, que se relacionam com a concentração de carbonato de cálcio. Essa rocha, possivelmente originada no Plioceno Médio-Superior, localiza-se geralmente nas partes mais altas do relevo, integrando tanto as divisórias das águas principais como das secundárias. Após um grande hiato, depositaram-se nas depressões dessa formação os sedimentos correspondentes à Formação Luján (limos argilosos e arenosos de origem fluvial e/ou lacustre) e simultaneamente outros de origem eólica (basicamente limos grossos e areia fina com quantidades inferio-

res de argila), assimilados na Formação La Postrera.

A elevação onde se encontra o sítio de número dois de Arroio Seco é composta justamente de sedimentos dessa última formação geológica, e nela determinaram-se quatro unidades. A primeira, denominada 'X', é o solo atual, altamente alterado pelo arado. A segunda, 'Y', tem uma espessura de 0,30 a 0,40 metro de limo grosso e areia fina, com quantidades muito inferiores de argila. Em seguida localiza-se 'S', setor com 0,05 a 0,10 metro de espessura, com clara concentração de carbonato de cálcio. Finalmente aparece 'Z', semelhante a 'Y', porém com tonalidades mais acinzentadas, estendendo-se a quatro metros de profundidade, apoiada em sedimentos assinaláveis na Formação Luján.

Enquanto o processo de formação das unidades compostas de sedimentos eólicos é bastante claro, ainda não se pôde determinar como foi produzida a concentração de carbonato de cálcio da unidade 'S', nem a razão das ondulações que apresenta. Uma das possibilidades consideradas é que a forma e as características dessa camada se poderiam relacionar às atividades dos homens ou suas sepulturas, já que sua presença restringe-se apenas à área que foi objeto de ocupação humana.

conjunto empobrecido pela destruição quase total dos restos ósseos (figura 4). Apesar do escasso material recuperado, pode-se deduzir que em momentos tardios, provavelmente pouco antes da conquista hispânica, os indígenas que aí habitavam já dominavam a tecnologia de produção de cerâmica, que às vezes decoravam com tinta vermelha ou com motivos geométricos entalhados (efetuados sobre a massa antes do cozimento). Também fabricavam vários tipos de pontas de projétil bifaciais, algumas triangulares, pequenas e médias, e outras em forma de lança, com base pontiaguda. Nestes níveis, observou-se também o uso de algumas matérias-primas de excelente qualidade, tais como a opala ocreada. Em decorrência dos processos de destruição a que fizemos referência, nada conhecemos sobre sua economia ou suas preferências quanto à caça.

O componente médio, segundo conjunto cultural identificado, é mais bem caracterizado, pois estabeleceu-se em maior profundidade, fora do alcance do arado, não apresentando tantas alterações nas proximidades da atual superfície do solo. Localizou-se na parte superior da unidade 'Y' (figura 5), cujos sedimentos continham importante variedade de artefatos entalhados em pedra (basicamente quartzita), em geral com evidência de relevo e retoque marginal unifacial; como nos artefatos do componente superior, incluíam-se neste caso pontas de projétil triangulares de tamanho

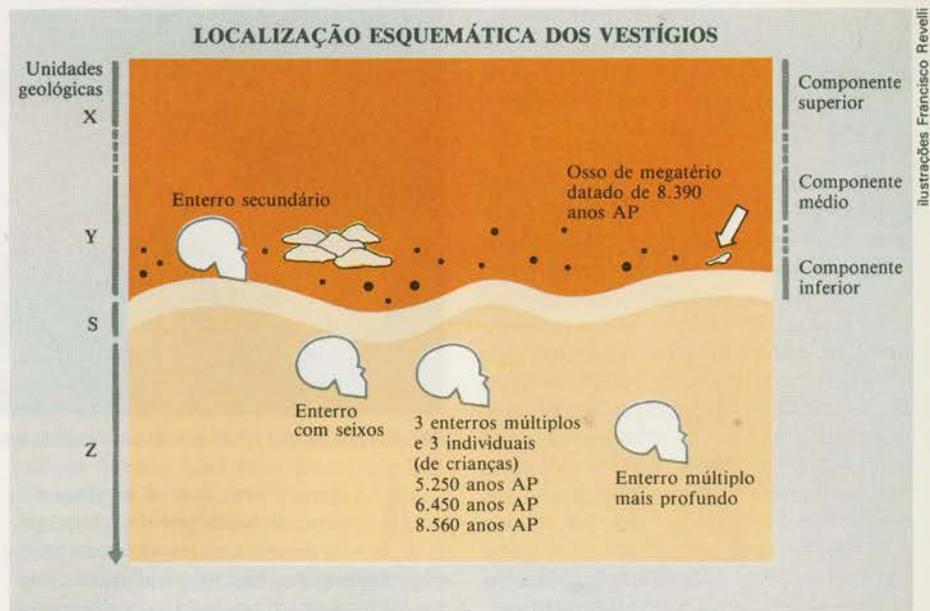


Fig. 5. Representação da unidade 'X' e de parte da unidade 'Y' do componente superior, assinalando-se a posição de algumas descobertas.

médio e outros instrumentos para processamento das presas (raspadeiras, por exemplo). Estes artefatos apareciam também associados a vestígios de fauna, permitindo supor uma economia baseada fundamentalmente na captura do guanaco (principal elemento de caça), do veado-dos-pampas e da ema (recursos complementares e ocasionais). Por outro lado, uma relativa abundância de utensílios de pedra associados à

moenda ('pilões' e 'moinhos') sugere que o processamento de produtos vegetais, resultantes da coleta, também teria ocupado importante lugar nas atividades de subsistência ali desenvolvidas. Nesses níveis não há vestígios de fauna originária da Europa ou de cerâmica (ambos, indicadores de épocas recentes), o que levaria a tentar localizar esse componente em meados do Holoceno ou pouco depois.

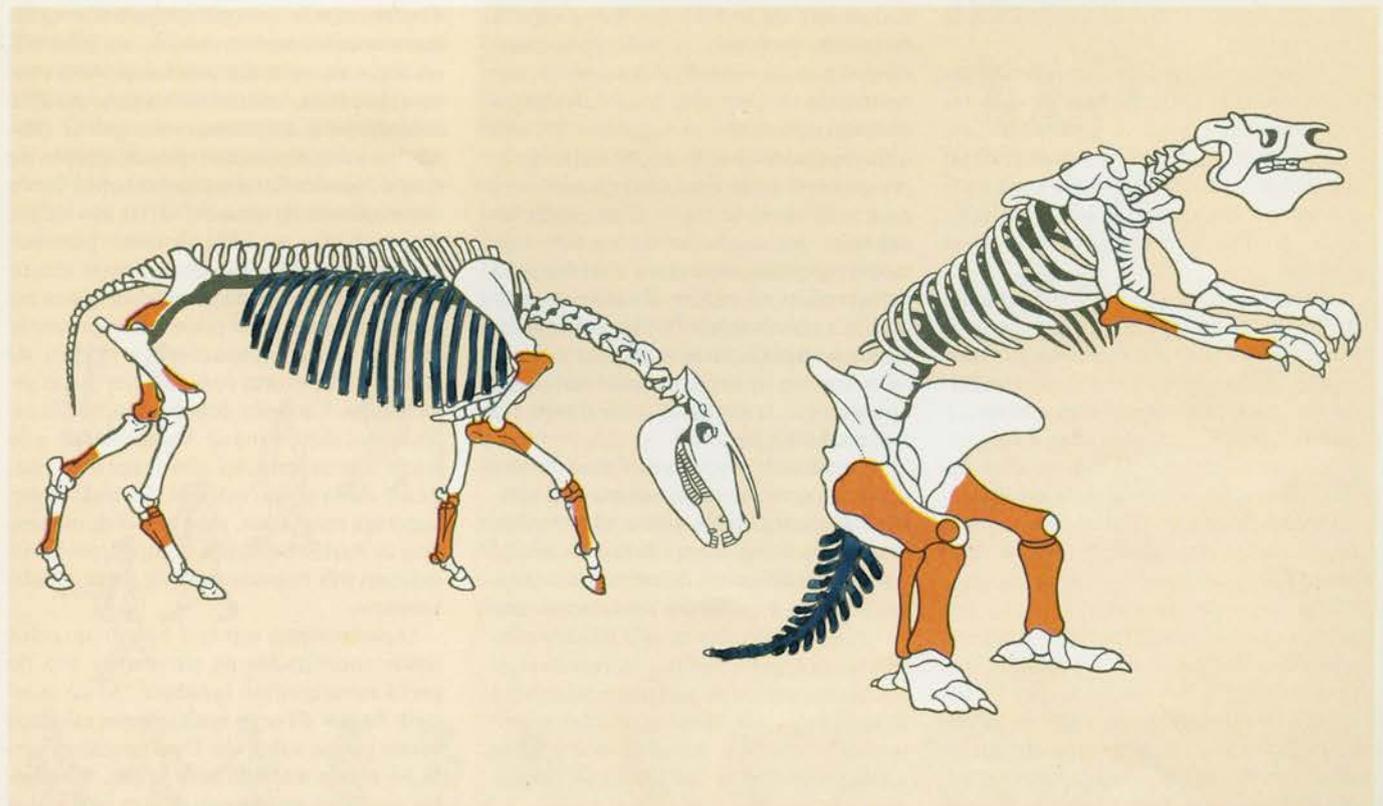


Fig. 4. Representação de esqueletos do cavalo americano (à esquerda) e do megatério (à direita). Os ossos em destaque foram os únicos encontrados.

Continuando a escavação, na parte inferior da unidade 'Y' e na seguinte (unidade 'S') foram encontradas evidências de associação entre os mamíferos pleistocênicos e o homem. Trata-se do último 'componente' identificado no sítio — o componente inferior, caracterizado por diferentes tipos de raspadeiras e por alguns elementos de grande volume, elaborados com materiais distintos (figuras 6 e 7).

O estudo faunístico dos restos recuperados nesse nível do sítio foi realizado pelo paleontólogo Eduardo Tonni e pela arqueóloga Mônica Saleme. A maior parte do conjunto analisado correspondia a restos ósseos de guanaco, de veado-dos-pampas e de várias espécies extintas: um camélídeo (*Paleolama*), duas espécies de cavalo americano (*Equus Amerhippus* e

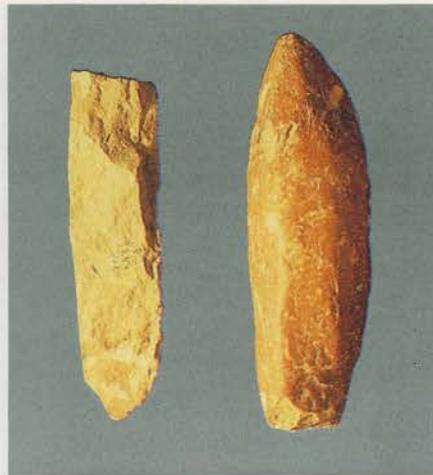


Fig. 7. Dois grandes instrumentos feitos pelo homem primitivo e encontrados nas proximidades de ossos de megatérios e de cavalos americanos.



Fig. 6. Entre os instrumentos do componente inferior destacam-se raspadores e outros artefatos entalhados em pedra, em geral com evidência de relevo e retoque marginal unifacial.

Onohippidium-Hippidion), um gliptodonte (*Eutatus seguini*), um cervídeo (*Habromeryx*), um toxodonte (*Toxodon*), duas espécies de preguiças terrestres — o megatério (*Megatherium americanum*) e o glosotério (*Glossotherium robustum*) — e *Macrauchenia patachonica*, animal pertencente à família Litopterna, que não conta com representantes vivos. Para o homem da região, a importância dessas espécies foi aparentemente desigual. A quantidade de peças encontradas sugere um destaque para o guanaco, que se teria constituído na principal fonte de proteínas animais para esses antigos caçadores. Ao mesmo tempo — e aí reside um dos aspectos importantes do sítio de número dois de Arroio Seco — diversas análises indicam que pelo menos o megatério e os cavalos americanos teriam sido, mesmo assim, explorados pelos ocupantes deste nível (figura 8).



Fig. 8. No centro, chifre de *Habromeryx*; nos dois lados, fragmentos de megatério.

Foram encontrados basicamente quartos dianteiros e traseiros dos esqueletos desses animais. Isto parece coincidir com as seleções de partes das presas segundo modelos típicos de muitos grupos de caçadores: depois de capturar o animal, ele é cortado para facilitar o transporte até o lugar de consumo; levam-se apenas as partes mais carudas, abandonando-se, no local da caça, a cabeça, o pescoço e a coluna vertebral, que oferecem pequeno rendimento de carne e, sendo relativamente pesadas, atrapalham a caminhada.

Do minucioso estudo dos restos ósseos recuperados surgem outros detalhes que assinalam também a hipótese do aproveitamento de alguns megatérios e do cavalo americano. Identificaram-se padrões de fratura de ossos semelhantes aos produzidos normalmente pelo homem ao consumir os animais. Por outro lado, em alguns ossos notaram-se linhas longitudinais semelhantes às produzidas pelos instrumentos de pedra durante os processos de curtume ou carnação. Certamente, é difícil determinar com fidelidade a causa dessas marcas, pois podem resultar da ação de agentes naturais, tais como a mordida de carnívoros. Porém, seu aparecimento nos pontos em que os músculos se inserem no esqueleto apoiaria a idéia de terem sido causadas pelo homem, durante a extração da carne para consumo posterior (figuras 9 e 10).

O resto dos ossos das espécies extintas não apresenta vestígios de ação humana. Embora contemporânea da ocupação, sua presença no sítio deve ser explicada por causas naturais.

Uma das destacadas características de Arroio Seco é a presença de abundantes sepulturas humanas. Com efeito, durante os trabalhos sistemáticos, iniciados em 1979, foram encontrados 17 esqueletos humanos em sepulturas coletivas e individuais. Es-



Fig. 9. Os ossos de mamíferos extintos mostram diversos tipos de marcas. Este resto de toxodonte apresenta vestígios que sugerem mastigação por parte de algum grande carnívoro.



Fig. 10. As marcas longitudinais podem ser atribuídas à ação de instrumentos de pedra, usados pelos homens primitivos para retirar a carne do animal.

sas inumações podem ser agrupadas em três conjuntos. O primeiro constitui-se de quatro sepulturas coletivas de adultos e crianças e três simples de crianças, com abundante adorno funerário (ver 'Adornos funerários'). O segundo conjunto é formado por uma sepultura simples, sem adorno, com uma acumulação de pedras sobre a região pélvica e o dorso do esqueleto, a fim de sinalizar o túmulo. O terceiro conjunto é composto de três sepulturas individuais de crianças de muito pouca idade, com abundante adorno funerário, encontradas cerca de 30 metros a sudoeste dos dois grupos anteriores.

No local, além dessas sepulturas, investigadores não profissionais tinham encontrado previamente três outros esqueletos humanos. Entre eles, destaca-se, por sua peculiaridade no contexto ali existente, o caso dos restos de um indivíduo adulto, encontrados na base da unidade geológica 'Y'. Trata-se da única inumação secundária lo-

calizada até agora no sítio. Diferentemente das sepulturas comuns, denominadas 'primárias', nas quais o corpo é depositado em seu lugar definitivo, nas inumações 'secundárias' o cadáver passou por uma sepultura prévia e transitória ou foi descartado por meios distintos. Só depois os ossos foram colocados em seu lugar final de inumação. Este processo é evidente pela posição das partes do esqueleto, que aparecem fora de sua localização anatômica normal. No caso que aqui descrevemos, a sepultura era formada pelo crânio e pelos ossos longos, agrupados numa espécie de 'pacote funerário'.

A cronologia das ocupações humanas e dos grupos de inumações ainda não está clara. Como já foi dito, o componente superior poderia localizar-se em época próxima à conquista hispânica (iniciada no século XVI), enquanto para o componente médio, como vimos, estima-se uma localização em meados do Holoceno ou pouco depois. Por outro lado, com base na presença de espécies extintas e na sua posição nos estratos do terreno, o componente inferior deveria localizar-se já no início do Holoceno ou incluir-se na última fase do Pleistoceno.

Esta última estimativa apóia-se também em uma datação radiocarbônica efetuada no Laboratório de Radiocarbono e Trítio da Universidade Nacional de La Plata (LATYR), que, para uma amostra de osso de megatério procedente do sítio, obteve uma datação de 8.390 ± 140 anos antes do presente (AP). Embora esta única amostra não seja suficiente para avaliar a antigüidade do componente inferior de Arroio Seco, é útil para contrastá-la com as evidências paleontológicas e geológicas. Na rea-

lidade, a partir do que a paleontologia conhece, deveriam ser esperadas datações um pouco mais antigas, já que no sítio estão representadas muitas espécies características da Idade Mamífero Lujanense, cuja extinção considera-se ter ocorrido um ou dois milênios antes do Pleistoceno. Isto pode ser explicado de duas maneiras: ou a datação obtida se deve a certo 'rejuvenescimento' da amostra por algum contaminante natural que tenha alterado os resultados — não representando, portanto, a antigüidade real da ocupação — ou, ao contrário, uma parte dessa fauna (extinta no final do Pleistoceno no resto da América do Sul) sobreviveu na região pampeana mais uns milênios, até o início do Holoceno (ver 'Os métodos de datação', em *Ciência Hoje* n° 19, p. 39).

Aparece, por outro lado, o problema da antigüidade das inumações e sua relação com os componentes arqueológicos. A única sepultura secundária foi localizada na posição estratigráfica relativamente mais alta, a base da unidade geológica 'Y' e, por conseguinte, deve ser considerada a mais moderna. Provavelmente pertencia ao componente médio ou superior: não pode correlacionar-se com o componente inferior, mais antigo, uma vez que é intrusiva dentro deste. Foi feita em tempos mais recentes, formando um depósito nos sedimentos que já continham os vestígios culturais das primeiras ocupações.

Seis das sepulturas do primeiro conjunto localizam-se em maior profundidade, no topo da unidade 'Z', e não se observam alterações da unidade geológica que a cobre ('S'), donde se deduz que as inumações se concretizaram antes da formação da mesma. As análises de carbono-14 efetuadas, também pelo LATYR, nos carbonatos da unidade 'S', que 'lacr' as sepulturas, deram como idades mínimas 5.740 ± 120 anos AP, em um caso, e 5.700 ± 120 anos AP em outro, mostrando assim que as sepulturas seriam anteriores a essa época. No entanto, deve assinalar-se que são datas altamente estimativas, pela possibilidade de contaminações com carbonatos mais recentes.

Também se processaram, pelo mesmo método de datação, três amostras de osso humano procedentes dos esqueletos da sepultura coletiva de número dois, chegando-se a resultados discrepantes. Por um lado, o Laboratório Beta Analitic, da Flórida (EUA), obteve uma data de 5.250 ± 110 anos AP, enquanto o LATYR processou uma amostra do mesmo esqueleto e o resultado foi de 8.560 ± 320 anos AP. Entre ambas as datas, a segunda coincide com a antigüidade estimada com base nas outras datações do sítio e na posição geológica. A terceira amostra, também processada no laboratório de La Plata, resultou

ADORNOS FUNERÁRIOS

Desde, pelo menos, o Paleolítico Médio Europeu, os homens realizam rituais mortuários, evidenciados pela presença de oferendas junto ao corpo dos mortos. Já no Paleolítico Superior, as descobertas nas grutas de Grimaldi e Cavillion (França) continham adornos funerários compostos de conchas marinhas, presas de cervos perfuradas, alguns artefatos de pedra e abundante ocre vermelho em redor dos ossos. Esse culto aos mortos sugere a crença em alguma forma de vida após a morte.

No continente americano, os esqueletos humanos com datações confiáveis não ultrapassam dez mil anos de antiguidade. Entre esses restos, muito poucos apresentavam algum tipo de adorno funerário. Por isso, o conjunto de sepulturas de Arroio Seco adquire importância singular, uma vez que nos permite começar a explorar aspectos quase desconhecidos dos antigos povoadores da América.

Algumas das sepulturas de Arroio Seco são compostas de dois ou três indivíduos inumados na mesma fossa, sem qualquer adorno, com exceção de um colar de conchas. Por outro lado, as seis sepulturas individuais de crianças, cujas idades variavam entre poucos meses e dez

ou 12 anos, continham abundantes e variadas oferendas mortuárias. Na sepultura de número cinco, uma criança de aproximadamente dez anos apresentava ao redor do pescoço, dos tornozelos e dos pulsos mais de 150 presas de canídeos perfuradas, que seguramente teriam sido ligadas por um cordão, formando colares e pulseiras. Portava também dezenas de contas circulares ao redor da cabeça e uma pequena esfera de basalto preto. Ao lado de um dos braços encontrava-se um osso (fragmentado) de guanaco; e ao lado do outro, uma lasca de quartzita. Finalmente, todo o sedimento que cobria o crânio estava impregnado de abundante pó avermelhado, de ocre, sugerindo que logo após a morte, enquanto ainda conservava os tecidos macios, a criança fora pintada com essa substância. As outras sepulturas tinham adornos semelhantes, porém não tão abundantes e complexos (figuras 11 e 12).

As análises realizadas pelo paleontólogo Daniel Berman, do Museu de Ciências Naturais de La Plata, indicam que as presas de canídeos originavam-se de várias espécies extintas. Algumas são semelhantes às das raposas atuais da região dos Pampas e da Patagônia, enquanto outras



Fig. 12. Presas de canídeo perfuradas.

são muito maiores e poderiam ser atribuídas a uma raposa de grande porte — o *Canis (Dusicyon) avus*. Um terceiro grupo apresenta afinidades morfológicas com algumas variedades do cão doméstico. Se esta última hipótese se confirmasse (por exemplo, com o achado de partes de esqueletos mais representativas que as presas), teríamos então um dos registros mais antigos para um animal domesticado na América do Sul. Isto, por sua vez, nos levaria a considerar o papel do cão doméstico nas atividades de subsistência, especialmente na caça.

Que significa esta riqueza no adorno funerário? Tal pergunta pode dar margem a várias respostas. Esboçamos apenas duas. Em primeiro lugar, as notáveis diferenças na quantidade de oferendas sugere que algumas crianças, ou suas famílias, gozavam um *status* especial dentro do grupo. Obviamente, não sabemos com que critérios (religiosos, econômicos ou políticos) se adquiria essa importância, mas é claro que já deveriam existir, de forma individual ou familiar, diferentes posições na estrutura social desses grupos caçadores-coletores. Em segundo lugar, em algumas sepulturas, como na de número cinco, encontram-se oferendas provenientes das áreas exploradas para a obtenção dos recursos básicos à subsistência. Isto implica que, em algumas sepulturas, concentram-se certas 'informações' sobre as regiões de utilização econômica e sobre os recursos disponíveis em cada uma: matérias-primas minerais nas serras, animais na planície interserrana e caracóis, conchas e seixos basálticos no litoral marítimo.



