

PATENTES EM
BIOTECNOLOGIA

CIÊNCIAHOJE

Revista de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência Vol. 9 N° 49 Dezembro de 1988 Cz\$ 1.500,00

MISTÉRIOS DA SUPERCONDUTIVIDADE



VÍTIMAS DA RADIAÇÃO

NOVA TECNOLOGIA
PARA O CARVÃO

NEXUS 4600. UMA MÁQUINA DE RESPEITO.

INFORMATIVO SCOPUS

Para atender às exigências de aplicações profissionais que exigem elevada capacidade de processamento, a SCOPUS lança o microcomputador Nexus 4600. Utilizando o processador 80386 a 20 MHz, este novo produto atesta a evolução técnica de uma empresa pioneira no projeto e fabricação de microcomputadores no Brasil.



POTÊNCIA EM EQUILÍBRIO

Concebido pelos projetistas da SCOPUS para as aplicações que demandam alta capacidade de processamento, o Nexus 4600 pode ser utilizado em computação gráfica, em CAD ("Computer Aided Design"), como servidor de rede local e em aplicações multiusuário (em ambiente UNIX) entre tantas outras. O processador 80386 operando a 20 MHz, com memória mínima de 2 MBytes é o ponto de partida desta máquina poderosa e inovadora. As demais características completam suas especificações: sete "slots" de expansão (dois no padrão PC-XT e cinco no padrão PC-AT); teclado normal (87 teclas) e avançado (108 teclas) ambos no formato inglês ou português; placa de vídeo EGA, CGA ou Hercules; mouse SCOPUS no padrão Microsoft; monitores coloridos no padrão EGA ou monocromáticos no padrão EGA ou Hercules; montagem em "table-top" ou em torre. O Nexus 4600 incorpora, portanto, todas as características dos computadores modernos. E tem mais.

EXCLUSIVO SISTEMA "PLUG-IN"

Com o Nexus 4600 a SCOPUS introduz no mercado o inovador conceito de conexão de unidades de discos, disquetes e fitas magnéticas em gavetas "plug-in". Com ele, o próprio usuário substitui esses periféricos com o simples toque em uma alavanca. Ganha-se muito: é fácil configurar e reconfigurar um parque de equipamentos; o winchester com dados confidenciais pode ser guardado no cofre; em caso de problemas técnicos, a unidade defeituosa pode ser substituída pelo próprio usuário; além de facilitar a instalação de software em laboratório, evitando as dispendiosas viagens a campo. E ainda tem mais.



FERRAMENTAS INDISPENSÁVEIS

As ferramentas de software que a SCOPUS fornece com o Nexus 4600 o tornam ainda mais poderosos e de uso mais fácil. O exclusivo programa de teste - Check-Up - possibilita ao próprio usuário, através de menus em tela, verificar o funcionamento de todas as unidades do sistema; o Cache de Disco acelera a gravação e leitura dos dados armazenados nos discos, melhorando o desempenho global da máquina; e o GME - Gerenciador de Memória Expandida - franqueia o acesso a largas porções de memória dentro de padrões adotados pelos mais importantes pacotes de software aplicativo existentes no mercado. Isso tudo,



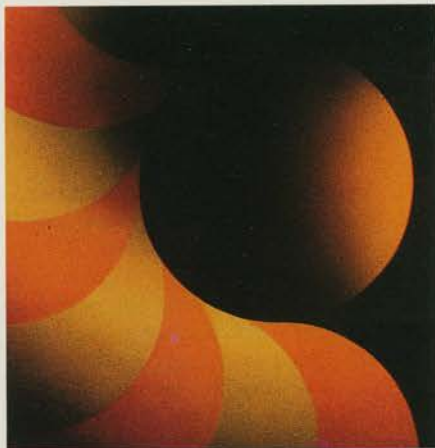
sem falar no SISNEplus - o sistema operacional tipo PC-DOS de melhor desempenho no mercado brasileiro.

CERTEZA DE EVOLUÇÃO

Desde 1981, quando lançou seu primeiro microcomputador, a SCOPUS mantém a tradição de produzir equipamentos compatíveis, cujas características excedem àquelas do padrão internacional. Foi assim com o Nexus 2600 e 3600, compatíveis aos padrões PC-XT e PC-AT, e assim continua neste novo lançamento.