Fig. 11. Parte dos adornos encontrados na inumação de número cinco. Vêem-se uma esfera de basalto preto, conchas e presas de canídeos.

fotos Mimi Doretti

numa datação de 6.450 ± 60 anos AP, tendo porém sido obtida de outro esqueleto. A última idade sugere que os processos de contaminação afetaram de forma diferenciada os dois esqueletos dentro da mesma sepultura, ou que, contrariando a idéia que se tinha formado com base na disposição dos ossos, os dois esqueletos não eram contemporâneos. Podem ter sido enterrados em épocas distintas. Se aceitássemos uma antigüidade aproximada de 8.500 anos para algumas dessas sepulturas, seria preciso relacioná-las com o componente inferior.

Uma das últimas sepulturas encontradas dentro do sítio apresenta um novo problema, pois se achava quase 40 centímetros abaixo do primeiro conjunto. Esta sepultura, composta de dois adultos semi-articulados e de ossos misturados de crianças, evidencia outro tipo de inumação. Sua antigüidade pode ir além de 8.500 anos (figuras 13 e 14).

Recentes estudos realizados no LATYR podem confirmar esta última hipótese. Neste laboratório, determinou-se o conteúdo de nitrogênio do colágeno (principal componente orgânico do osso), para estabelecer-se quantitativamente os graus de alteração e, dessa maneira, estimar-se a antigüidade *relativa* dos ossos contidos dentro do mesmo perfil estratigráfico. Essas



Fig. 14. O sepultamento de número cinco incluiu adorno funerário rico e complexo. Em torno do pescoço e dos pulsos observam-se muitas presas perfuradas, que formavam colar e pulseiras.

análises indicam pelo menos quatro episódios diacrônicos de inumações, que incluem dois momentos distintos para o enterro coletivo de número dois, tal qual sugeriam as datações de radiocarbono, e um momento mais antigo, que não se sabe ainda precisar, para a sepultura coletiva encontrada em maior profundidade.

Outras três sepulturas, correspondentes ao terceiro conjunto, aparecem na unidade 'Z' e, apesar de algumas diferenças na estratigrafia do setor, poderiam também ser atribuídas ao componente inferior. A descoberta de uma placa de gliptodonte como adorno funerário junto a um dos corpos apoiaria essa antigüidade.

Confirmando-se a hipótese que vincula grande parte das inumações ao componente inferior, mais antigo, o sítio de Arroio Seco de número dois proverá importante informação para o estudo das características físicas dos povoadores da América do Sul durante o Pleistoceno Tardio e o Holoceno Inicial, permitindo ainda que conheçamos as práticas mortuárias dessa época. A esse respeito é importante destacar que os tipos de práticas rituais registradas neste sítio não foram encontradas em outros, considerados de ocupação mais recente. Uma questão difícil de ser elucidada é a redundância na escolha do sítio como lugar de práticas inumatórias e, simultânea ou alternativamente, o uso do mesmo espaço para residência.

Sobre esta última função, pode-se assinalar a posição estratigráfica de Arroio Seco com respeito à distribuição espacial de recursos diversos. Em princípio, o sítio encontra-se uns cem quilômetros a leste e a oeste dos afloramentos rochosos mais próximos, pertencentes, respectivamente, aos sistemas de Ventania e de Tandilia, donde provêm as matérias-primas mais empregadas na fabricação local de artefatos de pedra: quartzita, calcidônia e pedras silicificadas. Porém, os antigos caçadores de Arroio Seco usaram, além disso, seixos basálticos da costa Atlântica, que hoje se encontra 60 quilômetros ao sul e é de fácil acesso a partir desse sítio, seguindo-se o curso do Arroio Claromecó. Levando-se



Fig. 13. Um dos sepultamentos encontrados no sítio de Arroio Seco, em 1979, é formado por esqueletos completos de três indivíduos: um homem, uma mulher e uma criança muito nova.

em conta que no início do Holoceno a costa marinha ficava alguns quilômetros mais distante, pode-se propor que o sítio teria ocupado uma posição equidistante em relação aos recursos minerais necessários à fabricação de pelo menos parte do instrumental desses grupos humanos. Assim, a situação dos mesmos na planície interserrana bonaerense (região que durante grande parte do Holoceno deve ter contado com elevada quantidade de herbívoros) apresentava importantes vantagens, não só para o aproveitamento das presas disponíveis, como para um planejamento logístico visando à obtenção de matérias-primas necessárias ao processamento dos produtos de caça (os instrumentos para carnear, curtir etc.). Outro ponto de crucial importância para a sobrevivência: a localização entre o arroio e a laguna garantia a disponibilidade de água, que pode ter sido um fator de atração de animais silvestres.

Estudos realizados entre os grupos caçadores-coletores contemporâneos, como os *kung san* de Kalahari ou os esquimós do Ártico, podem nos ajudar a formular uma hipótese que explique a complexidade do sítio estudado. Em algumas dessas sociedades observou-se a existência de um mecanismo de agrupamento e fragmentação das unidades sociais: quando os recursos são mais abundantes, pode-se esperar a reunião de pequenos grupos que, em épocas de escassez, se separam para explorar outros territórios de caça. Durante os períodos de agregação, intensificam-se as relações sociais entre os grupos e realizam-se os ritos e as cerimônias coletivas. Como resultado dessas atividades restam sítios maiores e mais complexos que abrigariam certa diversidade, pelas características particulares de cada grupo, apresentando porém traços gerais comuns. No caso de Arroio Seco, a presença de materiais provenientes de áreas diversas apoiaria essa hipótese. Mesmo assim, a recorrência de estilo na fabricação de adornos para as sepulturas de crianças (especialmente as presas perfuradas de diferentes canídeos, junto a uma esfera de basalto costeiro e de ocre das serras em uma mesma sepultura) sugere que algumas ocupações de Arroio Seco representam um sítio de agregação. Possivelmente, a quantidade extra de carne retirada de uma presa ocasional, como o megatério, poderia sustentar, por um curto período, o agrupamento de populações dispersas (figura 15).

Não temos qualquer evidência da razão pela qual o sítio funcionou como local de inumação, a não ser o que é aparentemente óbvio — que a recorrente permanência de povoados humanos nas imediações aumentaria as possibilidades de mortes de membros dos grupos e seu conseqüente sepultamento local.



Fig. 15. Último sepultamento encontrado no sítio. Corresponde a uma criança que tinha entre dez e 12 anos de idade, enterrada com um colar formado por mais de 30 presas de canídeos perfuradas.

Poderiam ser estabelecidas relações entre os vestígios mais antigos de atividade humana em Arroio Seco e as descobertas semelhantes da região? No momento é difícil afirmar-se isso, por uma série de fatores. Tudo indica que Arroio Seco, por exemplo, foi um acampamento-base, um local de fixação e de atividades múltiplas, enquanto o sítio mais setentrional de La Moderna teria funcionado como um simples local de caça; por isto, podem-se esperar variações no tipo de materiais encontrados em um e em outro. Por outro lado, as diferenças no material de pedra e na fauna explorada em ambas as localidades podem ser produto de variações culturais reais ou, ao contrário, ser apenas reflexo de diferentes posições dos sítios dentro de um mesmo sistema de assentamento complexo.

Além disso, as novas descobertas indicam um antigo povoamento pampeano diverso. Recentemente, a arqueóloga Nora Flegenheimer obteve informação relevante em vários sítios localizados nos outeiros de La China e El Sombrero, distrito de Lobos, província de Buenos Aires. Suas escavações trouxeram à luz níveis de ocupação humana que apresentam escassa associação com vestígios de fauna. Posteriores análises radiocarbônicas indicaram que a ocupação ocorreu há uns 10.700 anos. As características técnicas do instrumental de pedra aí encontrado e a presença de pontas de projétil chamadas 'rabo de peixe', pela forma da sua base, somadas a uma diferença de dois milênios na cronologia, indicam que esses vestígios, em princípio, não se vinculariam ao contexto cultural de Arroio Seco.

Por outro lado, como vimos, Arroio Seco proporciona importante informação sobre a relação entre a atividade humana e a extinção dos mamíferos pleistocênicos na região pampeana.

Basicamente, foram propostas três explicações para esse tema. A primeira é que o homem foi um fator decisivo no desaparecimento das espécies, ao produzir uma intensa matança durante um curto período. A segunda é que a atividade dessas sociedades antigas desencadeou modificações ambientais de tal magnitude, que as espécies em questão não teriam podido superá-las. A última é que o papel da intervenção humana foi, neste sentido, o de um simples 'golpe de misericórdia', dentro de um processo natural de extinção que já estava em pleno curso.

Embora os dados obtidos em Arroio Seco sugiram que o megatério e os cavalos americanos foram caçados e consumidos pelo homem, não há fortes evidências de que esta exploração tenha causado um impacto crítico no equilíbrio populacional dessas espécies. Ao contrário, elas — pelo menos quando se encontravam já em franco retrocesso numérico no final do Pleistoceno ou no princípio do Holoceno — parecem ter servido apenas como recursos complementares frente a outras (como o guanaco) que, apesar de intensamente aproveitadas durante milênios, ainda sobrevivem.

Este ponto enfatiza que o papel do homem na extinção da fauna pleistocênica deve ser abordado a partir de uma perspectiva regional, enfoque para o qual a evidência de Arroio Seco parece ser de importância fundamental.

Nota: este artigo, escrito originalmente em espanhol, foi preparado pelas equipes de texto e de arte de Ciencia Hoy, revista produzida na Argentina.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- BORRERO L., 'Pleistocene extinctions in South America', *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, vol. 2, Rotterdam, 1984.
- BRYAN A. (org.), 'New evidences for the Pleistocene peopling of the Americas', *Peopling of the Americas Series*, Center for the Study of Early Man, Universidade de Maine, 1986.
- FLEGENHEIMER N., 'Hallazgo de puntas cola de pescado en la provincia de Buenos Aires', *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, tomo XIV, n.º 1, pp. 169-176, Buenos Aires, 1980.
- MARTIN P. e KLEIN R. (orgs.), *Quaternary extinctions. A prehistoric revolution*. Tucson, The University of Arizona Press, 1984.
- POLITIS G., 'Investigaciones arqueológicas en el área interserrana bonaerense', *Etnia* n.º 32, pp. 7-21, Olavarría, 1984.
- SCHULTER R. (org.), *Early man in the New World*. Beverley Hills, Sage Publications, 1983.

NATURALISTAS ITALIANO

Teresa Isenburg

Departamento de Estudos Políticos e Sociais, Universidade de Pavia (Itália)

“A jornada foi deliciosa. Mas o próprio termo delícia é inadequado para exprimir os sentimentos de um naturalista que pela primeira vez vagou através de uma floresta brasileira. A elegância das matas, a novidade das plantas-parasitas, a beleza das flores, o verde brilhante das folhagens e o viço da vegetação me enchiam de admiração.”

“Vai-se estendendo a agricultura nas bordas dos rios no interior do país, mas isso com um método que, com o tempo, será muito prejudicial, porque consiste em queimar antiqüíssimos bosques.”



O interesse pela botânica começou a aumentar entre viajantes e naturalistas a partir da segunda metade do século XVIII. A obra de classificação das plantas empreendida pelo sueco Karl Linneu serviu de estímulo a essa atividade, ao mesmo tempo em que o desejo de ampliar os conhecimentos sobre regiões do planeta ainda pouco conhecidas levava espíritos aventureiros a visitar ‘os trópicos’, buscando importar e aclimatar espécies raras nos hortos botânicos que então se multiplicavam pela Europa. No século XVIII — dos monarcas influenciados pelo Iluminismo e empenhados no incentivo aos estudos e reformas inovadoras — alguns empreendimentos foram promovidos diretamente pelos governos: na América Latina, merecem ser recordadas a expedição Malaspina (1784-1794), apoiada por Carlos III, rei da Espanha, que per-

correu todas as colônias espanholas nos mares do Sul, recolhendo grande quantidade de achados científicos e materiais geológicos, botânicos e zoológicos, e a viagem do mesmo gênero realizada por Alexandre Rodrigues Ferreira pelo norte do Brasil (1783-1792), sob patrocínio de José de Carvalho e Melo, o marquês de Pombal (ver ‘A viagem filossófica de Alexandre Rodrigues Ferreira’, em *Ciência Hoje* n° 10).

O enfraquecimento das monarquias iluminadas — como geralmente são conhecidos aqueles governos influenciados pelo Iluminismo — e o advento do período napoleônico modificaram o quadro político e militar da Península Ibérica. Nos agitados anos de guerra que marcaram a passagem do século XVIII para o XIX, não foi possível aproveitar adequadamente aquela rica massa de informações que, em parte, ainda hoje está para ser estudada. No contexto do século XIX, diferente do anterior, as contribuições mais significativas no campo da exploração naturalística e da reflexão sobre o meio ambiente foram dadas por protagonistas individuais. Merecem destaque sobretudo o alemão Alexander von Humboldt (1769-1859), um dos fundadores da geografia moderna, e o inglês Charles Darwin (1809-1882). O primeiro visitou a América Central, deixando importantes escritos sobre o México. Infelizmente, por causa do complexo momento político que o Brasil atravessava por volta de 1810, não lhe foi permitido visitar as terras sob administração portuguesa. O segundo, à luz de observações realizadas durante viagem em volta do mundo, amadureceu sua teoria sobre a evolução das espécies.

Ilustrações Domenico Vandelli, *Florae Lucitanicae et Brasiliensis Specimen*, Coimbra, 1788. Obra rara do acervo do Fórum de Ciência e Cultura, UFRJ

S NO BRASIL, 1800-1850



Nas décadas que se estendem de 1770 à metade do século XIX, portanto, o clima cultural foi dominado pela ânsia, pela paixão, pela vontade de novos conhecimentos sobre o ambiente natural em todos os seus aspectos: geológico, atmosférico, climático, morfológico, zoológico e botânico. Talvez, no conjunto, o ramo botânico desfrutasse de uma atenção particular, graças ao auxílio material de agentes econômicos — os ‘viveiristas’, que cultivavam espécies exóticas em viveiros e financiavam os chamados ‘caçadores de plantas’.

A América Latina era uma meta importante por diversos motivos. Antes de tudo, pela riqueza e variedade de seu ambiente, especialmente na faixa tropical; em segundo lugar, pelo acesso relativamente fácil, em termos de transporte, sobretudo fluvial, o que não acontecia com a África, desco-

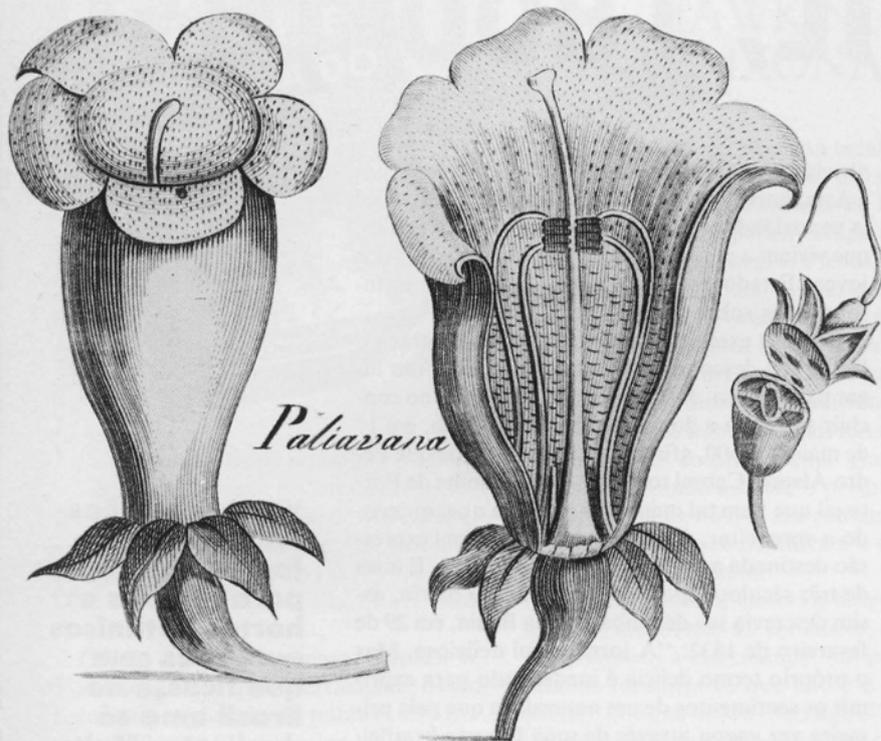
nhecida e desprovida dessas facilidades, nem com a Ásia, hostil à presença européia; finalmente, pela necessidade sentida — primeiro nas metrópoles, que viviam a crise do sistema colonial, e depois nos jovens Estados independentes — de acumular informações sobre seus territórios.

O Brasil exercia sem dúvida poderosa atração. Desde seu descobrimento, era visto como um lugar paradisíaco. Já Pero Vaz de Caminha, ao concluir sua carta a dom Manuel o Venturoso, em 1º de maio de 1500, afirmava sobre a terra de que Pedro Álvares Cabral tomara posse em nome de Portugal que “em tal maneira é graciosa que, querendo-a aproveitar, dar-se-á nela tudo”, uma expressão destinada a ser citada com frequência. E mais de três séculos depois, Darwin, no seu diário, assim descrevia seu desembarque na Bahia, em 29 de fevereiro de 1832: “A jornada foi deliciosa. Mas o próprio termo delícia é inadequado para exprimir os sentimentos de um naturalista que pela primeira vez vagou através de uma floresta brasileira. A elegância das matas, a novidade das plantas-parasitas, a beleza das flores, o verde brilhante das folhagens e, acima de qualquer outra coisa, o viço da vegetação me enchiam de admiração.”

A partir do século XIX, boa parte das explorações de caráter naturalístico no Brasil foi realizada por estrangeiros. A insuficiência dos recursos nacionais não foi o único motivo a explicar esse fato. Tiveram também grande peso os laços da família imperial com as casas reinantes européias. Quase sempre foi a Coroa que solicitou os serviços de cientistas de além-mar, como a expedição austro-bávara de 1817, integrada, entre outros, por Johann Baptist von Spix e Carl Friedrich Philipp von Martius, que chegou ao país por ocasião do casamento da princesa Leopoldina com dom Pedro I (ver ‘Terra ardendo’, em *Ciência Hoje* n° 16).

Por outro lado, as fronteiras entre viagem de estudos, investigação naturalístico-territorial, espionagem e relações internacionais eram bastante fluidas e, por conseguinte, não é nada surpreendente a disponibilidade das potências européias em tomar a si a preparação de custosas expedições cartográficas, botânicas, geológicas. Em consequência dessa preponderância estrangeira, muitas coleções naturalísticas foram enviadas para museus e hortos botânicos europeus sem que uma duplicata ficasse no Brasil. Assim, o país tornou-se dependente do exterior para obter as informações recolhidas pelas expedições. Entre guerras, incêndios e mudanças, muita coisa se perdeu também na Europa, como as salas brasileiras, fruto do trabalho de Spix e Martius, que desapareceram na Alemanha sob as chamas da Revolução de 1848. ►

Várias coleções naturalísticas foram enviadas para museus e hortos botânicos europeus sem que ficasse no Brasil uma só duplicata. Muita coisa se perdeu no exterior.



Ainda no século XVIII, Vandelli foi convidado pelo marquês de Pombal para participar da modernização do ensino em Portugal. Ele defendia que a metrópole e as colônias se dedicassem basicamente à agricultura.

A Itália também participou deste movimento e alguns de seus estudiosos estiveram no Brasil no decorrer do século XIX, movidos por finalidades exclusivamente científicas. Vale lembrar, no entanto, que até 1860 a península italiana encontrava-se dividida em diversos Estados e submetida ao domínio estrangeiro. Não havia governos fortes, determinados a patrocinar grandes viagens, e as frágeis administrações anteriores à Unificação agiam em escala modesta, segundo suas próprias e reduzidas possibilidades. Com a Unificação, a política externa da jovem nação italiana voltou-se para a Ásia, nas trocas comerciais, e para a África, na conquista colonial. A América Latina continuou como objeto de iniciativas individuais.

As explorações naturalísticas italianas ao Brasil podem ser divididas em duas vertentes temporais e temáticas. Até a metade do século XIX prevaleceu a investigação botânica, com alguma preocupação zoológica e, depois de 1850/1860, também etnológica. Minha intenção é relatar a investigação botânica, detendo-me em seus principais protagonistas: Domenico Vandelli, Giuseppe Raddi, Giovanni Casaretto e Gaetano Osculati.

Na realidade, Domenico Vandelli (1735-1816) só integra em parte esse grupo de viajantes, porque sua vida seguiu um caminho diferente. Filho de um cirurgião de Pádua, Vandelli também se formou em medicina na afamada universidade daquela cidade, mas em pouco tempo se aproximou das ciências naturais e dedicou-se à exploração ambiental no nordeste da Itália. O desejo de estender seus estudos a outros países tornou-se evidente já em 1764,

quando visitou São Petersburgo (hoje Leningrado), então capital da Rússia. Assim, não surpreende que, pouco depois, tenha aceito convite do marquês de Pombal para transferir-se a Portugal e participar da modernização do ensino universitário local!

A partir dos primeiros anos da década de 1770, a vida de Vandelli transcorreu em terras portuguesas e brasileiras. Seu pensamento, típico do espírito reformador da época, foi nos transmitido pelas muitas coisas que escreveu, reunidas nas memórias da Academia Real das Ciências de Lisboa — sobretudo na parte de economia — ou conservadas como manuscritos em arquivos do Brasil e de Portugal. Em relação a Portugal e suas colônias, a preocupação de Vandelli era assegurar ao país uma sólida base agrícola e evitar um deslocamento de recursos muito rápido para o setor manufatureiro. Um opúsculo publicado em 1789 intitulava-se, significativamente, *Sobre a preferência que em Portugal se deve dar à agricultura sobre as fábricas*. Em outro trabalho, *Sobre a agricultura deste Reino, e das suas conquistas*, ele especificava suas idéias: “Querendo promover no Reino e suas conquistas a agricultura, inúteis são todos os projetos, não havendo uma particular legislação bem executada, que tire os fortes impedimentos e anime com prêmios os lavradores.”

No que dizia respeito ao Brasil, observava: “O trabalho de toda a agricultura é encarregado aos escravos pretos, não havendo branco algum que se digne ser lavrador, principal causa porque no Brasil nunca poderá ter grande aumento a agricultura.” A este impedimento social à melhoria agrícola se somava outro, de ordem técnica: “Vai-se estendendo a agricultura nas bordas dos rios no interior do país, mas isso com um método que, com o tempo, será muito prejudicial, porque consiste em queimar antiqüíssimos bosques.”

Mas Domenico Vandelli é interessante não somente e não tanto pelo que escreveu, mas também por aquilo que fez. Ao lado dos ensinamentos que lhe permitiram influenciar uma geração de cientistas (Alexandre Rodrigues Ferreira, por exemplo) e a despeito de alguns colegas hostis (ao que parece, o grande Félix de Avelar Brotero — 1744-1828), ele organizou os primeiros hortos botânicos de Portugal com finalidades agrônômicas e não apenas médicas, localizados em Coimbra e nas propriedades reais da Ajuda, em Lisboa.

Essa iniciativa foi certamente inspirada em sua experiência anterior na cidade natal, pois o Jardim de Pádua, fundado em 1545, foi o primeiro da Itália a funcionar em colaboração com uma universidade. Nas aléias dos hortos portugueses, Vandelli procurava ambientar, selecionar e aclimatar espécies tropicais, provenientes sobretudo do Brasil, e sonhava em criar nas ilhas atlânticas o local privilegiado para tal prática. É muito provável que os ecos da experiência tropical de Vandelli tenham chegado à Itália por meio dos contatos que ele man-

tinha com os círculos científicos e acadêmicos. Esses laços foram renovados pelo filho, Alexandre Antônio, inspetor geral das minas do Reino e, mais tarde, um dos membros do grupo de intelectuais que acompanhou a formação de dom Pedro II. Em 1820, em Lisboa, Alexandre Antônio foi um dos informantes do geógrafo Adriano Balbi, autor do *Essai statistique sur le Royaume de Portugal et d'Algarve*, publicado em dois volumes, em Paris, em 1822, e ainda hoje uma fonte de referências bastante utilizada.

Contribuição mais sistemática para o conhecimento da flora do Brasil, no entanto, foi dada por um toscano, Giuseppe Raddi (1770-1829), conservador do Museu de Física e História Natural de Florença. Ele teve a sorte de ser designado pelo grão-duque da Toscana, Ferdinando II de Lorena, para tomar parte na expedição científica que, em 1817, acompanhou ao Brasil a arquiduquesa Leopoldina da Áustria, prometida como esposa a dom Pedro I.

Na realidade, Raddi manteve poucos contatos com os outros membros da comitiva. O programa previa que as duas fragatas austríacas *Augusta* e *Áustria*, tendo zarpado de Trieste em 10 de março de 1817, se encontrassem em Gibraltar com os navios de linha portugueses *João VI* e *São Sebastião*, levando a bordo a arquiduquesa, que embarcara em Livorno. Porém uma violenta tempestade separou as duas fragatas ainda no alto Adriático. Assim, a *Áustria*, que levava os membros do corpo diplomático e os cientistas Mikan, Spix, Martius e Enter, partiu primeiro e avistou Cabo Frio em 14 de julho de 1817. A *Augusta*, transportando os cientistas Natterer, Schott, Buchberger, Pohl e Frich, foi obrigada a voltar ao arsenal de Veneza, unindo-se depois às nave portuguesas e chegando ao Rio no entardecer de 5 de novembro. Raddi,

que viajava no *São Sebastião*, só teve contato científico com Pohl durante escala na ilha da Madeira.

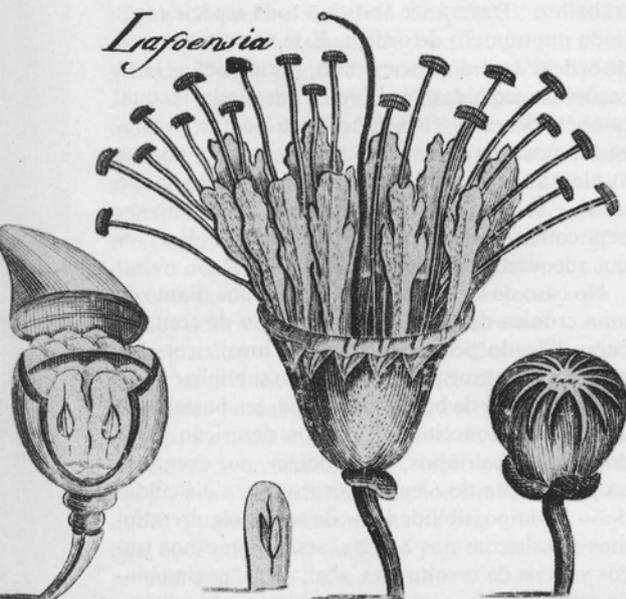
No Brasil, onde permaneceu até 1º de junho de 1818, quando sua bolsa de 300 libras esterlinas chegou ao fim (e o grão-duque de Toscana não lhe concedeu outra), Raddi conheceu frei Leandro do Sacramento (1788-1829), um botânico apaixonado, ao qual dedicou o gênero *Leandra*, da família das melastomatáceas (quaresmeiras). Mas em geral trabalhou sozinho na coleta de espécimes, reunindo considerável material botânico e alguns exemplares zoológicos da área carioca, sobre os quais trabalhou o resto da vida, publicando descrições e catálogos ilustrados (ver, em particular, o volume *Plantarum brasiliensium nova genera*, Florença, 1825). Raddi procurou também desenvolver no hortô botânico de Florença algumas sementes que colheu no Brasil. Os resultados, porém, foram modestos: se, por um lado, o jiló chegou a florescer, o pinheiro-araucária não conseguiu vingar.

O trabalho de Giuseppe Raddi teve prosseguimento através da contribuição, alguns anos depois, do médico e botânico Giovanni Casaretto (1812-1879), natural da Ligúria. Em 1838, Casaretto foi indicado para participar de uma viagem de circunavegação promovida pelo reino de Sardenha. Como é sabido, os governos retiravam vantagens políticas desses périplos e, assim, mesmo os países menores procuravam fortalecer-se com tais empreendimentos. No caso dessa expedição, o objetivo da família de Savóia, que reinava na Sardenha, não foi alcançado: a fragata *Regina* soçobrou em 24 de março de 1839, ao largo do litoral da Patagônia, após violenta tempestade, que lhe causou graves danos.

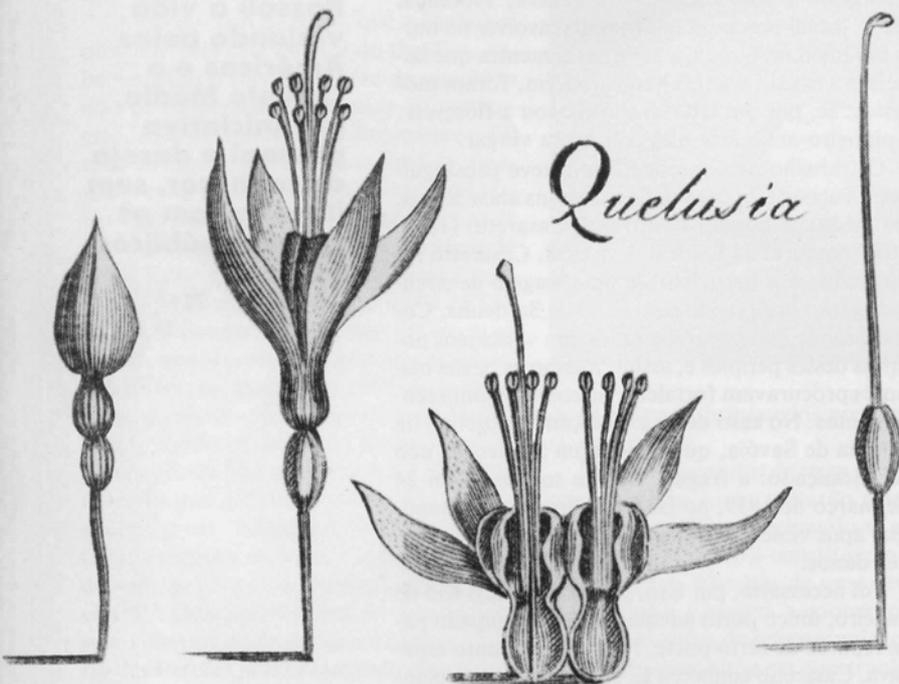
Foi necessário, por isso, conduzi-la até o Rio de Janeiro, único porto adequadamente equipado para reparos de certo porte. No Rio, enquanto esperava, Casaretto conheceu L. Riedel e recolheu plantas, algumas ainda não catalogadas (ver a esse respeito *Novarum stirpium brasiliensium*, Gênova, 1842). Por motivos técnicos e náuticos, que não é o caso de evocar aqui, os reparos do *Regina* demoraram muito tempo e foram insatisfatórios, de tal modo que não foi possível prosseguir viagem rumo ao perigoso estreito de Magalhães e, depois, ao oceano Pacífico, como projetado. Assim, não houve outro jeito senão dar meia-volta e retornar à Europa.

O último ator dessa seqüência é Gaetano Osculati (1808-1884), natural da Lombardia. Tendo iniciado o curso de medicina, Osculati abandonou-o e acabou se tornando capitão de longo curso. À diferença de seus predecessores, não teve nenhuma ligação com os poderes públicos. Passou a vida viajando pelas Américas e Oriente Médio, por iniciativa pessoal e desejo de conhecer. Lutando sempre com problemas financeiros, buscou ajuda e apoio principalmente junto aos museus de história natural, como o de Milão, que no século XIX se encontrava em fase de expansão. ▶

Gaetano Osculati abandonou seus estudos de medicina e se tornou capitão de longo curso. Passou a vida viajando pelas Américas e o Oriente Médio, por iniciativa pessoal e desejo de conhecer, sem ligação com os poderes públicos.



De sua descida pelos rios amazônicos Napo e Solimões, Osculati deixou-nos um relato muito vivo (*Esplorazioni nell'America Equatoriale*, Milão, 1850). Nessa longa viagem, transcorrida em grande parte em terras peruanas, ultrapassou a fronteira entre Loreto (Peru) e Tabatinga (Brasil) em 10 de dezembro de 1847 e chegou a Belém em 27 de março de 1848. Dali zarpu apressadamente para a Europa, chamado pelos acontecimentos revolucionários daquele grande ano. Osculati recolheu uma bela coleção de insetos — que, apesar de ter sido destruída durante a guerra, fora estudada antes disso por especialistas —, além de esboços e material etnográfico.



Além das várias características botânicas, eram registrados o nome vulgar, os usos, o mês, o local, o tipo de terreno e a posição em que fora encontrada cada planta.

Mas para quem e porque motivos esses distantes viajantes são objeto, ainda hoje, de interesse? Acredito que estudiosos de formação diversa possam tirar proveito dessas fontes: botânicos e zoólogos, antropólogos, historiadores da sociedade e da arquitetura certamente encontrarão informações e material de certo valor na consulta daqueles documentos do século XIX. Porém, o que há de mais importante são as coleções botânicas e zoológicas em bom estado, depositadas nos museus botânicos e zoológicos de Florença, por Raddi, e de Turim, por Casaretto. No que concerne à produção impressa, a descrição naturalística, especialmente no caso de Raddi, é bastante precisa e acompanhada de rica iconografia. Além disso, Raddi deixou apontamentos sobre sua estada no Rio de Janeiro, informando-nos sobre a chegada da princesa Leopoldina e a acolhida que a família real e a população da cidade lhe fizeram. Desta forma, permite-nos entrever um aspecto da vida social na antiga capital.

Assim, por entre as linhas do discurso científico, podem ser recolhidos elementos que o transcendem. A título de exemplo, transcrevo parte da *Descrizione di una nuova orchidea brasiliana* (Módena, 1823), denominada por Raddi *Cyrtopodium glutiniferum*: “Entre a imensa quantidade de plantas pertencentes àquela família que Lineu, no seu método natural, chamou pelo nome de orquídea, as quais abundam no Brasil mais do que em qualquer outro país, há uma que certamente merece um lugar especial entre todas aquelas que servem à economia doméstica dos habitantes daquele vastíssimo Reino. Trouxe um exemplar desta orquídea quando retornei para a Itália no final de 1818, doando-o ao Imperial e Real Jardim de Florença, onde floresceu pela primeira vez no começo da primavera do corrente ano de 1822. Essa orquídea é uma das não muitas plantas que possuem o privilégio de reunir, num só tempo, economia e beleza. Economia, porque do seu tronco ou caule os brasileiros obtêm, por assim dizer, uma espécie de grude, que é usado como cola, especialmente pelos sapateiros que se servem dela para colar as solas dos sapatos; é esse uso que explica a denominação vernácula ‘planta da cola’, atribuída pelos brasileiros a este singular vegetal, o qual, não só pela beleza das suas flores, mas também pela notável particularidade de conservar por muito tempo as flores sobre as hastes, merece certamente a atenção dos amantes da Flora, em cujos jardins logo granjeará o direito de precedência.”

Segundo a melhor tradição do coletor, Raddi sempre especificava com precisão o local em que havia encontrado o exemplar apresentado, dando-nos assim detalhes territoriais significativos sobre os arredores do Rio de Janeiro, hoje intensamente urbanizados. O mesmo vale para Casaretto, ao qual os professores Mori e Sismonda, de Turim, forneceram indicações precisas sobre como organizar seu trabalho: “Deverá ser apostado a toda espécie recolhida um número de ordem. Este mesmo número de ordem deverá ser transcrito, junto com as indicações já recolhidas, numa folha adequada, na qual também deverão ser registrados o local, a natureza e a posição do terreno, o mês do ano em que as plantas foram colhidas, seu nome vulgar, o uso local — se porventura lhe for atribuído algum —, bem como as características botânicas.” E a ‘folha adequada’ ainda existe!

No caso de Osculati, encontramos-nos diante de uma crônica de viagem clássica, tipo de fonte já bem utilizado pelos historiadores brasileiros. No entanto, o que me parece oportuno sublinhar é que Osculati, além de bom observador, era bastante liberto de preconceitos. À parte a descrição física dos locais ribeirinhos, ele se detém, por exemplo, na preparação do óleo de tartaruga, na dificuldade — ou impossibilidade — de se conseguirem índios para remar nos barcos, assim como nos traços visíveis da revolta da Cabanagem, página ainda muito pouco conhecida da história brasileira. ■

Caderneta da Caixa

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL

Esta é a maior, melhor e mais segura caderneta de poupança do País.

O BOTÂNICO QUE GOSTA DE NÚMEROS

LUIZ GOUVÊA LABOURIAU

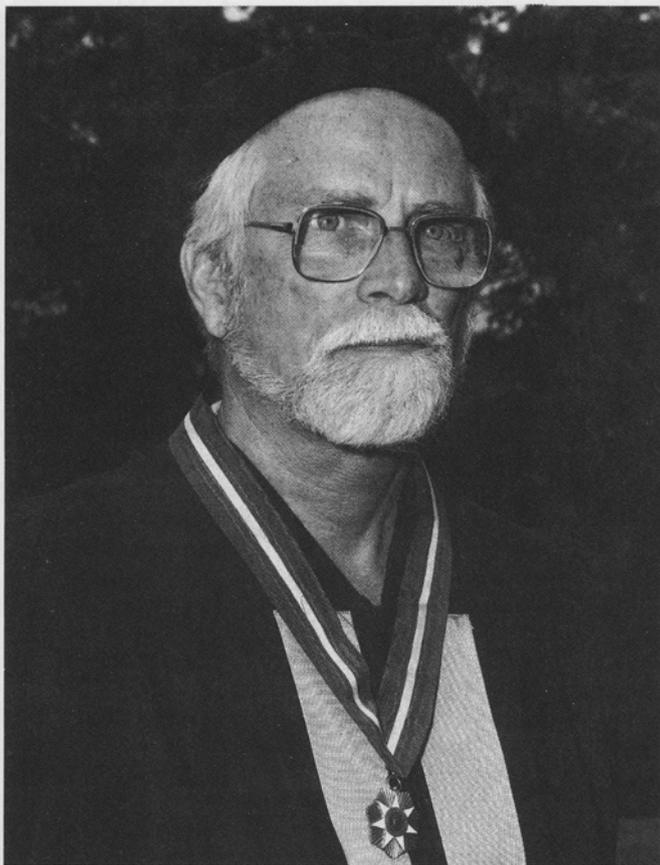
Depois de passar 13 anos longe do Brasil, Luiz Fernando Gouvêa Labouriau deixou seu posto de investigador emérito do Instituto Venezuelano de Investigações Científicas, em Caracas, e voltou para a Universidade de Brasília (UnB), de onde teve de se afastar em 1973, alvo de perseguições políticas e administrativas.

Nascido no Rio de Janeiro em 1921, ainda garoto Labouriau começou a envolver-se com o mundo das coisas invisíveis. Antes mesmo de dominar a escrita e a leitura, já manipulava um velho microscópio, presente de seus pais. O destino levou-o a frequentar a Escola Naval, no Rio de Janeiro, onde solidificou seus conhecimentos em química, física e matemática, disciplinas que mais tarde iriam influenciar profundamente sua carreira de pesquisador. A velha paixão pela biologia de plantas, no entanto, não se perdeu: na época em que aprendia a técnica náutica, subia a pé o morro do Corcovado à cata de samambaias para sua coleção.

Ao decidir-se pela carreira de biólogo, Luiz Labouriau tornou-se estagiário no Museu Nacional e depois no Instituto Oswaldo Cruz, instituições onde, segundo ele, de fato se fazia biologia e não apenas se falava dela. Daí para a frente passou a obter títulos e cargos os mais respeitáveis e a redigir uma extensa lista de trabalhos publicados em revistas nacionais e estrangeiras. Trabalhou em diversas instituições brasileiras e em algumas no exterior — como o Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), onde se doutorou em fisiologia vegetal em 1958 —, dedicando-se fundamentalmente ao estudo dos efeitos do fotoperiodismo e da termoperiodicidade na formação de esporângios em samambaias, a problemas de fisiologia ecológica e ao fenômeno da germinação de sementes, assunto em que é internacionalmente conhecido (ver 'Sementes germinantes', em *Ciência Hoje* n.º 34).

Pesquisador básico por excelência, Labouriau interessa-se também pelo fenômeno dos ritmos biológicos. Nesta entrevista, ele critica aqueles que pregam o sacrifício da ciência básica em favor da pesquisa eminentemente voltada à produção de tecnologia, revela-se otimista com relação ao progresso da ciência brasileira e diz que a universidade é naturalmente o espaço ideal para a formação de pesquisadores.

Entrevista concedida a Isaac Roitman (Departamento de Biologia Celular da Universidade de Brasília) e Luiz Martins (*Ciência Hoje*)



Luiz Labouriau ao receber a ordem Andrés Bello, no Instituto Venezuelano de Investigações Científicas (IVIC), em Caracas, 1985.

— *O que o levou à botânica?*

— A vida de um pesquisador depende, fundamentalmente, de incidentes que escapam ao seu controle. Eu tinha mais ou menos sete anos quando ganhei um velho microscópio Zeiss, de meus pais, interessados em que eu me ‘focalizasse’ nos estudos. De modo que aprendi a manipular um microscópio ao mesmo tempo em que aprendi a ler e escrever. Comecei então a usar o aparelho ao acaso, como aqueles primeiros microscopistas, que examinavam tudo, desde a asa de uma mosca e o sangue de um gambá morto, até a própria saliva. Isso despertou em mim uma grande paixão pelo assunto.

Tempos depois, durante o curso ginásial, terminado no internato do Colégio Pedro II, tive a sorte de encontrar na biblioteca um exemplar da *Flora Brasiliensis*, de J.B. von Martius, magnificamente ilustrada com litografias, algumas delas representando paisagens brasileiras, que mais tarde eu iria conhecer ao atravessar a serra da Mantiqueira nas férias. Ainda no ginásio inicii a herborização de plantas e cheguei a fazer uma boa coleção de samambaias. Encontrei então um problema sem resposta nos livros: como se formariam os esporângios nas folhas dessas plantas? Muitos anos depois, quando entrei para o quadro de naturalistas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, me dediquei a esse mesmo problema, que estudei também na época da elaboração de minha tese de doutorado no Instituto de Tecnologia da Califórnia. Naquela época pude tomar contato experimental com o problema, cuja solução não constava da literatura biológica.

Deixei esse assunto em 1958, mas as minhas conclusões parciais foram continuadas por outros pesquisadores, especialmente no Canadá e nos Estados Unidos. A questão principal (a de se saber como se formam os esporângios nas samambaias) permanece sem resposta, como uma tentação para que eu volte a trabalhar nela algum dia.

— *O senhor é um dos poucos biólogos com base em matemática. Como se deu esse cruzamento?*

— Começou incidentalmente. Um dia, ainda no Colégio Pedro II, ouvi uma conversa de corredor, em que um professor de línguas dizia a alguns alunos: “Vocês são uns bobos. Porque não estudam matemática pela série de livros de Comberousse?” Ora, essa coleção estava entre os livros deixados por meu pai. Na época, eu já lia correntemente em francês. Fiquei de tal modo empolgado que interrompi meus estudos em 1938, depois do primeiro ano complementar, e passei um ano percorrendo minuciosamente a coleção Comberousse, que me deu uma boa base em matemática elementar. Mais adiante, após terminar o curso complementar no Colégio Universitário, tive de escolher uma carreira, já que o curso de botânica — e, de modo geral, o de história natural — do Rio de Janeiro era muito fraco. Eu não tinha recursos para estudar no exterior ou mesmo em São Paulo. Não podendo fazer o que realmente queria, procurei algo que pudesse ser útil, optando por engenharia naval. Ingressei em 1941 na Escola Naval, onde tive bons cursos de geometria analítica, análise infinitesimal, geometria descritiva, termodinâmica, eletricidade, química e outras disciplinas. Tratei então de melhorar meus conhecimentos em matemática o mais que pude. Na verdade, sei pouca matemática, mas uso toda a que sei e não tenho medo de ir buscar mais quando é preciso. Aliás, faço isso com gosto, porque a matemática é a coisa mais poética que conheço.

— *Como se deu sua volta para a biologia?*

— Quando estudava na Escola Naval, eu era uma mistura que tinha de se definir. De um lado, era o que na gíria naval se chama de indivíduo ‘patesca’, que gosta de marinharia e adora manobras à vela das embarcações miúdas, especialmente as ‘casquinhas-de-noz’ dos *dinghies*, em ocasiões de vento sudoeste. Até hoje sei dar os 38 nós e voltas da técnica náutica. Por outro lado, havia domingos em que subia o Corcovado a pé, por dentro da mata, colhendo samambaias para minha coleção. Em outros fins de semana, ficava fazendo experiências no excelente laboratório de química da escola. E comecei a tomar consciência dos problemas nacionais, chegando a editar uma seção sobre essas questões na revista dos aspirantes, *A Galera*. Fiz uma conferência na Associação Brasileira de Educação (a ABE, de que meu pai fora um dos fundadores) sobre problemas do ensino primário no interior. Escrevi um livrinho sobre cooperativas escolares, que o Ministério da Agricultura publicou em 1944, e, nas férias de 1942, fundei duas escolas rurais nas localidades de Cedro e Cachoeirinha, em Areal, no estado do Rio. Mas quando descobri que não adianta fazermos aquilo para o que não estamos talhados, voltei à biologia, tumultuosamente, ao meu feitio. Fiz estágios no Museu Nacional e no Instituto Oswaldo Cruz, para começar a aprender biologia onde ela é realmente feita e não onde apenas se fala dela. Como meus conhecimentos eram em ciências básicas, desde o princípio tratei de fazer uma biologia voltada para a física, a química e a matemática; assim, fui dar com os costados na termobiologia. ▶

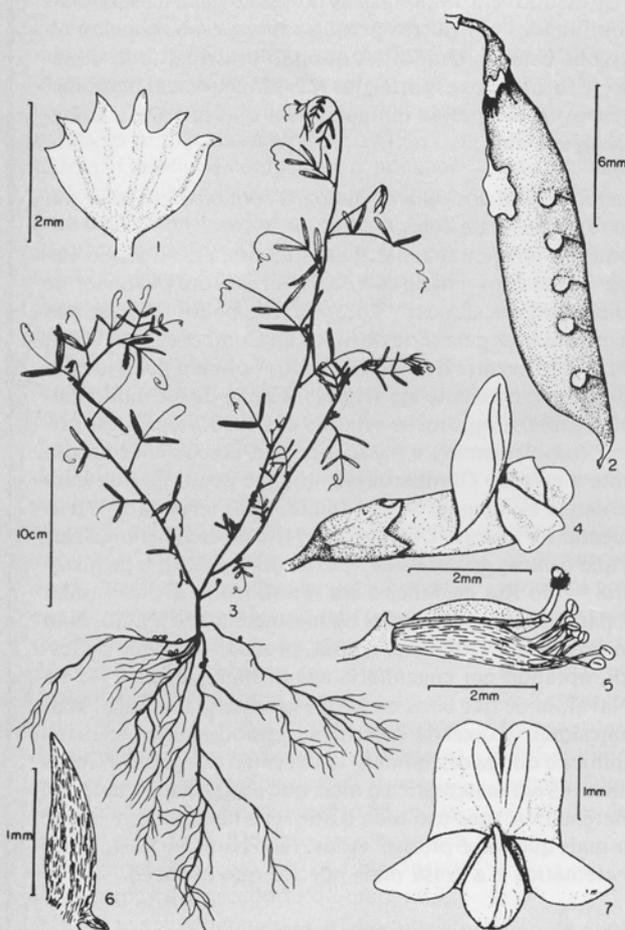


ilustração cedida por Luiz Labouriau

Vicia graminea: aspecto geral da planta, com alguns detalhes do cálice floral, do fruto jovem, da flor e da estípula.

— Que circunstâncias o levaram a se interessar pelo estudo das sementes?

— Era estudante de pós-graduação no Caltech, em 1955, quando recebi uma consulta de um professor de imunogenética, Ray Owen. Ele estava interessado numa planta que existe na Argentina, Chile e Brasil, chamada *Vicia graminea*, cujas sementes têm uma propriedade muito importante, descoberta pelos pesquisadores paulistas Frederico Ottensooser e Karl Silberschmidt: a capacidade de aglutinar o sangue humano do grupo N, em oposição ao grupo M. Esses grupos não têm muita importância no que diz respeito à transfusão sanguínea, mas têm valor para a genética humana e para a medicina legal. Tentei obter essas sementes e mal consegui 400. Percebi então que a primeira coisa a ser feita era conseguir sua reprodução em grande quantidade.

Por sorte o Caltech, onde me pós-graduei, tinha um laboratório de temperaturas controladas, chamado Phytotron, o primeiro do gênero no mundo. Dispondo de todas as condições de temperatura e luz, tentei transformar essa planta selvagem numa planta cultivada. Foi enfrentando esses problemas de germinação que percebi o quanto essa etapa do desenvolvimento das plantas é interessante e o quanto é útil o seu estudo. Embora a semente seja um objeto de pesquisa de tamanho geralmente reduzido, seu

estudo apresenta muitas complicações. Mas experiências como o estudo do fotoperiodismo de uma árvore, por exemplo, exigiriam instalações quase industriais, ao passo que com as sementes, em geral, tudo fica mais fácil em razão de seu tamanho, porque é sempre mais fácil controlar a luz, a temperatura e outros fatores ambientais em espaços reduzidos. Felizmente consegui descobrir como fazer as sementes de *Vicia graminea* germinarem e como fazer florescerem e frutificarem as plantas oriundas da germinação dessas sementes.

— Foi esse trabalho que abriu caminho para a sua especialização em termobiologia?

— A continuação dessa pesquisa foi, efetivamente, um dos meus trabalhos de maior alcance, publicado em 1972 nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências* (vol. 44, p. 437-534) e reiterado com acréscimos em *Radiation and Environmental Biophysics* (vol. 15, p. 345-366, 1978). Nessa investigação consegui explorar bem a cinética da germinação de sementes de *Vicia graminea* e transformar problemas fisiológicos da germinação em problemas de química de proteínas. Senti que nisso havia progresso. Introduzi pela primeira vez na fisiologia da germinação a termodinâmica como ferramenta de trabalho. Numa etapa anterior, em 1976, trouxe a teoria da informação para a fisiologia das sementes germinantes, descobrindo que há um sinal de temperatura entre o exterior e o embrião da semente, um sinal que desencadeia a germinação. Isso cria o problema, de alcance básico, de descobrir e caracterizar o sistema transdutor desse sinal. Em decorrência desses estudos passei a investigar algo de caráter muito mais geral: a relação de dependência entre a velocidade de processos fisiológicos cinéticos (ou seja, processos para os quais se define uma velocidade) e a temperatura. No momento continuo trabalhando nesse tema, que se aplica a plantas, animais e microorganismos, ao lado de outros estudos de fisiologia da germinação das sementes.

— Pesquisadores estrangeiros também se interessaram pelo que o senhor estava investigando?

— Sim. A propósito, vou contar uma história curiosa. Em 1973 uma pesquisadora francesa, bioquímica muito competente, pediu-me que lhe mandasse dois quilos de sementes de *Vicia graminea*. Era muita semente, pois cada uma pesa apenas quatro miligramas. E não tinha terreno para plantar e colher uma quantidade tão grande. Em vez de mandar-lhe o que havia pedido, enviei uma boa amostra de sementes e duas de minhas separatas, escritas em inglês: uma (de 1970) ensinando como germiná-las e outra (de 1969) como fazer a planta florescer. Informei-a até em qual Phytotron ela podia produzir essa semente, o de Gif-sur-Yvette, uma cidadezinha próxima de Paris. Essa pesquisadora, que antes nem conhecia as pessoas de Gif, fez os contatos necessários e conseguiu produzir sementes em boa quantidade. Nos anos seguintes ela produziu dez excelentes trabalhos sobre a bioquímica da proteína responsável pela aglutinação anti-N dessas sementes. Em todos esses trabalhos, uma coisa me chamou a atenção: não há qualquer referência às minhas separatas, que lhe tornaram possível o cultivo de *Vicia graminea* e a obtenção das sementes. A razão, eu creio, é a seguinte: no rodapé da primeira página das minhas duas separatas eu oferecia, de graça, amostras das sementes a quem as quisesse, como já havia feito numa nota anterior, publicada em 1968 na revista *Immunology* (vol. 15, p. 867-868).

Resultou, então, que a citação de meus trabalhos (que permitiriam o cultivo de *Vicia graminea* a quem os lesse) não convinha a quem queria manter um monopólio do estudo dessa lectina, como parece ser o caso dessa pesquisadora. Essa interpretação é corroborada pelo fato de se ter difundido recentemente a 'lenda' de que *Vicia graminea* não produz a lectina nas sementes quando cultivada na Europa. Se assim fosse, como se teriam conseguido os quilos de sementes utilizados nos dez trabalhos bioquímicos a que me referi acima? Para desfazer essas distorções de informação pretendo comparecer ao primeiro congresso internacional de lectinas que me seja possível, levando amostras das sementes e cópias das três separatas, para ampla distribuição aos interessados. Curioso, não? A gente procura fazer as coisas da melhor maneira possível, mas nem sempre o resultado é o que se espera.

— Como foi a sua experiência acadêmica no Instituto de Tecnologia da Califórnia?

— A passagem pelo Caltech, onde me doutorei em 1958, foi seguramente minha experiência mais importante nos Estados Unidos. Foi também nesse país que concluí, em 1954, meu curso de mestrado em botânica, pela Universidade de Michigan, onde, em 1953, obtive o título *arts bachelor*. É um título equivalente ao que, no Brasil, se chama 'bacharelado' ou 'licenciatura' nos países da América espanhola, de nível de graduação. Em minha tese de doutorado, sobre a iniciação de esporângios em samambaias, demonstrei que esse processo é controlado, em algumas espécies, pelo fotoperiodismo; em outras palavras, por termoperiodicidade ou vernalização (que é o tratamento das plantas por um período de frio, seguido de outro em temperaturas mais elevadas). Nesse estudo encontrei ainda evidências experimentais de que a iniciação de esporângios é transmissível de planta a planta por via vascular. Fiz também estudos de fotoperiodismo e bioquímica aplicados à iniciação floral, com James Bonner, um trabalho de fototropismo com Arthur Gabston e parte de uma investigação autônoma sobre o desenvolvimento de *Vicia graminea*. A

oportunidade de trabalhar três anos como estudante graduado no Caltech foi para mim de valor inestimável, especialmente porque nessa época havia no instituto um intercâmbio admirável entre a biologia de organismos e comunidades — desenvolvida pelos grupos que trabalhavam no Phytotron e nos desertos da Califórnia — e a biologia molecular, que, com a descoberta da estrutura em dupla hélice do ADN, provocava enorme entusiasmo entre os cientistas. Não menos importante foi o convívio com numerosos pesquisadores de todas as partes do mundo, com os mais variados tipos de formação científica, que freqüentavam o instituto como visitantes. Devo essas oportunidades de progresso ao CNPq (especialmente ao seu fundador, o almirante Alvaro Alberto da Mota e Silva) e à Capes (que me deu uma bolsa de nove meses para completar o doutorado, a pedido de Haitly Moussatché).

— Como era a relação professor-aluno no Caltech?

— Basta dizer que, na biologia, o número de professores era o dobro do número de alunos de pós-graduação. Aprendia-se muito fazendo estágios e como assistente. O aluno tinha oportunidade de acompanhar técnicas voltadas para a solução de problemas reais, não de problemas inventados para as chamadas 'aulas práticas'. Ao todo, o Caltech não tem mais que dois mil estudantes, aí incluídos os de graduação. Na verdade, o instituto praticamente se especializou em formar professores para outras universidades.

— Que importância têm hoje os estudos de fisiologia vegetal?

— Todo o mundo conhece a importância da biotecnologia. Mas ela é um conjunto de resultados que têm muitas raízes laterais. Uma delas é a fisiologia vegetal. Quando se trata de fazer melhoramentos revolucionários dos sistemas vegetais com vistas à produção, isso se baseia fundamentalmente no conhecimento de como as plantas funcionam. A fisiologia vegetal é, portanto, uma ferramenta indispensável à biotecnologia de plantas.

Há a esse respeito uma peculiaridade, em relação ao Brasil, que merece ser comentada. Nos países de flora menos rica e já muito bem estudada, dificilmente se descobre uma nova planta útil. Chega-se atualmente a apelar para o estudo dos micróbios quando se quer obter uma nova espécie como tal. Entre nós, não: tais descobertas são freqüentes. Eu mesmo já descobri duas, encontrei como cultivar quatro delas e introduzi outras no Brasil, como a *Stevia*, que produz um adoçante que substitui o açúcar para os diabéticos. Como temos ainda tantas novas plantas a explorar, importa saber que a primeira etapa para a dominação de uma nova planta útil está relacionada à fisiologia vegetal. É importante saber como é que suas sementes germinam, como enraizam as estacas, como cresce, como floresce. Só de posse dessas informações é que se consegue fazer o planejamento da produção dessa nova planta. O estudo de fisiologia vegetal é então um trabalho que deve ocorrer com freqüência em nosso país.

Há também um outro detalhe importante: pode-se dizer que toda planta tem uma certa utilidade, porque há um certo tipo de informação que só ela pode dar sobre os sistemas biológicos. Não há plantas inúteis. Há plantas úteis em prazos mais curtos e outras que têm utilidade em prazo mais longo. Costumo, para esse caso, dar o exemplo de uma planta chamada *Ginkgo biloba*, uma gimnosperma descoberta no Japão e que existiu em todo o planeta no período Terciário, em grandes florestas. Depois, não se sabe bem porque, esta árvore praticamente desapareceu ▶



foto cedida por Luiz Labouriau

Detalhe do interior da casa-de-vegetação, Instituto de Botânica, Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo.

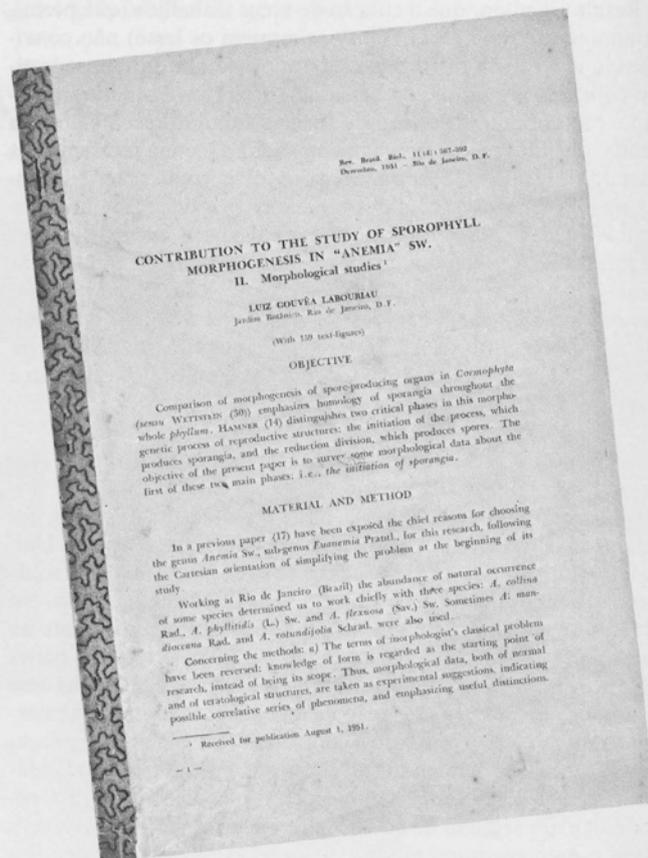
e só foi encontrada cultivada em mosteiros budistas do Tibet, donde, por tradição religiosa, passou à China e ao Japão. No século passado, dois pesquisadores japoneses resolveram estudar a fecundação dessa planta e descobriram que nesse aspecto ela apresentava características intermediárias entre as samambaias e as coníferas: seus espermatozóides nadam no interior do tubo polínico. Essa planta tem uma importância enorme no estudo da teoria da evolução, pois representa um elo perdido no processo evolutivo. E isso também pode ser visto como algo útil. Nem sempre uma planta precisa servir para produzir uma substância que cure uma doença ou ser fonte de determinados materiais de uso industrial.

Além do importantíssimo conhecimento fitoquímico que proporcionam, as substâncias de origem vegetal servem como ponto de partida, porque a síntese orgânica é uma ciência em enorme desenvolvimento e muito poderosa. Descubrem-se certas substâncias em determinadas plantas e, pouco depois, esclarecida sua estrutura, a química orgânica muitas vezes permite sua produção a custo mais baixo. Nosso papel, do ponto de vista utilitário, é transitório. Dizia-se que nosso refúgio eram as proteínas, porque elas só podiam ser produzidas nas próprias espécies. Mas atualmente pode-se produzir uma proteína a partir da transferência, para microorganismo, de um gene capaz de sintetizá-la. Nem as proteínas são mais o apanágio das plantas superiores.

Ainda sobre esse problema das informações de plantas que ontem pareciam sem utilidade e hoje passaram a ter importância científica e prática, pode-se citar o seguinte. Não há muito tempo eram conhecidas certas substâncias orgânicas que se designavam por nomes derivados dos nomes das plantas que as produziam: ácido cítrico (das frutas cítricas), ácido málico (da maçã), ácido aconítico (do acônito), o açúcar sedo-heptulose (uma particularidade de plantas do gênero *Sedum*), os açúcares ribose e ribulose (das framboesas do gênero *Ribes*) e muitas outras. Com o desenvolvimento da bioquímica, tais substâncias — antes consideradas meras peculiaridades fitoquímicas — se revelaram peças essenciais do metabolismo das plantas e até dos animais e microorganismos. Quantos casos não haverá ainda de substâncias cujas funções biológicas básicas serão descobertas no futuro? Por isso, é preciso que não se reduza tudo ao nível mais rudimentar, de combustível, como se está fazendo — com incentivos fiscais do governo! — na Amazônia.

— O senhor poderia dar um exemplo de uma planta cujo estudo tenha gerado uma aplicação importante?

— Há inúmeros exemplos. Em 1966, quando organizávamos um simpósio sobre plantas do cerrado, solicitei ao professor Walter Mors uma contribuição para o encontro. Ele nos enviou um trabalho, feito em co-autoria com Emilia Tomassini, informando que os frutos da *Dimorphandra mollis* (barbatimão-da-folhamiúda) continham uma quantidade excepcional de rutina, vitamina importante no combate à fragilidade capilar. Comprovada a sua descoberta, as indústrias farmacêuticas, interessadas na obtenção de rutina, passaram a investir em grandes plantações da espécie, cujo desenvolvimento não apresenta muita dificuldade. Às vezes, no entanto, o desenvolvimento de uma planta representa um enorme desafio. Há plantas cujas sementes têm uma diferenciação especial, o crescimento é muito lento, o enraizamento das estacas é muito difícil e assim por diante. Então, alguém tem que estudá-la com calma, para levantar as informações que tornam possível seu uso prático.



Fac-símile de um trabalho de Luiz Labouriau, de 1952, sobre a formação de esporângios em samambaias do gênero *Anemia*, seu primeiro objeto de interesse científico.

— Como um fisiólogo vê hoje o problema da devastação?

— O problema é grave, pois a devastação líquida com a diversidade biológica. Toda planta, nem é preciso dizer, é potencialmente útil a um determinado tipo de experiência que ainda está por ser realizado. Hoje é possível observar que a variedade de alimentos que ia para a mesa antigamente era muito maior. Como nos concentramos no desenvolvimento daquelas plantas mais resistentes às doenças ou que dão maior rendimento, a alimentação humana acabou perdendo muito em diversificação. Mas já se percebe um movimento contrário a isso, no sentido de se aproveitar a diversidade. E isso não é apenas uma questão de gosto, é antes uma questão de saúde, pois é na variedade dos alimentos que se suprem as exigências nutricionais. Populações que só comem milho, por exemplo, acabam vitimadas pela pella, por deficiência de substâncias essenciais à nutrição que esse cereal não contém. A fisiologia vegetal, eu gostaria de destacar, tem um papel importante não só no sentido de preservar a diversidade como também no de restabelecer aquelas espécies que já quase se perderam. Muitas frutas — como por exemplo a cabeluda e o cambucá — não são conhecidas por pessoas da idade dos meus filhos, pois elas não se tornaram objeto da produção sistemática. A fisiologia tem um papel a desempenhar nesse resgate, descobrindo como vencer os obstáculos ao desenvolvimento das várias espécies de plantas, de modo a preservá-las pelo cultivo.

— *Enquanto pesquisador, qual sua maior curiosidade hoje?*

— Minha maior curiosidade diz respeito ao fenômeno dos ritmos biológicos. Todos os seres vivos têm alguma manifestação fisiológica periódica, que se repete em intervalos regulares, independentemente das condições exteriores. Mesmo quando fixamos todas essas condições, o fenômeno continua ocorrendo, em menor amplitude talvez, mas com a mesma periodicidade. Há diferentes ritmos biológicos. Alguns muito mais rápidos do que, por exemplo, o chamado circadiano — próximo da duração de um dia, relacionado à rotação do planeta — e outros com períodos muito mais longos. Há certas espécies de bambu que florescem inexoravelmente de 30 em 30 anos. E porque não o fazem de 15 em 15, de 20 em 20, ou de 42 em 42?

O fenômeno do ritmo biológico é muito geral: existe em plantas, animais e em microorganismos. Isso é um grande mistério. Não temos nenhuma idéia sobre o mecanismo que rege esse ritmo. Há muitas hipóteses, mas algumas delas são simples metáforas, como por exemplo dizer que existe um 'relógio biológico'. Todo relógio contém um oscilador (que pode ser um pêndulo ou resultar da compressão de um cristal), um motor (que fornece energia) e um mecanismo de escape (que controla a passagem dessa energia para o oscilador). Se não houver energia, ele entra em oscilações amortecidas; se houver energia em excesso, ele entra em oscilações forçadas. Para que ele funcione regularmente, é preciso que essa energia seja quantificada, que venha em pequenos pacotes, do motor para o oscilador. Todo relógio tem então um motor, um mecanismo de escape e um oscilador. Pode-se fazer uma metáfora e dizer que todos os fenômenos biológicos periódicos também têm um motor, que, em última análise, é a fotossíntese e/ou a respiração, que fornecem energia aos seres vivos. E é possível encontrar sistemas que oscilam e imaginar sistemas de escape. Mas isso é apenas uma metáfora, não explica nada.

— *Como o senhor tem encarado esse desafio em suas pesquisas?*

— Muitos autores tentaram estudar o fenômeno dos ritmos biológicos, verificando como certas substâncias administradas ao ser vivo modificavam esse ritmo. A única substância que sistematicamente alonga o período é o óxido de deutério, conhecido como água pesada. Venho usando isso nos meus experimentos de germinação, mas por outro motivo, em razão da interferência que o óxido de deutério tem na estrutura terciária das proteínas. Não se descarta a hipótese de que haja uma via de conexão entre esses ritmos biológicos e alguma propriedade periódica das proteínas. Isso não é impossível, mas também não diria que seja verdade. É algo a ser estudado.

— *Para um especialista em fisiologia vegetal como o senhor, o fato de ter de afastar-se involuntariamente do Brasil em 1973 não lhe trouxe prejuízos? Afinal, o senhor considera o país riquíssimo em termos de possibilidades de novas descobertas no seu campo de pesquisa.*

— Estive fora do país durante 13 anos, período em que trabalhei no Instituto Venezuelano de Investigações Científicas (IVIC), em Caracas. Quando deixei a UnB, em 1973, a universidade não oferecia condições para a realização do meu trabalho. Tensões políticas e decisões arbitrárias criavam um ambiente muito instável, pouco propício a um esforço que exigia continuidade. Ambições de uns e despeito de outros, de que me atrevi a

discordar, fizeram com que eu sofresse uma perseguição completamente míope. Aos poucos foram sendo retiradas as minhas condições de trabalho. Meu laboratório foi esvaziado, e a minha vida no Brasil tornou-se inviável. Busquei trabalho em várias instituições do país, como a Universidade Federal de Minas Gerais e o Instituto de Biofísica do Rio de Janeiro. De todas elas, obtive respostas polidas e evasivas, nada além disso. Sem nenhuma paranóia, eu estava na 'lista negra', o que, aliás, muito me honrou. Eu tinha tido uma participação muito grande na denúncia do acordo do Brasil com os Estados Unidos para exploração de minerais radioativos. Fui um dos 12 signatários sul-americanos do manifesto de Linus Pauling contra experiências com bombas atômicas. E colaborei ativamente no planejamento da UnB. Acho que todo esse passado me fez ser visto, naquela época, como uma pessoa indesejável. Para continuar no Brasil, só mudando de profissão. Felizmente um colega meu, Ernesto Medina, conseguiu para mim um contrato de um ano no IVIC. Graças ao apoio que recebi de Luiz Manuel Carbonell e de outros colegas venezuelanos, acabei podendo realizar naquela instituição um denso trabalho até 1986. No meu ano sabático, entre 1979 e 1980, frequentei o Laboratório de Pesquisa Pioneer, do Instituto Campbell de Pesquisa e Tecnologia, em Nova Jersey (EUA), como pesquisador visitante, a convite de William R. Sharp.

Na Venezuela tive ótimas condições de trabalho e reconhecimento. Cheguei a ser condecorado por serviços prestados à educação do país e por duas vezes fui eleito membro da direção da ►

foto cedida por Luiz Labouriau



Luiz Labouriau trabalhando no laboratório Dolk, no Instituto de Tecnologia da Califórnia, em 1955.

Associação Venezuelana para o Avanço da Ciência (ASOVAC), que é a correspondente local da nossa SBPC. Lá, como aqui, pertenci ao decanato de pesquisa e pós-graduação. Minhas pesquisas na Venezuela renderam 13 trabalhos originais e dois livros didáticos. Apesar disso, nunca deixei de querer voltar para o Brasil. Aliás, sempre que possível aceitava e até provocava convites para dar conferências e cursos aqui. Em 1986, recebi o primeiro convite — feito pelo professor Isaac Roitman, da UnB — para retornar ao país. No mesmo período, o então ministro da Ciência e Tecnologia, Renato Archer, que incentivava a volta ao país de cientistas que estavam fora, fez-me o mesmo convite. Também a professora Leda Dau me convidou para trabalhar no Museu Nacional do Rio de Janeiro. Confesso que fiquei bastante feliz de poder aceitar uma dessas propostas. Acabei optando por Brasília, que é uma cidade boa de se viver. Além disso a UnB é uma universidade que, apesar de ter enfrentado uma série de dificuldades, me enche de esperanças. Graças à boa vontade que lá encontrei, consegui com que fosse construído um laboratório de termobiologia em pouco mais de 60 dias. Estamos agora equipando esse laboratório e recrutando pessoal qualificado para participar de pesquisas acopladas ao ensino de pós-graduação.

— *Além dos convites do ex-ministro Renato Archer e da UnB, o que o fez deixar boas condições de trabalho no exterior para voltar a fixar-se no Brasil?*

— Eu e minha esposa deixamos a Venezuela e voltamos para o Brasil conscientes de que as boas condições de que dispúnhamos lá teriam de ser lentamente implantadas aqui. E isso está acontecendo. Nossa volta foi uma coisa natural, sem nenhum sacrifício para nós. Não posso me queixar. Construíram para mim um laboratório, coisa que uma outra administração da UnB prometeu e não cumpriu. O que os outros não fizeram em três anos, a atual administração, do reitor Cristóvam Buarque, construiu em 60 dias. O ambiente de trabalho é bom e há muita boa vontade. Não trocaria uma oportunidade dessas pelo melhor laboratório do mundo. Aqui nós vamos produzir pesquisadores capazes, que só não nos superarão se não quiserem, porque vão ter as oportunidades que não tivemos. Eles têm obrigação de ir adiante. É muito bom, depois de 13 anos de afastamento, reencontrar pessoas que trabalhavam e estagiavam em nosso laboratório e que hoje já são professores universitários com título de doutor. Então a gente vê que as coisas progredem, apesar das dificuldades.

— *Como o senhor se sente trabalhando com ciência básica num país como o Brasil, que apresenta problemas sociais tão graves?*

— Há quem considere que devemos deixar a pesquisa básica para nos dedicarmos a problemas tecnológicos. Se estivesse convencido de que a solução dos problemas do país depende exclusivamente disso, até que me disporia a sacrificar minha vocação. Mas a verdade é que as coisas não são bem assim. O país vive problemas muito mais graves no plano da organização social e econômica: a riqueza produzida atinge apenas uma pequena fração da sociedade. E não é por falta dessa ou daquela informação científica ou tecnológica que a riqueza deixa de ser mais razoavelmente distribuída. Para que então o sacrifício de abandonar uma vocação em favor de algo imediatista e ilusório, que só serviria para tornar os ricos mais ricos e os pobres mais pobres? O direito de pedir a um cientista que interrompa sua investiga-

ção básica para dedicar-se a problemas imediatos só se justifica na vigência de uma justiça social muito maior do que a que temos hoje. É inegável que todo pesquisador da área de ciência básica fica satisfeito quando seu trabalho tem aplicação imediata. Mas dirigir a investigação unicamente nesse sentido é como cortar as asas para fortificar as pernas: o vôo acaba ficando rasteiro. Volto a insistir na importância da diversidade, que se deve aplicar não só aos animais e plantas, mas também às pessoas. Não é uma boa política eliminar a pesquisa básica, que deve coexistir com a pesquisa aplicada e com as atividades de extensão e produção.

— *Como o senhor vê a situação da pesquisa hoje no Brasil?*

— Acho que está progredindo, basicamente nas universidades, onde se concentra a maior parte das pesquisas realizadas no país. A propósito, gostaria de observar que os institutos de pesquisa se enriquecem quando ligados à universidade. Trabalhei em diversos institutos e posso dizer que aqueles que atuam isoladamente sempre vivem um período de clímax, em que produzem trabalhos de alta qualidade, e depois entram em declínio. Trata-se de um declínio natural, da saúde das pessoas, das que vão morrendo e não são substituídas. Nas nossas instituições isoladas, em geral falta um mecanismo normal de renovação dos pesquisadores, e é por isso que elas são tão instáveis.

— *Isso explicaria o seu empenho em formar novas gerações de pesquisadores?*

— Claro. Mesmo porque espero que o meu trabalho tenha continuidade. Como já disse, a pesquisa no Brasil progride, mas esse progresso caminha paralelamente ao esclarecimento do país. Uma grande parcela da população brasileira, como se sabe, não tem acesso às condições básicas de vida. Há seguramente grandes talentos anônimos que jamais terão oportunidade de se revelar. De um lado, isso é uma realidade revoltante para qualquer pessoa cuja consciência moral não tenha sido deformada pelo hábito de usufruir privilégios. De outro lado, é claro que nossa ciência progredirá tão mais rapidamente quanto mais se derem oportunidades para que as pessoas se desenvolvam. Uma das causas de nosso atraso é o pequeno número de pessoas que conseguem chegar a expressar ativamente o seu talento potencial. A maioria fica atrofiada pela falta de oportunidade.

— *Qual é, na sua opinião, o melhor sistema para a descoberta de novos talentos?*

— Antes é preciso dizer que uma transformação social séria não se realiza sem pessoas capazes, sem massa crítica. E o lugar natural para a formação de talentos é a universidade. Mas a atual situação do país me deixa preocupado. Para a classe média, pelo menos, há uma oportunidade, que é o ensino universitário, embora esse sistema careça de muitos aperfeiçoamentos. Mas a maioria da população do país não tem sequer oportunidade de ter seu talento avaliado.

Em Cuba a seleção começa na escola primária, exatamente para se evitar a evasão e o desperdício de talentos. Mas o Brasil está muito longe disso. E vale a pena lembrar as palavras do professor Paul Arbousse-Bastide: “A educação deveria estar voltada para dominar o desperdício de recursos humanos, até conseguir eliminá-lo.” Sem dúvida nenhuma, é oferecendo reais oportunidades de estudo para todos que se viabiliza a descoberta de novos talentos. E isso pode ser feito no Brasil. ■

Complete sua coleção de CIÊNCIAHOJE

Nº 1 — Julho/Agosto de 1982

- Cubatão: uma tragédia ecológica
- Bactérias e algas: orientação magnética
- Futebol: força estranha
- Porque os índios cantam?
- Cem bilhões de neurônios
- Vento solar e ventos estelares
- Potencial de crescimento da população brasileira

Nº 2 — Setembro/Octubre de 1982

- Nascimento, vida e morte das estrelas
- 1932: São Paulo vai à guerra
- Pressão alta, um problema de milhões
- Um parque nacional para Abrolhos
- Barbeiros: eles transmitem a doença de Chagas
- O drama do alcoolismo
- Os primatas do Brasil, patrimônio a conservar

Nº 3 — Novembro/Dezembro de 1982

- Plantas medicinais
- O Brasil volta às urnas
- Carajás: o grande desafio
- Novas teorias do cosmos
- Trinta anos de física teórica
- Os parasitos do homem antigo
- Vacinas
- O combate às pragas sem poluição

Nº 4 — Janeiro/Fevereiro de 1983

- Fundação Oswaldo Cruz
- Anéis planetários
- Mendigo, o trabalhador que não deu certo
- *Trypanosoma cruzi*: o retrato de um invasor
- Para que serve a pesquisa básica?
- Hemoglobina e mioglobina: moléculas inteligentes
- Araguaia: uma estrada contra o parque
- A resistência cultural dos Apinayé

Nº 5 — Março/Abril de 1983

- Vidros metálicos
- Tartaruga-do-mar: depéia, suçarana, jereba, aruanã
- Tesouro fóssil no sertão baiano
- O interior da Terra
- Desnutrição

Nº 6 — Maio/Junho de 1983

- Terremotos no Brasil
- A loucura em questão
- As cores dos animais
- Missão Voyager: viagem a Júpiter
- Quantos seriam os índios das Américas?
- Insetos x insetos: novas alternativas para o controle de pragas

Nº 7 — Julho/Agosto de 1983

- Arte do Brasil na pré-história
- A estranha natureza da realidade quântica
- Avoantes, pombas de arribação
- Política e economia no primeiro governo Vargas
- Neurogênese: vida e morte de neurônios jovens

Nº 8 — Setembro/Octubre de 1983

- Militares, geopolítica e segurança
- Memória e esquecimento
- Circuito integrado para rede de computadores
- Pantanal: terra de todos, terra de ninguém
- Angra entra em operação
- Plaquetas sanguíneas: hemorragia, coagulação e trombose

Nº 9 — Novembro/Dezembro de 1983

- Percolação
- O previsível eleitor brasileiro
- Vigor de híbrido
- Manchas estelares
- Interferons
- Moratória. E depois?

Nº 10 — Janeiro/Fevereiro de 1984

ESPECIAL AMAZÔNIA

- O cata-água: energia para pequenas comunidades
- Uma floresta sobre solos pobres
- Por que se migra na Amazônia
- A floresta pode acabar?
- A invasão das terras indígenas
- *Trichechus inunguis*, vulgo peixe-boi
- A crise atinge a Amazônia
- Carajás, o mito desfeito

Nº 11 — Março/Abril de 1984

- A matemática das películas de sabão
- Evolução dos cromossomos humanos
- Radiação de sincrotron
- EUA x URSS: anatomia de um conflito
- Ciência da ciência
- Vinho novo, vinho velho

Nº 12 — Maio/Junho de 1984

- Lixo atômico: o que fazer?
- Saques e desemprego
- Os Kayapó e a natureza
- O mico-leão volta à mata
- Os estranhos canais subterrâneos de Tucuruí
- Malária: agrava-se o quadro da doença no Brasil
- Cálcio e contração muscular

Nº 13 — Julho/Agosto de 1984

- Família trabalhadora: um jeito de sobreviver
- Hortaliças da Amazônia
- USP, meio século
- Manguezais: florestas de beira-mar
- Indexação x desindexação: inflação com ou sem anestesia
- Criogenia: quanto mais frio melhor

Nº 14 — Setembro/Octubre de 1984

- Terra de índio
- Família século XIX
- A matéria indivisível
- A microrrevolução
- Anemias imigrantes
- Bromélias

Nº 15 — Novembro/Dezembro de 1984

- A estereologia e a tomografia computadorizada
- Arte e ciência no Brasil holandês
- Tapiragem
- Rastros de um mundo perdido
- A energia do gás

Nº 16 — Janeiro/Fevereiro de 1985

- Malária: a vacina é possível
- Holografia: a luz congelada
- Terra ardendo: o aproveitamento dos solos como combustível
- A floresta e as águas

Nº 17 — Março/Abril de 1985

- Os desertados da terra
- O trigo nosso de cada dia
- Aspirinas x dor: como funcionam estas drogas
- O pesquisador e seus papéis
- Vidros de spin: novos desafios do magnetismo

Nº 18 — Maio/Junho de 1985

ESPECIAL NORDESTE

- Nordeste: o tempo perdido
- Secas: o eterno retorno
- Os sertões: a originalidade da terra
- Insulina de gambá
- O cérebro desnutrido
- O caju que um dia foi brasileiro
- Mocambos do Recife: o direito de morar

Nº 19 — Julho/Agosto de 1985

- Adesão de superfícies
- Pré-história do Brasil
- Plataforma de petróleo: o cálculo das ondas
- As galhas: tumores de plantas
- O sono, um terço da vida
- Entrevista: os cientistas que saem do país e não voltam, com: Luis Hildebrando, Boris Vargaftig, Michel Rabinovitch e Júlio Puddles

Nº 20 — Setembro/Octubre de 1985

- O trabalho nas usinas de açúcar
- Caça às bruxas: o novo saber das mulheres como obra do diabo
- Tomografia: novas imagens do corpo
- Babacu: a palmeira de muitas vidas
- Ansiedade: uma perspectiva biológica

Nº 21 — Novembro/Dezembro de 1985

- Bem-vindo, Halley!
- Bromélias: na trama da malária
- A estética dos índios
- Modulação da dor: mecanismos analgésicos endógenos
- Encarte especial: rumos da economia brasileira com: João Sayad, Reis Veloso, Paul Singer, Celso Furtado, Lara Resende, Francisco Lopes e outros

Nº 22 — Janeiro/Fevereiro de 1986

- Ensino e/ou pesquisa: a teoria na prática é outra
- Transposons: a dança dos genes
- Defensivos agrícolas ou agrotóxicos?
- Meteoritos, o material primitivo

Nº 23 — Março/Abril de 1986

- IPC: a temperatura da inflação
- Uma *demoiselle* que não envelheceu
- Nas malhas da energia
- Alta-tensão por um fio
- De aromas, insetos e plantas
- Capivaras: uma vida em família
- Perfil: Maria da Conceição Tavares

Nº 24 — Maio/Junho de 1986

- Cruzado x Austral: inflação nunca mais?
- A hiperinflação alemã de 1923
- Gaivotas e trinta-réis
- Pintores e macucos
- Galhas e canções
- Viagem no tempo da Antártida
- Política energética: na gangorra do petróleo
- Vidas irrigantes

Nº 25 — Julho/Agosto de 1986

- Filhos do milagre
- Campos rupestres: paraíso botânico na serra do Cipó
- A estratégia do branqueamento
- Supercomputadores: a batalha dos nanossegundos
- Fraude em ciência
- Momentos da memória

Aproveite esta promoção

PAGUE 5 - LEVE 6

Preencha o cupom de assinaturas que acompanha esta revista

Nº 26 - Setembro/Octubre de 1986

- Distrofias musculares
- S.O.S. corais
- Táquions
- Políticos e militares: quem consente cala
- Percevejos sugadores de sementes
- O aço tratado

Nº 27 - Novembro/Dezembro de 1986

- AIDS: origem, controle, tratamento, cura?
- Luz e matéria: as surpresas da interação
- Ambiente, represas e barragens
- Eutrofização artificial: a doença dos lagos
- As queixas do povo no início do século

Nº 28 - Janeiro/Fevereiro de 1987

- Camada de ozônio: um filtro ameaçado
- Manejo integrado de pragas
- Orquídeas: entrada e dispersão na Amazônia
- A toxicidade do oxigênio
- Mulheres: o peso do trabalho leve
- Encarte especial: a violência no Brasil

Nº 29 - Março de 1987

- Energia e sociedade
- Pupunha: uma árvore domesticada
- Efeito estufa: uma ameaça ao ar
- O pensamento autoritário: Oliveira Vianna, hoje
- Encarte infantil: fogo, carnaval, beija-flor, jogos

Nº 30 - Abril de 1987

- Cactáceas: os segredos da sobrevivência
- Terremotos: o movimento das terras no Brasil
- Inflação x cruzado: de volta para o futuro
- Inverno nuclear: e o Brasil?
- Constituinte 87: propostas da SBPC

Nº 31 - Maio de 1987

- Agricultura: a ciência vai à roça
- O efeito Hall quântico
- Reflorestamento indígena
- Escola e família: constelação imperfeita
- Sistemas estaduais de C & T. Constituinte e sindicatos
- Encarte infantil: do ovo ao pinto, experiências, química

Nº 32 - Junho de 1987

- Tchernobyl, um ano depois
- Lições de Tchernobyl: os alimentos importados
- História: capitão Cook sob suspeita
- Metemoglobinemia: células sem ar
- Perfil: os Deane, 50 anos de parasitologia
- Encarte especial: ciência e tecnologia na Constituinte

Nº 33 - Julho de 1987

- Soja: proteína para milhões
- O início e o fim do universo
- A natureza das restingas
- Sambaquis na pré-história
- Reforma sanitária: propostas
- Perfil: Alcides Carvalho
- Encarte infantil: ouriço, índios, experiências, o que é, o que é?

Nº 34 - Agosto de 1987

- Sementes germinantes
- Poluição: acidez na chuva
- Paleontologia no sul do Brasil
- Saúde pública: positivismo e dilemas
- Perfil: Nise da Silveira, viagem ao reino dos homens tristes
- Encarte especial: principais discussões da 39ª Reunião Anual

Nº 35 - Setembro de 1987

- Formigas cortadeiras
- Medicina popular
- Super-redes: harmonia das bandas cristalinas
- Choque (hiper)térmico
- Encarte infantil: experiências de magnetismo, tartarugas da Amazônia, as bruxas brasileiras

Nº 36 - Outubro de 1987

- Polímeros condutores de eletricidade
- Rondônia devastada
- Chuvas e constelações: calendário dos índios desana
- Banhos de cheiro e rituais amazônicos
- Perfil: Antônio Houaiss
- Constituinte 87: quem controla a administração pública

Nº 37 - Novembro de 1987

- Depressão alastrante
- Imagens e computadores: o olho que tudo vê
- Experimentação com seres humanos
- A mulher faz e (desfaz) o homem
- Encarte infantil: Zumbi dos Palmares, experiências com eletromagnetismo

Nº 38 - Dezembro de 1987

- Parque das emas
- Imagens e computadores: vegetação à vista
- Colorindo o invisível: quando os fótons se somam
- Inteligência artificial
- Repensando a tradição
- A indústria brasileira de armamentos: mitos e questões

Nº 39 - Janeiro/Fevereiro de 1988

- A homeopatia em questão: abordagem científica, práticas e a implantação no Brasil
- Fotografia e história
- Ressonâncias nucleares gigantes
- O açúcar das plantas
- Encarte infantil: os dinossauros, é bicho ou máquina?

Nº 40 - Março de 1988

- Autos de Goiânia: artigos científicos sobre física da radiação, efeitos biológicos, radioatividade ambiental, aspectos sociológicos e jurídicos e depoimentos de médicos e da equipe de descontaminação
- Feitiços e bruxarias no Brasil
- Queimadas na Amazônia
- Política nacional de informática

Nº 41 - Abril de 1988

- Monoclonais contra leucemia
- Os homens da mina
- Fusão termonuclear controlada
- Newton: principia mat. smatica
- Encarte infantil: raça ou espécie, luz e sombra, o fogo, passatempos

Nº 42 - Maio de 1988

- O futuro da energia nuclear
- No rastro dos terremotos
- Homeopatia: os leitores opinam
- O fascínio das serpentes
- Perfil: Alberto Carvalho da Silva

Nº 43 - Junho de 1988

- Vacina contra esquistossomose
- A mulher nas Olimpíadas
- Brasil: para onde vai a informática?
- Sensoriamento remoto e agricultura
- Encarte infantil: escravos no Brasil, galáxias, viva São João, abelha operária

Nº 44 - Julho de 1988

- Reserva biológica para o Maranhão
- Envelhecimento e representação da velhice
- O jogo da inflação
- Pioneiros da ciência no Brasil
- Cavalos, um brasileiro antigo

Nº 45 - Agosto de 1988

- Tartarugas marinhas
- Estabilidade no emprego: ameaça ao capital?
- Nova pedagogia, velha vigilância
- Epilepsia: a persistência de um preconceito
- A universidade em busca de si mesma
- Encarte infantil: energia elétrica, macacos brasileiros, labirintos, passatempos

Nº 46 - Setembro de 1988

- A química nos mares
- Integração: Brasil-Argentina
- Floresta amazônica: maneje com cuidado, frágil
- O inhamé, esse desconhecido
- Racismo no Brasil: entrevista com Peter Fry
- A matéria superaquecida e supercomprimida

Nº 47 - Outubro de 1988

- Camelôs
- Formigas carnívoras
- A grande explosão: formação do universo
- Assim caminhou a humanidade
- Encarte infantil: polinização, química da vida, química da digestão

Nº 48 - Novembro de 1988

- Desmatamento na Amazônia e o clima da Terra
- Recursos para a ciência: evolução e impasses
- Fotossíntese sem luz?
- O carvão de Carajás
- Encarte especial: Negros brasileiros

Nº 49 - Dezembro de 1988

- Supercondutividade
- Carvão: energia sem poluição
- No rastro dos marsupiais desaparecidos
- As moças de José de Alencar

Nº 50 - Janeiro/Fevereiro de 1989

- A engenharia de Galileu
- Xamanismo e medicina: o "caso Ruschi" reavaliado
- Mistura de raças, mistura de genes
- Coqueluche: procura-se outra vacina
- Encarte infantil: história da música no ocidente, algas, ave ou réptil?



IRRADIAÇÃO DE TOXINAS BARATEIA PRODUÇÃO DE SOROS

A carência de recursos não é a única, mas talvez seja a principal motivação que impele os cientistas brasileiros à busca de novas técnicas. Este é o caso da pesquisa de soros antipeçonhentos. Embora tenha ultrapassado a fase crítica, em que sequer conseguia atender à demanda, sua produção ainda se defronta com inúmeros problemas, que vão desde a falta de agulhas até a construção de baias para abrigar os cavalos que servem aos testes, passando, inclusive, pela dificuldade de se obterem os próprios cavalos. Do ponto de vista estritamente técnico, uma limitação é a baixa capacidade de produção de soro a partir dos venenos, altamente tóxicos e pouco imunogênicos.

Recente convênio entre o Instituto Butantan e o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), em São Paulo, promete desenvolver uma tecnologia que reduzirá drasticamente e em pouco tempo os custos de produção de soros antiofídicos, antiescorpiônicos e similares. Com a atenuação das peçonhas por irradiações ionizantes, o Departamento de Aplicações em Ciências Biológicas do IPEN tem como meta básica reduzir a mortalidade dos cavalos empregados na produção dos soros. O Brasil tem hoje sua produção concentrada no Instituto Ezequiel Dias (Belo Horizonte), na Fundação Vital Brazil (Rio de Janeiro) e no próprio Butantan (São Paulo). Este, responsável por 70% da produção nacional, cumpriu a meta de 315 mil ampolas até o final do ano passado.

O processo de produção de soros antiofídicos começa com a inoculação do veneno em um cavalo. Espera-se de 15 a 20 dias pela reação do antígeno e faz-se a sangria. Segue-se um período de descanso de um mês e recomeça-se o mesmo ciclo. A cada sangria, uma média de 4% do volume total do sangue do animal é retirada. Do material coletado é separado o plasma, que perfaz cerca de cinco litros de cada vez. Caso se pretenda produzir soro anticrotálico (específico para picadas de cascavel), de cada litro serão obtidas entre oito e dez ampolas, das quais um único paciente utilizará em média seis. Na produção de soro antitotrópico (contra picadas de serpentes da família Bothrops, como a jararaca), cada

litro de plasma originará de 15 a 20 ampolas, sendo necessárias quatro para cada paciente. Felizmente, dos casos que se apresentam para tratamento, somente a metade merece atenção especial. Na maioria das vezes trata-se apenas de acidentes com cobras não venenosas, que não exigem maiores cuidados.

Nos últimos anos o Instituto Butantan conseguiu aumentar a proporção de ampolas por litro de plasma usando processos de racionalização tecnológica. Enquanto em 1984 produzia pouco menos de 30 mil ampolas anuais com um rendimento médio de 2,2 ampolas/litro, nos primeiros meses deste ano já obtinha mais de 196 mil ampolas, com uma média de 16,1 ampolas/litro. Uma cifra que, embora não seja suficiente para a demanda anual de 500 mil ampolas — estoque capaz de suprir todas as localidades em risco —, demonstra a otimização de seus resultados.

As alterações que o IPEN pretende introduzir nessa tecnologia estão no início do processo. Ao invés de se inocular o veneno *in natura*, ou seja, na forma como foi extraído da serpente, ele é submetido primeiro a um tratamento que praticamente elimina sua toxicidade sem descaracterizá-lo quimicamente. Existem muitas técnicas físicas de atenuação de toxinas, como a de superexposição do veneno ao calor, mas a maioria delas implica efeitos colaterais sobre a estrutura química da substância, como assinala José Roberto Rogero, chefe do Departamento de Aplicações em Ciências Biológicas do instituto, que coordena o projeto em curso e assim o descreve:

— O veneno da cascavel, objeto de nossa primeira série de pesquisas, é submetido a aplicações de radiação gama, emitida por cobalto. A radiação atua diretamente sobre as toxinas e, em especial, sobre a crotoxina, substância que representa 40% da composição total deste tipo de peçonha. A crotoxina é altamente tóxica e age sobre as células nervosas, levando o indivíduo à morte por parada respiratória. Com doses aplicadas num intervalo de 750 a mil grays, tem-se conseguido reduzir a toxicidade do veneno em até três vezes sem destruir suas características imunológicas [um gray — símbolo Gy — é definido como a quanti-

dade de radiação absorvida que provoca a liberação, em um quilograma de matéria, de uma energia igual a um joule, logo 1 Gy = 100 rads]. Com isso esperamos uma elevação na taxa de sobrevivência dos cavalos superior aos três ou quatro anos de serviço, pois diminuirão as ocorrências de problemas hepáticos, renais e cardíacos originados pelas toxinas. Além disso, o tratamento com radiações ionizantes pode reduzir o fator inibidor que provoca a progressiva diminuição da resposta imunológica.

Enquanto o IPEN se responsabiliza pelo tratamento radiológico do veneno, o Instituto Butantan ocupa-se dos testes com animais. Ainda no primeiro semestre deste ano serão feitas as primeiras experiências com camundongos, depois com coelhos e, finalmente, com cavalos, estes por enquanto em escala piloto. A equipe responsável pelas pesquisas no Butantan é composta pelos membros da Comissão de Produção de Imunobiológicos, ligados à Divisão de Microbiologia e Imunobiologia do instituto.

José Roberto Rogero acredita que seu laboratório estará apto a desenvolver, nos próximos três anos, métodos de atenuação de toxinas de jararacas, entre outras cobras, e escorpiões. Segundo ele, existe mesmo a possibilidade de que uma vacina antiofídica seja desenvolvida para ser aplicada, como medida preventiva, nas populações mais expostas a riscos, como é o caso dos mateiros. Rosalvo Guidolin, membro da Comissão de Produção de Imunobiológicos, defende sobretudo o uso veterinário da vacina, como forma de reduzir as perdas sofridas pelos pecuaristas em decorrência de intoxicações nos rebanhos. Para ele, a vacinação das populações em risco teria custo extremamente elevado e poderia provocar reações alérgicas dispensáveis diante do número relativamente reduzido de acidentes com serpentes por ano. Rosalvo Guidolin diz que, no futuro, a prática de irradiação poderá também baratear e otimizar a produção das vacinas antitetânica e antibubônica.

Regina Scharf

Agência Universitária de Notícias,
Universidade de São Paulo

DENGUE: AMEAÇA NO AR

O número de casos de dengue notificados no estado do Rio de Janeiro em 1988 foi significativamente menor que os registrados em anos anteriores. Esse decréscimo, no entanto, não afasta o risco de novos surtos, uma vez que as duas espécies de mosquitos transmissores da doença — *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* — ainda estão presentes em grande parte do estado. Em apenas quatro dos 66 municípios do Rio de Janeiro — Petrópolis, Parati, Rio Claro e Miguel Pereira — os vetores da doença não foram encontrados e na maioria deles — 50 municípios — as duas espécies estão presentes.



Dados da Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (Sucam) revelam que os índices de infestação dos próprios mosquitos com o vírus variam em cada município. Em Araruama, por exemplo, foi registrado um índice de 0,02% enquanto Itaguaí apresentou um nível de infestação de 4,01% para o *Aedes albopictus*. Até outubro do ano passado, guardas sanitários contratados pelo estado haviam visitado, só no município do Rio de Janeiro, um milhão de residências (casas ou apartamentos), que abrigam aproximadamente 3,7 milhões de pessoas. Os índices de infestação do mosquito eram inferiores a 2%, o que não traz grandes riscos epidemiológicos. Em grande parte do estado — 35 municípios — as taxas não alcançaram 1%.

A diminuição dos índices foi atingida, em parte, graças aos esforços de guardas sanitários contratados pela Secretaria Estadual de Saúde para erradicar o mosquito. A verba repassada pelo INAMPS em março de 1988 para tal secretaria foi suficiente apenas para seis meses de trabalho. Com a não-renovação do contrato dos 2.208 guardas e a conseqüente interrupção da campanha de combate ao dengue, aumenta a probabilidade de uma elevação nos níveis de infestação e do retorno da doença no estado em curto ou médio prazo.

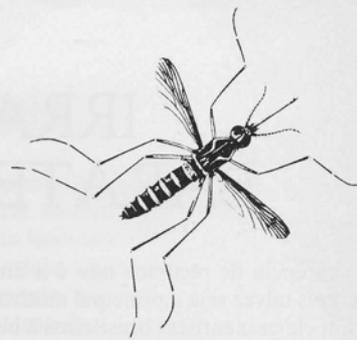
As primeiras referências da transmissão do dengue no Brasil datam de 1916, na capital de São Paulo, e de 1923, em Niterói, RJ (ver 'A temível volta do *Aedes aegypti*'

em *Ciência Hoje* n.º 18, p. 94). Na década de 1940, o país conseguira erradicar de todo o seu território o mosquito transmissor, mas em 1982 surgiu uma epidemia em Boa Vista, causada pelos sorotipos 1 e 4 (existem quatro tipos antigênicos do vírus do dengue), que atingiu 20% da população de Roraima. Em 1986, irromperam epidemias de dengue no Rio de Janeiro, Alagoas e Ceará, estendendo-se no ano seguinte para mais quatro estados: São Paulo, Minas Gerais, Pernambuco e Bahia, todos acusando o vírus de sorotipo 1. Em manual elaborado pela Secretaria Estadual de Saúde do Rio de Janeiro consta que, nesses dois anos, o estado registrou aproximadamente 90 mil casos. Estudos sorológicos realizados em vários municípios do Rio evidenciaram uma subnotificação de 90%, o que permite estimar que o número real de doentes nesse período tenha se aproximado de um milhão.

Os dados referentes a 1988 diferem de acordo com a fonte. A Sucam registrou no ano passado 626 casos de dengue — alguns sem confirmação laboratorial — e até meados de fevereiro do corrente tinha recebido 87 notificações. Já a Secretaria Estadual de Saúde do Rio de Janeiro apontou, em 1988, 1.271 notificações, concentrando-se no município do Rio de Janeiro 31% dos casos. Apesar de tais números não configurarem um quadro epidêmico, eles revelam que o mal ainda está longe de ser erradicado no estado.



Após coletas sucessivas de material para exames laboratoriais, pesquisadores do Departamento de Virologia da Fundação Oswaldo Cruz concluíram que o nível de anticorpos presentes na população das áreas de maior infestação do mosquito — Niterói, São Gonçalo e parte da capital, como a Léopoldina — é muito elevado. Segundo Hermann G. Schatzmayr, chefe do departamento, tudo leva a crer que a probabilidade de ocorrer um surto de dengue pelo tipo 1 neste ano é muito remota. Não se deve excluir, no entanto, a entrada de um outro tipo virulento no país, para o qual a população não possui anticorpos, e



que poderia desencadear uma epidemia de dengue hemorrágico. Tal hipótese não pode ser descartada, principalmente sabendo-se que o tipo 2 existe em países que fazem fronteira com o Brasil, como Colômbia e Guiana, e que o tipo 4 já penetrou em 1982 em Roraima através da estrada que liga o país à Venezuela. Só seis estados conseguiram erradicar o vetor da doença: Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe, Pará e Maranhão. As duas espécies do *Aedes* ainda estão disseminadas por grande parte do território brasileiro: Ceará, Pernambuco, Alagoas, Bahia, São Paulo, Rio de Janeiro, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Paraná.

Um surto hemorrágico com conseqüências trágicas foi vivido recentemente no continente americano. No período 1976-1979, Cuba conviveu com o tipo 1 do vírus do dengue, que circulava em grande quantidade pela população. No verão de 1981, a entrada do tipo 2 desencadeou o quadro hemorrágico, registrando uma das maiores epidemias da doença ocorridas no mundo. Em pouco mais de quatro meses foram notificados cerca de 11 mil casos, com 158 mortes. À incidência de casos seguiu-se de imediato uma intensa campanha em todo o país, que provocou uma rápida diminuição da infestação e garantiu, a partir daquele mesmo ano, a erradicação da enfermidade na ilha.

A obtenção do controle definitivo da doença em Cuba pode servir como um caso ilustrativo para o Brasil, que ainda convive com a duas espécies transmissoras. Naquele país, um compromisso entre o governo e a população permitiu a erradicação do vírus do dengue em quatro meses de intenso trabalho. Isso prova que a eficiência de uma campanha de controle em nível nacional depende basicamente das autoridades de saúde do país e da capacidade de mobilização da opinião pública.

Alicia Ivanissevich
Ciência Hoje, Rio de Janeiro

Vera Rita da Costa
Ciência Hoje, São Paulo

CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA CONSTITUIÇÃO DOS ESTADOS

À medida que avançam os trabalhos das assembleias constituintes estaduais, vai se consolidando a vitória obtida com a inclusão, pela primeira vez na história do país, de capítulos específicos sobre ciência e tecnologia (c&t) e sobre meio ambiente na Constituição federal promulgada em 1988. A primeira preocupação é assegurar recursos adequados para c&t. A proposta da regional da SBPC do Paraná, por exemplo, enfatiza a necessidade de que 2% da receita tributária do estado sejam destinados a entidades públicas de fomento ao ensino e à pesquisa científica e tecnológica, conforme faculta a emenda Florestan Fernandes, no artigo 218, parágrafo 5, da nova Constituição. No Rio de Janeiro, a regional da SBPC também se empenha em que 2% dos impostos estaduais revertam em apoio à c&t, através da Fundação de Amparo à Pesquisa (Faperj).

As justificativas dessas propostas assinalam a estreita dependência entre produção científica e desenvolvimento econômico. Os países do Primeiro Mundo investem anualmente 3 a 4% do seu Produto Interno Bruto (PIB) em ciência e tecnologia; o Brasil, que nos últimos anos só investiu 0,7%, apresenta uma produção científica inferior a seu estágio de desenvolvimento econômico. Isso indica que o crescimento do passado se fez às custas de 'pacotes tecnológicos' e que o futuro dependerá da boa vontade dos países ricos em liberar novas tecnologias.

Os cientistas do Paraná querem contribuir para a mudança desse quadro. Eles querem maiores recursos para superar a defasagem de seu estado diante dos centros mais desenvolvidos do país, como São Paulo, que dispõe de 27% dos recursos humanos brasileiros em c&t e é responsável por 50% da produção nacional do setor. Com base nesses dados, os paulistas, por sua vez, lutam pela formação de um conselho estadual, independente da Secretaria Estadual de Ciência e Tecnologia, que seja responsável pela política em c&t, e por mais recursos para a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), que recebe atualmente 0,5% da receita tributária. Considerando que o percentual sobre o orçamento é quase o dobro do obti-

do sobre os impostos, São Paulo reivindica 1% da receita orçamentária. Esforço semelhante é desenvolvido junto às constituintes do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Pernambuco e Bahia, que pedem também a criação de fundações de amparo à pesquisa nesses estados (ver 'Sistemas estaduais de c&t', em *Ciência Hoje* n° 31, p. 67).

Em geral, o modelo que serviu de orientação às Assembleias Legislativas dos estados foi o texto encaminhado pela SBPC/RJ e cerca de uma centena de entidades representativas da sociedade civil. Nele está escrito que o estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico e tecnológico, a pesquisa científica básica, a autonomia e a capacitação tecnológicas e a difusão de conhecimentos, tendo em vista o bem-estar da população, a solução dos problemas sociais e o progresso das ciências. A política científica e tecnológica terá como princípio o respeito à vida e à saúde humana, o aproveitamento não predatório dos recursos naturais, a preservação e recuperação do meio ambiente, o respeito aos valores culturais do povo. Universidades e instituições públicas de pesquisa são vistas como os principais agentes dessa política, e a sociedade civil como interlocutora obrigatória, quando se tratar da implantação ou expansão de sistemas tecnológicos de grande impacto social. Organismos controlados pela sociedade civil e mantidos pelo governo fornecerão dados e informações sobre tais sistemas. Finalmente, o texto propõe a proibição de construção, armazenamento e transporte de armas nucleares no estado.

O anteprojeto elaborado pela Comissão Constitucional do Rio de Janeiro introduziu uma importante modificação nessa proposta: eliminou a fixação de um percentual mínimo para c&t. No entanto, diante da relevância da questão, a SBPC já declarou que continuará a utilizar todos os meios democráticos para que sua posição prevaleça nas fases seguintes do processo constituinte. Desde já, porém, o Legislativo aprovou uma lei assegurando, em 1990, a concessão de 1,5% da receita tributária à Faperj, que em 1989 conta com 0,75%.

A comunidade científica mineira, entretanto, já tem muito a comemorar: após dois anos sem receber praticamente nenhuma

verba (ver 'C&T em Minas: marcha-à-ré', em *Ciência Hoje* n° 33, p. 72), a Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (Fapemig) foi beneficiada com a aprovação do artigo 123, capítulo IV, do anteprojeto da Constituição estadual. O artigo determina que a entidade receberá do estado dotações e recursos correspondentes a pelo menos 3% da receita orçamentária corrente.

Em relação à política ambiental, o anteprojeto constitucional do estado de Minas Gerais contém avanços importantes, como o tratamento dispensado à preservação da diversidade biológica, que é colocada em termos de 'diversidade de espécies e ecossistemas' e não apenas de 'diversidade de patrimônio genético', como está na Constituição federal. O zoólogo Ângelo Machado, da SBPC/MG, considera o capítulo da Constituição mineira sobre meio ambiente 'uma vitória' e mesmo um modelo para as outras constituições estaduais: "Um exemplo é a regionalização da obrigação constitucional de se evitar a extinção de espécies. Cada estado passa a ter a obrigação de definir seus mecanismos de proteção à flora e à fauna silvestres e de estabelecer, com base em monitoramento contínuo, sua própria lista de espécies ameaçadas."

Outros aspectos que enriquecem a nova Constituição de Minas Gerais em relação à federal são a criação da figura do rio de preservação permanente; a obrigação do estado de não só criar parques e áreas de reserva, mas também de dotá-los dos serviços públicos indispensáveis; a definição de uma legislação especial de proteção para os remanescentes da mata atlântica, veredas e campos rupestres.

O texto não atendeu, porém, às propostas e aspirações ambientalistas de Minas Gerais em um item fundamental: foi retirado o artigo que obrigava o estado a destinar 1% de seu orçamento para desenvolver a política de conservação do meio ambiente.

Sergio Portela

Ciência Hoje, Rio de Janeiro e sucursais

FEYNMAN E A FÍSICA NO BRASIL

Encontrei Richard Feynman em 1949, no Instituto de Estudos Avançados de Princeton, nos Estados Unidos. Era o mês de fevereiro. Eu chegara àquele instituto a convite de seu diretor, Robert Oppenheimer, como bolsista da Fundação Guggenheim. Nos três anos anteriores, desenvolvera esforços para que na Universidade do Brasil (hoje Universidade Federal do Rio de Janeiro) se organizasse um grupo de pesquisas em física nuclear e de partículas, no domínio da física teórica e da física experimental. Parecia-me importante a vinda de um jovem físico, como Cesar Lattes, para instalar os laboratórios necessários e atrair pesquisadores para as novas técnicas.

Quando Lattes (então empenhado com a equipe de Bristol nas pesquisas sobre radiações cósmicas em Chacaltaya, na Bolívia) passou pelo Rio em 1947 e 1948, discutimos a situação da física no Brasil, constatando as enormes dificuldades para se instalar a sonhada equipe na universidade. Não havia apoio nem dotações orçamentárias, e o antigo DASP (Departamento Administrativo do Serviço Público) impedia a adoção de regime de tempo integral (já adotado pela Universidade de São Paulo, onde duas equipes de valor estavam trabalhando), indispensável para que os pesquisadores tivessem alguma tranquilidade financeira para se dedicar à investigação científica.

No meio dessas dificuldades e dos projetos de ida para os Estados Unidos de vários físicos, aconteceu o meu encontro com o ministro João Alberto Lins de Barros, a

quem me levou seu irmão, Nelson, que trabalhava no Consulado do Brasil em San Francisco e era amigo de Lattes. Ao comunicar a João Alberto as nossas dificuldades, ele, um dos líderes políticos mais lúcidos e inteligentes que conheci, exclamou: “Temos de fazer a física nuclear no Rio de Janeiro, custe o que custar!”

Foi assim lançada a idéia de fundar-se uma instituição privada — o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) —, já que as portas não se abriam na Universidade do Brasil. E, com a ajuda de figuras como João Alberto, o almirante Álvaro Alberto, o deputado Evaldo Lodi, o economista Rômulo Almeida, o industrial Guilherme Guinle, entre outros, aos quais se somou o prestígio de Lattes, fundou-se o CBPF em 15 de janeiro de 1949. Na mesma época, graças à repercussão dos trabalhos sobre os píons pela equipe de Bristol, foi aprovada a iniciativa que Joaquim da Costa Ribeiro e eu tomamos para a criação da cátedra de física nuclear na Universidade do Brasil, sendo Lattes nomeado seu titular. Pude, então, viajar para Princeton, com o intuito de ali trabalhar e criar os laços de colaboração necessários ao recém-criado CBPF.

Em Princeton estavam, ou por lá passavam, físicos dos melhores do mundo. Além de Albert Einstein, Herman Weyl, John von Neumann, C. N. Yang, Abraham Pais, Freeman Dyson e Eugene Wigner, ali estavam os japoneses Hideki Yukawa e S. Tomonaga, Oskar Klein, Wolfgang Pauli, o mexicano Manuel Sandoval Vallarta. Se-

minários em cadeia eram oferecidos por Niels e Aage Bohr, Christian Moeller, Victor Weisskopf, Richard Feynman, entre tantos outros. Oppenheimer mantinha intensa atividade e comandava talvez o mais importante centro de física teórica do mundo àquela época. Com ele, com Wheeler e Yukawa discutíamos — Jaime Tiomno, Walter Schutzer e eu, que estávamos em Princeton, além de Lattes, que vinha de Berkeley, e Hervásio de Carvalho, que estagiava em Washington — o futuro da física no Brasil.

A física teórica tinha acabado de receber uma contribuição da mais alta importância, graças aos trabalhos de Feynman, Julian Schwinger e Shin-ichiro Tomonaga. Este, já em 1943, publicara em japonês seu trabalho sobre uma formulação relativisticamente invariante da teoria quântica dos campos, que só depois da guerra fora traduzido para o inglês. Por sua vez, Schwinger publicara em 1948 trabalhos independentes sobre o mesmo assunto, chegando a resultados equivalentes aos da equipe de Tomonaga.

Ao lado deles, e por método diferente, Richard Feynman com a sua singular originalidade reconstruía a mecânica quântica e a teoria quântica dos campos. Seu primeiro trabalho, *Space-Time approach to quantum mechanics*, apresentou uma formulação da mecânica quântica não relativista, diferente da usual, e nela já introduzia o postulado segundo o qual “a contribuição de um caminho possível à probabilidade de que uma partícula tenha um caminho numa região do espaço-tempo (quadrado absoluto da soma de contribuições de cada caminho na região) é uma exponencial, cuja fase imaginária é a ação clássica para esse caminho”. A contribuição total de todos os caminhos que chegam do passado ao ponto (x, t) é — mostra Feynman — a função de onda $\psi(x, t)$, que satisfaz à equação de Schrödinger.

Em 1949 apareceu o primeiro de um conjunto de artigos de Feynman sobre os problemas de eletrodinâmica quântica, no qual ele analisava o comportamento de elétrons e pósitrons em potenciais externos fixos, desprezando suas interações mútuas. Nesse trabalho ele introduz a famosa interpretação dos estados de energia negativa como ondas que se propagam dos potenciais para trás, no tempo, e que são traduzidas como um pósitron se propagando para o futuro.



A esquerda, Feynman, Gabriel Fialho, Mário Amoroso; do outro lado, Hepp, Schwartz, Nelson Lins de Barros, Costa Ribeiro, Paulo Carneiro, César Lattes, Ugo Camerini e Paulo de Góes.

fotos cedidas pelo autor

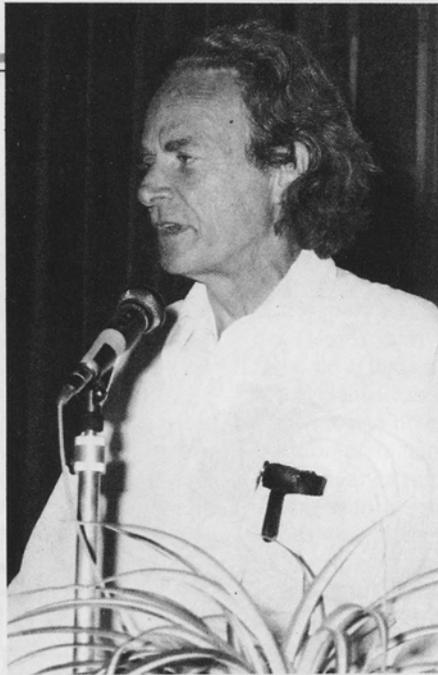
No segundo artigo, intitulado *Space-Time approach to quantum electrodynamics*, o tratamento foi estendido à interação de elétrons e pósitrons com fótons. Daí resultaram os famosos diagramas de Feynman e as regras que também levam seu nome, utilizados para escrever as amplitudes de processos quânticos envolvendo essas partículas.

As contribuições de Feynman afetaram em profundidade a teoria quântica dos campos e se estenderam a vários domínios da física, ultrapassando de longe o objetivo inicial, que era o cálculo do deslocamento de Lamb (*Lamb shift*) e a eliminação de divergências na eletrodinâmica. Dotado de uma visão genial, irrigada por intuição e imaginação férteis, ele concebeu mais tarde, quando já no Rio de Janeiro, seu célebre trabalho sobre a superfluidez do hélio líquido. Também, com seus diagramas, agilizou domínios da física do estado sólido, da física nuclear, dos sistemas de muitas partículas e criou a formulação da mecânica quântica pela teoria das integrais funcionais — as famosas integrais de caminho —, que se mostraram instrumento poderoso em domínios que vão da mecânica estatística até as modernas teorias de campos de calibre.

Além de suas memórias, Feynman foi notável escritor de importantes livros, abordando, além dos temas mencionados, a teoria dos processos fundamentais e as interações eletromagnéticas de hádrons. Ficou famoso seu conjunto de *Lições de física*, uma série de volumes em que aborda, de maneira original, todos os ramos fundamentais da física.

Depois de breve visita ao Brasil, em meados de 1949, a convite de Lattes e Tiomno, Feynman regressou ao Rio de Janeiro, a nosso convite, para passar seu ano sabático, de setembro de 1951 a maio de 1952. Transferia-se na ocasião da Universidade de Cornell para o California Institute of Technology (Caltech) mas obteve permissão desta última instituição para passar um ano no CBPF.

No ano de 1951 houve uma ressonância de atividades notáveis para a física no Rio de Janeiro. Uma doação do banqueiro Mário de Almeida permitiu ao CBPF inaugurar seu pavilhão na *campus* da Praia Vermelha. A Unesco também concedeu importante ajuda, enviando-nos os físicos Giuseppe Occhialini, Ugo Camerini, Gert Moliere e Hans Joos, o técnico em eletrônica G. Hepp e o técnico em alto vácuo Helmut Schwartz. Forneceu-nos também bônus para organizar nossa biblioteca, atualmente



Richard Feynman

uma das melhores da América Latina. Ao mesmo tempo, jovens bacharelados chegavam dos países latino-americanos e até dos Estados Unidos, como bolsistas do CBPF, atraídos pelas atividades da nova instituição, à qual se integrara o notável físico austríaco Guido Beck.

No CBPF, Feynman deu um curso sobre física nuclear e, na antiga Faculdade Nacional de Filosofia, outro sobre eletromagnetismo. Colaborando com ele numa investigação sobre a teoria do campo mesônico pseudo-escalar e a descrição de algumas propriedades do dêuteron, conheci as extraordinárias habilidades de cálculo que se uniam à sua excepcional visão intuitiva da física. Em 1952 um simpósio sobre novas técnicas de pesquisa em física, sob os auspícios do recém-criado Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) e da Academia Brasileira de Ciências reuniu eminentes físicos de todas as partes do mundo. Três deles — John e Leona Marshall, Herbert Anderson — permaneceram entre nós, integrando a missão que viera ao Brasil para iniciar a construção do síncrotron de prótons de 400 MeV, similar ao da Universidade de Chicago, encomendado pelo CNPq. Dois anos foram gastos nesse importante projeto, infelizmente abandonado depois que Alvaro Alberto deixou a presidência do CNPq, na crise política de 1954.

Em todas essas atividades destacara-se Feynman pela capacidade de trabalho e interesse pelo CBPF. Em fins de 1951, compareceu à reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) em Belo Horizonte, dela participando intensamente com cientistas de várias áreas e interessando-se particularmente pela vegetação

tropical. Após excursão aos arredores de Belo Horizonte, onde percebeu crianças pobres abandonadas, retirou-se de um jantar na Pampulha quando as autoridades locais entraram pomposamente no salão. Homem generoso, nele misturavam-se os sentimentos de grandeza e as eventuais excentricidades de um espírito excepcional. Encantado com a música popular brasileira, tornou-se mestre na arte de percussão e, depois de aprender a tocar tambores e pandeiros, desfilou no carnaval de 1952 em uma pequena escola de samba, batucando frigideira com colher. Ao baile de gala do Copacabana Palace compareceu fantasiado de Mefistófeles e, ao procurar a saída de incêndio (preocupação que tinha em ambientes fechados), surpreendeu-se ao encontrá-la trancada a chave, sem que os porteiros soubessem como abri-la. Enfim, conheceu bem o Brasil, chegando a apresentar em português sua comunicação durante sessão na Academia Brasileira de Ciências, da qual foi membro correspondente.

Era um homem simples. Quando em 1953, recém-casado, voltou ao Rio com a mulher, especialista em história da arte, percebemos que ela exigia dele que se apresentasse de paletó e gravata. Assim, um dia, quando nos chegou em mangas de camisa, deduzimos que ela viajara. Dedução correta: sua mulher fora conhecer a arte inca na Bolívia e no Peru. Quando me escrevia dos Estados Unidos, Feynman referia-se sempre afetuosamente ao CBPF (cuja biblioteca ajudou a reerguer depois do incêndio de 1959, buscando doações em seu país). Terminava suas cartas dizendo: "Tenho saudades do Brasil."

A última vez que o vi foi há cerca de dez anos, quando o convidei, em nome da Divisão de Altas Energias do Centro de Pesquisas Nucleares, de Estrasburgo, a participar do simpósio internacional sobre sistemas de muitas partículas, na bela cidade de Kayserberg, na Alsácia. Pouco tempo depois aguardávamos sua chegada em Tóquio, no Congresso Internacional de Física de Altas Energias, quando soubemos que não poderia comparecer. Havia sofrido a primeira intervenção cirúrgica, no curso da moléstia que nos privou deste cientista extraordinário, um gênio da física, professor admirável e homem dotado de grande sensibilidade humana e artística. Sua influência o torna uma das mais notáveis figuras da física neste fim de século.

José Leite Lopes

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

CONTAGEM REGRESSIVA CONTRA A INFORMÁTICA NACIONAL

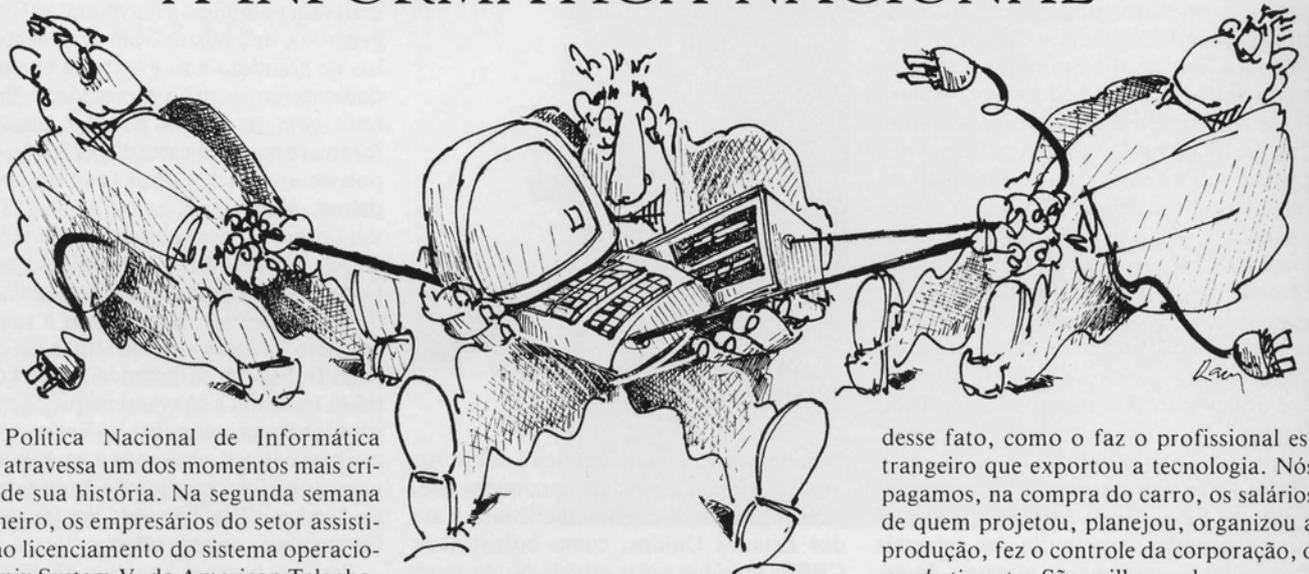


ilustração Racy

A Política Nacional de Informática atravessa um dos momentos mais críticos de sua história. Na segunda semana de janeiro, os empresários do setor assistiram ao licenciamento do sistema operacional Unix System V, da American Telephone and Telegraph (AT&T), pela Secretaria Especial de Informática (SEI). Isso se deu justo quando a empresa nacional Cobra Computadores aguardava a realização de um exame de similaridade para o equivalente brasileiro do produto, o SOX. Dias depois, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), que desde a sua criação dera total apoio ao cumprimento da lei de reserva de mercado, foi extinto e incorporado ao novo Ministério de Desenvolvimento Industrial, Ciência e Tecnologia. O titular da pasta recém-criada, Roberto Cardoso Alves, já numa de suas primeiras entrevistas à imprensa, apontou a reserva de mercado para a informática como “uma porta que se fecha” para o setor, admitindo que ela deva ser reexaminada “à luz das necessidades de modernização do parque industrial”.

Um segundo plano nacional de informática deverá entrar em vigor em abril. Os caminhos dessa nova política e o tratamento que se dará às questões de interesse nacional são as interrogações do momento. Ivan da Costa Marques, presidente da Cobra Computadores, conversou com *Ciência Hoje* sobre as dificuldades enfrentadas pela empresa em particular — entre elas, sua privatização — e sobre os desafios que o país terá que assumir se quiser conquistar a autonomia tecnológica.

— Como pode ser definida a situação da Política Nacional de Informática (PNI)?

— A questão científica e tecnológica foi até agora a questão central da PNI. A Associação Brasileira da Indústria de Computadores e Periféricos (Abicomp) tem se destacado pela tentativa de mobilizar as empresas nacionais para a busca de autonomia tecnológica no setor. Qualquer pessoa que, no Brasil, se detenha na questão tecnológica percebe que ela reflete a posição do país na divisão internacional do trabalho: a atividade intelectual, criativa, bem remunerada, de controle, qualidade, organização e planejamento tende a se concentrar nos países mais desenvolvidos; o trabalho rotineiro, repetitivo, alienado, massificado, mecanizado e mal remunerado fica para os países do Terceiro Mundo. Quando falamos de independência ou autonomia tecnológica, não estamos pensando numa questão abstrata, mas em algo que tem desdobramentos concretos e imediatos, principalmente na distribuição de renda no país.

Acredito que uma política de autonomia tecnológica, como a PNI, se justifica e se legitima, em última instância, por oferecer maiores e melhores oportunidades aos profissionais brasileiros. Costuma-se dizer que não devemos reinventar a roda, mas evidentemente não se trata disso. Não há problema em andar num carro copiado: a questão é que nenhum profissional brasileiro participa das implicações econômicas

desse fato, como o faz o profissional estrangeiro que exportou a tecnologia. Nós pagamos, na compra do carro, os salários de quem projetou, planejou, organizou a produção, fez o controle da corporação, o marketing etc. São milhares de empregos bem pagos para profissionais que não estão no Brasil. Então, se o país deseja optar por um desenvolvimento que inclua os profissionais brasileiros, ele deve se apoiar em políticas e mecanismos eficazes, centrados na questão científica e tecnológica, senão esse desejo não vai sair do discurso.

— Qual é a receptividade do empresário nacional para esse discurso?

— Até agora, a maioria dos donos do capital nacional que controlam o setor achou vantajoso manter a operação de suas empresas em padrões próximos ao que a Abicomp recomenda. Seus investimentos apresentaram resultados bastante representativos. Se compararmos a capacidade técnica do Brasil à de outros países da América Latina, veremos que ela é muito superior, tanto em termos de produção industrial como de empregos para profissionais qualificados (ver figura). O Brasil é o terceiro país do mundo que tem, na área de informática, mais da metade de seu mercado interno suprido por empresas locais. Essa série de desdobramentos da atividade econômica mostra que os empresários têm privilegiado a questão tecnológica e a oferta de oportunidades para profissionais brasileiros. Na fase atual, contudo, há claros sinais de que uma grande parte do capital nacional está pronta para se afastar das metas da Abicomp, de forma que a autonomia tecnológica deixaria de ser o ponto central da política de informática.

— *Quais são esses sinais?*

— Primeiro, a posição do empresariado brasileiro, de um modo geral, frente à questão do *software* e, particularmente, dos sistemas operacionais que serão utilizados. Um segundo sinal é a dificuldade que a Abicomp está encontrando em discutir com os empresários os investimentos a médio e a longo prazos. Os empresários querem garantir a posição que adquiriram no mercado e possuem uma sensibilidade relativa para o longo prazo. Do ponto de vista de seus patrimônios e das taxas de risco envolvidas nos investimentos, acreditam que talvez seja o momento de diminuir um pouco os seus lucros potenciais, associando-se ao capital estrangeiro, em troca de um retorno seguro. Nesse processo, alguns vão falir, outros poderão estagnar e até mudar de setor, mas os sobreviventes poderão obter lucros maiores. A curto prazo, o capital estrangeiro fica satisfeito, pois hoje ele não tem acesso ao mercado brasileiro de microcomputadores; a longo prazo, os lucros do empresariado nacional serão menores, já que divididos com o estrangeiro.

O governo brasileiro receberia muito bem uma mudança desse tipo, pois ainda existe a ameaça de retaliações por parte dos Estados Unidos. O terreno está preparado para que isso aconteça e o maior prejudicado será, sem dúvida, o profissional brasileiro. Sabemos que em 1992 o controle das importações passará para a Carteira de Comércio Exterior (Cacex), deixando de ser feito pela SEI. É o fim do período legal da existência não apenas da reserva de mercado como também de uma política especial para o setor de informática. Isso deve ser discutido agora.

Outra evidência de que estão ocorrendo mudanças no empresariado é a enorme dificuldade que a Abicomp enfrenta na tentativa de definir um código de ética para a atuação das empresas do setor. As dúvidas, hesitações e ansiedades giram em torno da questão de abrir mão ou não da tecnologia nacional e da opção de usar resultados do trabalho de profissionais estrangeiros, em vez de privilegiar o que é feito pela mão-de-obra nacional. Até o momento, o empresariado priorizou o profissional brasileiro, mas a maioria já começou sua contagem regressiva.

— *A que se atribui essa mudança de rumo? Faltou proteção por parte do governo a esses empresários?*

— Um conjunto de coisas. Não necessariamente uma proteção, no sentido pa-

ternalista do termo. Mas, sem dúvida, os empresários não estão vendo no governo brasileiro um compromisso com a continuidade dessa política que busca a autonomia. Como fizeram grandes investimentos, temem perder tudo. O governo pode vir a autorizar, de repente, a entrada de empresas estrangeiras e então será tarde para fazer associações em condições vantajosas. A indefinição política do governo cria uma enorme insegurança. Eu não vejo chances de alterar esse rumo se os profissionais do setor não se pronunciarem. E também não estou vendo organização alguma dos profissionais nessa direção.

— *A extinção do MCT contribuiu para acentuar a insegurança que esses profissionais vivem hoje?*

— O problema da política de informática transcende a extinção do MCT. Nós sabemos que medidas como essas são tomadas por conveniências do momento e pelas pessoas que ocupam tais cargos. As instituições no Brasil sempre foram fracas. Se houvesse uma participação ativa e vigorosa dos profissionais do setor no acompanhamento dessa política, a extinção seria secundária. Até mesmo porque, onde quer que se localize o centro de decisões na estrutura burocrático-administrativa do Estado, se a sociedade estiver mobilizada, ela fará valer a política que deseje. Sou contra a extinção do ministério. Nós estamos vendo quem está ocupando esses cargos no governo, quais as tendências que estão sendo reforçadas e quais as que estão sendo enfraquecidas. ▶

PRODUÇÃO DA INDÚSTRIA DE INFORMÁTICA NA ARGENTINA, NO BRASIL E NO MÉXICO, PELA NACIONALIDADE DAS EMPRESAS



EMPREGO TOTAL E DE PROFISSIONAIS EM P&D NA INDÚSTRIA DE INFORMÁTICA DA ARGENTINA, DO BRASIL E DO MÉXICO



— *Mas essas mudanças não teriam afetado mais ainda a situação do setor na medida em que inexistia um grupo de profissionais mobilizado?*

— As mudanças foram ruins. É inegável que a questão de ciência e tecnologia é essencial para que o Brasil consiga alterar sua posição na divisão internacional do trabalho. Também não se pode negar que, sem um tratamento prioritário para ciência e tecnologia, será muito difícil resolver os problemas básicos do povo brasileiro, que nada mais são do que alimentação, saúde e educação com liberdade. Durante a curta existência do MCT e a fenomenal gestão de Renato Archer, enfatizou-se a prioridade para as questões de ciência e tecnologia. Nesse sentido, a extinção representa inequivocamente um retrocesso e tal medida deve ser repudiada. Mas isso não deve ser confundido com uma questão de outra ordem e de conteúdo muito maior. Ter ou não ter ministério (e onde ele se localiza no aparelho do Estado) não é tão fundamental quanto a participação democrática da sociedade.

— *Que conseqüências pode trazer o licenciamento do Unix para a comercialização do SOX — produto similar brasileiro — e para uma empresa como a Cobra, criada para ser instrumento imediato da PNI?*

— A indústria mundial de computadores está atravessando uma fase de padronização que se desenvolverá na próxima década, quando a portabilidade do *software* — capacidade do programa de um computador rodar em outra máquina — será essencial. A padronização ganhou força no início de 1988, a partir da decisão do governo americano de somente adquirir sistemas de fabricantes que estivessem comprometidos com a implementação do padrão POSIX, no qual se enquadra o Unix. A Cobra fez o sistema operacional SOX, que se inclui nesse padrão, independentemente de qualquer licenciamento da AT&T. O SOX foi feito a partir de especificações do padrão, que são públicas. Portanto, a Cobra tem o direito autoral sobre o sistema. Isto tem duas implicações para o país, no âmbito da PNI. A primeira é que, com o SOX, mesmo convivendo com o Unix, economizaríamos muitos *royalties*. Centenas de milhões de dólares poderiam ser utilizados para empregar profissionais brasileiros, preocupados em manter o sistema atualizado. A segunda vantagem é a oportunidade de entrada autônoma no mercado internacional de sistemas, que será o grande mercado das

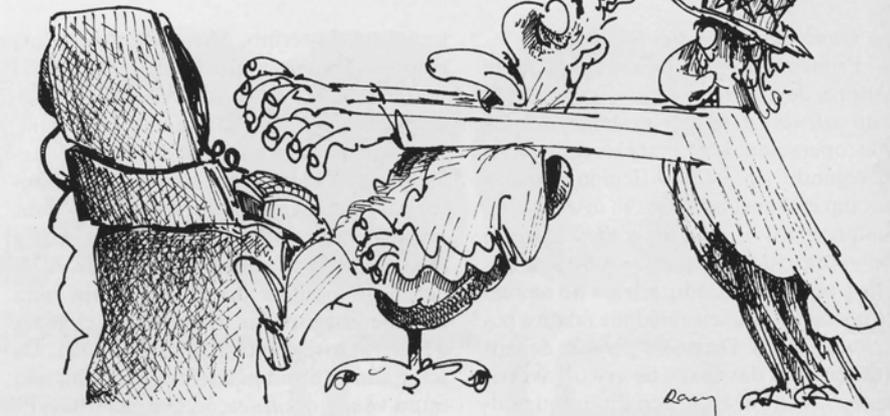


ilustração Racy

duas próximas décadas. O SOX é um produto tecnicamente bom, só precisa ser transformado num produto comercial.

— *Qual tem sido a resposta da maioria das autoridades frente ao SOX?*

— A maioria das autoridades econômicas — exceção feita aos militares e parte do Congresso — esquivam-se, tentando 'negociações'. Esta é a postura de quem toma decisões operacionais pela política econômica no Brasil hoje. Na verdade, mantém-se a atual divisão internacional do trabalho. Nesse sentido, a aprovação do Unix é mais um sinal de enfraquecimento da condução da política de autonomia. O licenciamento em si não seria mortal para o SOX, se contássemos com o apoio do governo brasileiro. Com este apoio, poderíamos ter uma participação de 40 e até 50% no mercado nacional e seríamos capazes de exportar, podendo atingir 5 a 10% do mercado internacional. Mas, aparentemente, o governo não está interessado nisso. Também não existe esse tipo de interesse por parte do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), principal acionista da Cobra, nem dos outros atores imediatos, que são o Banco do Brasil e a Caixa Econômica Federal.

— *Estamos agora discutindo uma questão inteiramente ligada à privatização da Cobra. O que está de fato acontecendo?*

— Nesse processo de privatização, a Abicomp elaborou a proposta de reunir um conjunto de aproximadamente 15 empresas ligadas à própria Abicomp para formar a SOX S.A. Esta empresa cuidaria da disseminação comercial do SOX e de sua evolução técnica, de modo a mantê-lo atualizado dentro do padrão POSIX e X-Open. Pela proposta, o SOX passaria a ser uma propriedade privada, mas coletiva, da indústria, solução idêntica à que está sendo

dada nos Estados Unidos para o Unix. O restante da Cobra — as redes comercial e de manutenção — seria privatizado nos moldes propostos pelo BNDES. A posição do banco era a de implementar essa solução assim que o projeto estivesse pronto. Foi trabalhoso elaborar este projeto e, quando finalmente foi apresentado ao BNDES, o banco adotou outra postura. Por enquanto, nada foi resolvido.

— *Voltando à questão do apoio estatal, qual foi a proposta da Abicomp em termos concretos de investimentos?*

— A Abicomp solicitou dos acionistas da Cobra um apoio, em moeda nacional, equivalente a 15 milhões de dólares, a serem aplicados ao longo de dois anos na SOX S.A. Solicitou do BNDES financiamento para os fabricantes que usassem o SOX em seus sistemas e para as *software houses* brasileiras que desenvolvessem aplicativos para o SOX. Além disso, o BNDES daria preferência, na análise dos projetos, para o financiamento a centros de processamentos de dados que, dentro do padrão POSIX, utilizassem o SOX. Finalmente, a Abicomp pediu que os próprios acionistas da Cobra dessem preferência ao SOX nas suas compras. Com essas medidas, acredita-se que o SOX possa deter 40 ou 50% do mercado interno num prazo de dois a três anos.

Gostaria de reforçar a necessidade de tudo isso vir acompanhado de uma voz ativa dos profissionais brasileiros, para que a autonomia tecnológica se mantenha como a questão central da PNI. Caso contrário, o setor de informática passará em breve a ser administrado como o setor automobilístico ou como outros tantos da economia brasileira.

Alicia Ivanishevich
Ciência Hoje, Rio de Janeiro



A DIFERENÇA ENTRE COMPRAR UM CONTROLADOR PROGRAMÁVEL E DECIFRAR UM ENIGMA

Alguns pensam que comprar um Controlador Programável significa ter que decifrar um grande enigma - seja quanto à sua aplicação, sua instalação, funcionamento ou manutenção.

Muitos pensam também, que o que parece enigma não tem solução.

Veja como a Sistema, com tecnologia altamente avançada e a força de sua equipe, decifra o enigma:

CP 3000

A DIFERENÇA ENTRE COMPRAR UM
CONTROLADOR PROGRAMÁVEL E
COMPRAR UM SISTEMA COMPLETO



▲ ANOTE IF N° 1.391

- ▲ ENGENHARIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO sempre atenta a inovações tecnológicas, é responsável por manter os seus produtos na mais avançada tecnologia.
- ▲ ENGENHARIA DE APLICAÇÃO somando conhecimentos tecnológicos em diversos setores industriais, acompanha passo a passo cada processo, e auxilia o usuário a obter a melhor solução.
- ▲ ENGENHARIA DE PROJETOS num trabalho minucioso e detalhista, constrói e implementa a solução para cada processo.
- ▲ ENGENHARIA DE QUALIDADE garante o mais elevado grau de qualidade para o processo de fabricação e para o produto.
- ▲ ENGENHARIA DE SUPORTE presta uma pronta assessoria de campo, com serviços altamente especializados.
- ▲ CENTRO DE TREINAMENTO transmite ampla gama de informações tecnológicas para que o usuário possa gerar soluções próprias para suas necessidades.

A FORÇA DE UMA EQUIPE

 SISTEMA

SISTEMA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL S.A. - SÃO PAULO - SP - Rua Dona Maria Paula, 270 - 7º andar - CEP 01319 - Fones (011) 35-3526 - 35-4209 - TELEX (011) 26301 - SISM-BR - FAX (011) 37-624
- RIO DE JANEIRO - RJ - Av. Rio Branco, 181 - 15º andar - S.1509 - CEP 20040 - Fone (021) 262-8638 - TELEX (021) 30929 SISM-BR - BELO HORIZONTE - MG - Rua São Paulo, 1665 - 4º andar - S. 40
- CEP 30170 - Fone (031) 335-0355 - TELEX (039) 1153 - SISM-BR - SALVADOR - BA - Av. Tancredo Neves, 274 - sala 119 - Bloco A - CEP 41826 - Tel (071) 358-8363 - TELEX (071) 2575

PODER KAYAPÓ

Há dois meses a cidade de Altamira, no interior do Pará, sediou o I Encontro dos Povos Indígenas do Xingu, protesto organizado para impedir a construção de um complexo hidrelétrico na região. Altamira tornou-se um 'estouro' de mídia. Dada a quantidade de agências de notícias, redes de TV, cineastas, jornalistas, e até um ídolo do rock — o cantor inglês Sting —, que seguiram até os confins paraenses, dir-se-ia que o evento foi pensado por um eficiente *promoter*. E foi: chama-se Payakan, a principal liderança formada pelos Kayapó para mediar o contato com a 'civilização'. Um especialista, educado como tal. Armou a reunião sobre um tripé de temas com forte ressonância simbólica e apelo jornalístico: Xingu, Índios, Amazônia. Como contraponto, a ameaça de um novo 'grande projeto' da Eletrobrás.

Os índios brasileiros freqüentam os meios de comunicação há tempos. Belos ou maltrapilhos, protagonizam o mesmo clichê: são os remanescentes de um Eldorado corrompido pelo contato civilizatório. Fomos habituados a pensá-los como sociedades radicalmente tradicionais: quando capturadas pela História, tomam o caminho inexorável da extinção étnica. Mesmo alguns 'profissionais do ramo' raciocinam nestes termos, digamos fatalistas, e advogam a 'antropologia da urgência': estudemo-los agora, enquanto existem.

Quem esteve em Altamira constatou que tanto os anfitriões Kayapó — a maior delegação, com 400 pessoas — como boa parte dos grupos ali representados não correspondiam à imagem de 'espécie em extinção'. Os Kayapó, sobretudo, não apenas prezam sua identidade étnica como entendem que divulgar seus aspectos mais ostensivos e tradicionais é uma peça importante na estratégia de contato com o 'mundo dos brancos'. Portar trajes cerimoniais, executar danças e cantos rituais, mostrar um comportamento agressivo, desperta o interesse da mídia e aciona, entre a elite educada dos centros urbanos (histórica aliada da 'causa indígena'), sentimentos guardados com carinho no inconsciente coletivo: ali estão 'índios de verdade', descendentes dos fundadores da nacionalidade, legítimos guardiães das matas brasileiras. Os Kayapó aprenderam a manipular as representações que esta parcela da sociedade ocidental construiu sobre 'o Índio' e a explorar o seu alcance político.

Altamira é um caso limite: não havia um só Kayapó em trajes 'civilizados'. Outros grupos eram instados por eles a tirar as vestes e a pintar-se *comme il faut*. "Você é *ku-bê* [estrangeiro, branco]?", perguntavam aos recalcitrantes. Ora, para a mídia, a opção Kayapó pela diferença é um prato cheio. Quanto mais exótico, melhor. E eles não se faziam de rogados: só entravam e deixavam o local dos debates cantando e encenando coreografias. Sentavam-se em bloco diante da Mesa e a cada pronunciamento favorável levantavam dezenas de bordunas. Finalmente, quando o representante da Eletronorte procurou defender a usina de Kararaô, o clímax: Tuira salta do seu lugar, facão em punho, e o bate seguidas vezes contra a face do atônito funcionário. Pois bem: só a agência Reuter distribuiu esta foto para 77 países. E a imagem televisiva do fato foi vista e revista exaustivamente.

Certos elementos do *ethos* Kayapó têm sido usados conscientemente por lideranças do grupo para fortalecer sua posição diante do Estado brasileiro. A mídia tem desempenhado um papel fundamental neste processo, atuando como canal de contato entre os índios e a sociedade civil. Um breve exame dos últimos cinco anos demonstra como tal estratégia tem sido bem-sucedida.

Em 1984, os Metuktire do Parque Xingu, Raoni à frente, detiveram alguns funcionários da Funai e interromperam o trânsito na BR-80. Exigiam a demarcação da faixa leste do Parque, acima da estrada. Durante 40 dias o fato permaneceu em destaque nos telejornais e na imprensa. Ao fim e ao cabo o presidente da Funai foi demitido, Mekaron — o 'especialista em brancos' do grupo — nomeado diretor do Parque do Xingu e as terras demarcadas.

Em 1985, os Gorotire fecharam o garimpo de Cumaru, localizado no seu território. Pretendiam receber uma porcentagem importante do ouro comercializado na área. Após dois meses de impasse, devidamente divulgado, foram parcialmente atendidos.

No ano seguinte, Raoni e Sapaim (este, um Kamayurá) realizaram no Rio uma 'pajelança' no cientista Augusto Ruschi (ver 'Xamanismo e Medicina: o caso Ruschi reavaliado', em *Ciência Hoje* n.º 50). Por uma semana mantiveram-se no centro das



atenções, procurando provar que possuíam um 'saber exclusivo', não dominado pela sociedade industrial.

Em 1987, após o acidente radiológico de Goiânia, autoridades governamentais decidiram armazenar resíduos radioativos na serra do Cachimbo, área dos Kayapó. Três dias depois de anunciada a decisão, eles desembarcaram em Brasília, liderados por Payakan, para realizar diante do Planalto coreografias rituais. O lixo permanece em Goiânia.

Na Constituinte, durante as votações importantes para os povos indígenas, lá estavam os Kayapó, em bloco, e trajados a caráter. Neste mesmo ano, Payakan esteve em Washington, Londres e Vancouver, protestando contra os financiamentos externos à construção das hidrelétricas do Xingu. O governo brasileiro se encarregou de multiplicar a repercussão das viagens, enquadrando-o na Lei dos Estrangeiros, por 'denegrir a imagem do país'.

Finalmente, em 1989 há o encontro do Xingu, e em seguida Raoni e Mekaron são convidados por Sting para lançar uma campanha internacional, através de emissoras de TV de fora do Brasil, a favor da demarcação de uma área no sul do Pará, que unificará as principais reservas Kayapó.

A competência para criar fatos políticos soma-se à capacidade de estabelecer alianças com instituições da sociedade civil e com pessoas formadoras de opinião. O leque de entidades presentes em Altamira levou o governo brasileiro (que chegara a pensar em proibir o encontro) a enviar representantes. Esta mesma competência revela a capacidade dos índios em defender seus interesses sem o auxílio do Estado, e o caráter anacrônico da Funai.

Em Altamira esteve em jogo, mais uma vez, a criação de um movimento pan-indígena no Brasil, tarefa à qual tem se dedicado a União das Nações Indígenas, uma das organizadoras do encontro. Compareceram quase todos os grupos do médio Xingu, alguns deles inimigos cerrados até há bem pouco tempo, e representantes de outras regiões. Mas, sob este aspecto, persistem dificuldades importantes. Alguns grupos, como os Xavante — uma das principais delegações —, pensavam abandonar a reunião logo no início, contrariados com a hegemonia Kayapó. Este tem sido o preço cobrado pelo destaque que vêm merecendo nos últimos anos: enquanto muito se fala nos Kayapó, a situação enfrentada por outras sociedades tribais é obscurecida. Comentava-se em Altamira que, ao mesmo tempo em que Sting trabalha pela demarcação de mais um território do grupo, os Yanomani não conseguem sequer livrar-se do assédio acintoso dos garimpeiros.

No âmbito das relações regionais, a reunião também repercutiu. Habituada a ver os índios como 'bugres', a população de Altamira teve diante de si não figuras folclóricas, mas pessoas que propunham um debate aberto sobre o futuro da região. Não obstante, a elite local procurou minimizar esta nova postura dos índios, classificando-os de 'inocentes úteis a serviço da internacionalização da Amazônia'.

Para os Kayapó, o encontro significou a possibilidade de medir o seu próprio tamanho. Divididos em 12 grupos, desde a cisão da grande aldeia Gorotire, nos anos 30, não se reuniam em tão grande número. Foi a ocasião de reafirmar o predomínio da nova geração de lideranças no quadro das relações com a 'civilização'. Antes da 'pacificação', os Kayapó defendiam seus interesses através de atividades de guerra, tidas como fontes de prestígio e riqueza. Mesmo depois desse período, ainda realizaram ataques contra a população brasileira local, sob o comando dos chefes tradicionais. Nos últimos anos da década de 1970, os Metuktire e os Gorotire chegaram a matar cerca de 20 pessoas durante essas expedições.

Os novos líderes alteraram a base do poder Kayapó: mais diplomacia, menos militarismo. Não se furtaram a absorver saberes e tecnologias ocidentais: aprenderam a ler e a escrever o português, formaram monitores de saúde para lidar com as 'doenças de branco', adotaram o vídeo-tape como meio de comunicação etc. Evidente-

mente, nem tudo é tão simples: estreitar os laços com a 'civilização' fez com que alguns Kayapó 'desbundassem'. E o impacto das novas relações se faz sentir na vida cotidiana.

Mas, mesmo quando postos diante de situações delicadas, como conviver com um grande garimpo dentro dos limites territoriais, os Kayapó têm se saído relativamente bem. Neste caso — o dos Gorotire — em que pese o deslumbramento com a repentina riqueza material proveniente do ouro, o grupo não deixou de adquirir bens tecnológicos (inclusive um avião) que aumentaram sua capacidade de mobilização, e de usar recursos financeiros para viabilizar as

durante os debates, e lançando mão até de meios de intimidação psicológica contra seus adversários: assim que a UDR inundou Altamira de cartazes e faixas favoráveis à construção de Kararaô, Payakan declarou aos jornais que o ato era uma grosseira provocação, pois a palavra, 'um grito de guerra Kayapó', causaria reações inesperadas entre os índios. Ora, Kararaô — nome próprio pessoal, atual denominação de uma aldeia — não é um brado guerreiro e muito menos uma palavra maldita, como os meios de comunicação divulgaram com insistência, explorando o aparente paradoxo. Mas, como sempre, preferimos as versões aos fatos.



Fotos: Arquivo Manchete

idas coletivas a Brasília e o próprio encontro de Altamira.

A afluência econômica reduziu, por outro lado, o papel tutelar da Funai. Mas não o anulou. É curioso, e algo contraditório, que líderes como Payakan e Mekaron, em rota de colisão com a política indigenista oficial, não abandonem a posição de funcionários da agência. Ocupar cargos de relevo no aparelho do Estado ainda é uma fonte, mesmo que inconstante, de benefícios. Logo, de prestígio e poder.

Payakan revelou-se um exímio estrategista de mídia. Definiu a sede do evento, preferindo uma cidade de difícil acesso — mas dotada de um simbolismo especial, por estar em plena Amazônia e próxima às hidrelétricas planejadas — a opções mais centrais, administrando os conflitos surgidos

A história recente dos Kayapó contradiz lugares-comuns aceitos pelo imaginário urbano, como a 'inocência' das populações tribais e sua irreversível integração à 'civilização'. É notável que mesmo nos setores simpáticos à 'causa indígena' persista o estereótipo de retratá-los como 'bens naturais', preserváveis como os rios e florestas. Eis aí um ponto em comum entre a vulgata ecológica e a visão tecnocrática, que trata os índios como variáveis do ambiente a sofrer o impacto dos projetos estatais. Esta, a novidade de Altamira: lá estavam cidadãos, afirmando diferenças étnicas e a capacidade de determinar o seu futuro.

Renato Pereira
Museu Nacional,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

HUMOR

PARLA!



Zimaco



**UMA NOVA IDENTIDADE.
O COMPROMISSO
DE SEMPRE.**

Está brotando uma nova geração em cana-de-açúcar.

O Centro de Tecnologia Copersucar - CTC - é considerado um dos maiores e mais avançados centros de pesquisas para a agroindústria da cana-de-açúcar do mundo. Sediado em Piracicaba, SP, e com nove Estações Experimentais espalhadas pelo País, o CTC, em seus 3.000 hectares, dedica-se totalmente às pesquisas de cana e experiências agrícolas.

É no CTC que a Copersucar desenvolve, através de mais de uma centena de especialistas, programas que visam o aproveitamento total da cana e dos subprodutos.

Após 20 anos de pesquisas, a tecnologia desenvolvida pela Copersucar está fazendo brotar uma nova geração em cana-de-açúcar. Ou mais do que isso, está caminhando e se direcionando para uma nova era. A era da Engenharia Genética.

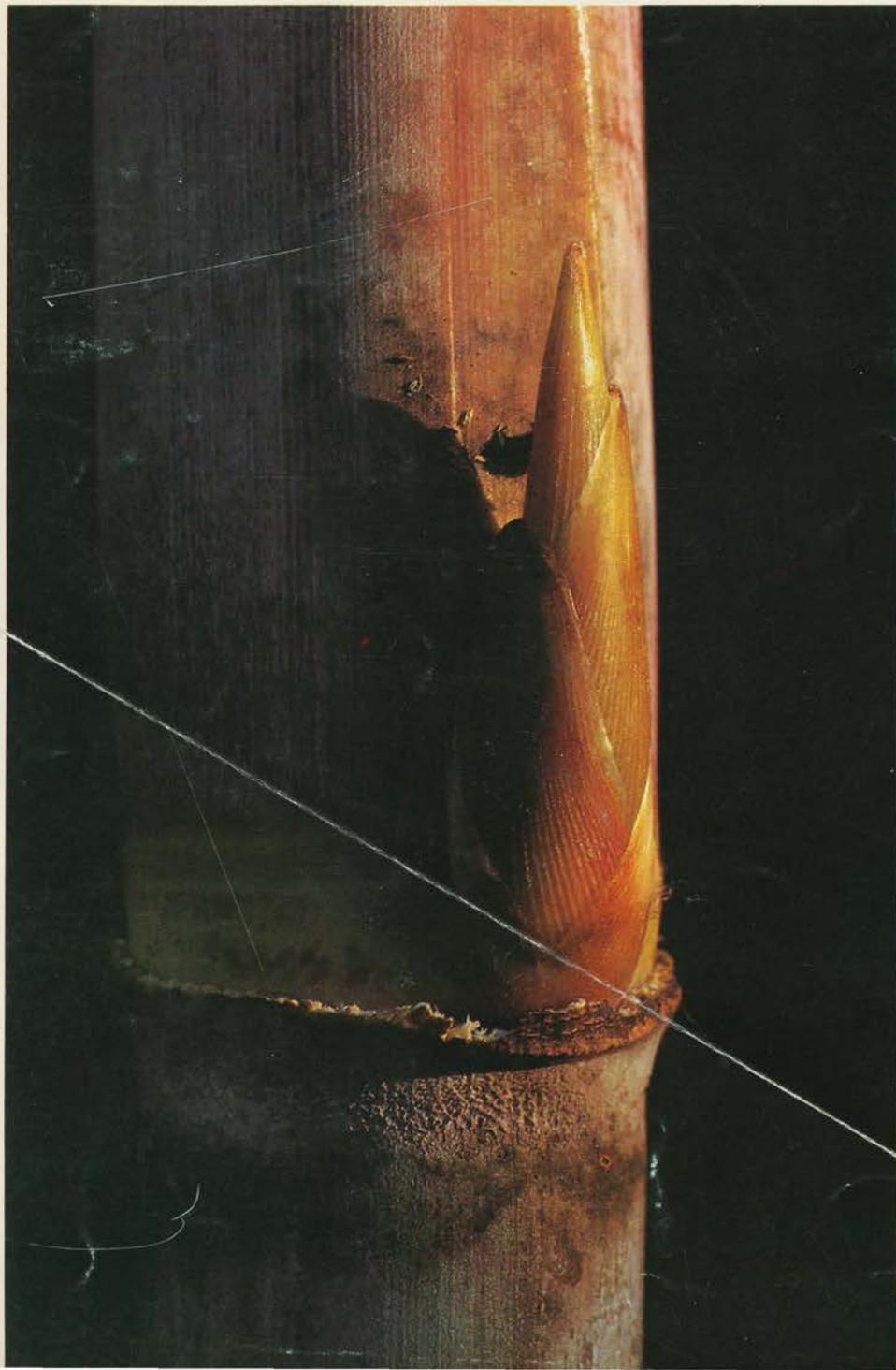
A ciência é dinâmica, e hoje, a Engenharia Genética e a Biotecnologia podem gerar resultados superiores, em muito menos tempo. Trabalhando nos laboratórios, em tubos de ensaios, utilizando embriões e células de plantas, cientistas e pesquisadores retiram somente os aspectos desejáveis da cana em estudo.

O sucesso obtido nas pesquisas significa a possibilidade de redução de custos de produção e a obtenção de variedades mais produtivas e resistentes, pois já se pode identificar nos genes da cana-de-açúcar traços genéticos responsáveis pelo teor de sacarose e resistência a determinadas doenças.

Com esta finalidade, a Copersucar firmou convênio com a Universidade de Cornell dos Estados Unidos juntamente com a Associação dos Plantadores de Cana-de-Açúcar do Havaí visando desenvolver novos conhecimentos nesse campo. E também assinou convênio com a Universidade de Mecânica e Agrícola do Texas para a aplicação da Engenharia Genética.

Para a agricultura brasileira, o domínio dessa tecnologia significa caminhar junto aos países mais desenvolvidos do mundo.

Para a Copersucar, esta é a bandeira brasileira na busca do avanço tecnológico. Transferindo conhecimentos e ampliando as fronteiras do desenvolvimento.



COPERSUCAR