Se você leva a sério o processamento de dados em sua empresa, venha conhecer o Nexus 4600. Concebido e fabricado por quem não abre mão da qualidade. Em todos os detalhes. Nexus 4600, de fato, um supermicro. De respeito.

SCOPUS
Privilegiando a Qualidade



26

SUPERCONDUTIVIDADE

Carlos Brasileiro e Francisco de la Cruz

As descobertas recentes de novos materiais supercondutores não colocaram na ordem do dia apenas um desafio tecnológico. Necessita-se de nova teoria que explique a supercondutividade em 'altas' temperaturas.

26



36

CARVÃO: ENERGIA SEM POLUIÇÃO

Gilberto Wageck Amato

Nova tecnologia permite o aproveitamento limpo e econômico do carvão brasileiro, cujas jazidas, concentradas no sul do país, estão estimadas em 31 bilhões de toneladas.

36

NO RASTRO DOS MARSUPIAIS DESAPARECIDOS

Francisco J. Goin

Dentes, pedaços de crânio e outros vestígios têm sido usados na tentativa de reconstruir a história evolutiva dos groeberídeos, pequenos marsupiais que desapareceram da América do Sul há milhões de anos.

42



42

AS MOÇAS DE JOSÉ DE ALENCAR

Maria Valéria Junho Pena

Em diversos romances, Alencar descreve homens e mulheres no período de aproximação, anterior ao enlace matrimonial. Aparece então uma espécie de supremacia feminina na relação amorosa.

50



50

CARTAS DOS LEITORES

2

AO LEITOR

7

TOME CIÊNCIA

8

UM MUNDO DE CIÊNCIA

12

PERFIL: NEWTON FREIRE-MAIA

16

RESENHA

24

O LEITOR PERGUNTA

62

OPINIÃO

67

É BOM SABER

70

HUMOR

80

HUMANIDADE

Quero parabenizar o professor Walter Alves Neves pela sua exposição 'Assim caminhou a humanidade'. Ficam claros nesse artigo não só a história evolutiva do homem, como também os desvios que a interferência cultural pode provocar nos rumos da pesquisa e em suas conclusões. Como o próprio autor indica, a perda de tempo decorrente é enorme. Poucas vezes vi tratamento do assunto tão sem preconceitos. Desejo-lhe todo o sucesso na pesquisa que ora dirige no Museu Emilio Goeldi.

Paulo Cesar Fabro, Curitiba

UMA UTOPIA POSSÍVEL

Gostaria de saber como a questão nuclear, que já deixou de ser assunto exclusivo da física e da área das ciências exatas, é tratada no campo do direito?

Rogério Portanova, Florianópolis

• O jurista José Paulo Cavalcanti Filho, que vem estudando esse tema em profundidade, responde:

A atividade nuclear relaciona áreas tradicionalmente ligadas às ciências exatas e passou a ter especial desenvolvimento sobretudo a partir de 1938, com a descoberta da fissão nuclear por Otto Hahn. Mas a atividade nuclear é também processo que se define a partir de duas questões principais: (1) quem decide e executa a política nuclear?; e (2) quais os controles que uma sociedade democrática deve estabelecer sobre essa atividade?

Em relação à primeira questão, verifica-se que a definição da política nuclear de um país não é uma prática uniforme. Nos Estados Unidos funciona uma Nuclear Regulatory Commission (Comissão de Regulação Nuclear), composta por cinco comissários nomeados pelo presidente da República mas aprovados pelo Congresso nacional. Essa comissão é, por sua vez, regulada por um Advisory Committee on Reactor Safeguards (Comitê Assessor de Salvaguardas para Reatores), constituído por especialistas e representantes de entidades de pesquisa. Na França existe um Conselho Superior de Segurança

Nuclear, composto por 40 membros de diversos setores da sociedade civil. Na Alemanha Ocidental os órgãos decisórios da política nuclear são estaduais.

No Brasil o governo livremente define a sua política e livremente a executa. O curioso é que sequer se pode dizer que nosso país tenha uma política nuclear precisa. Convivem, algo desordenadamente, um 'modelo Nuclebrás' e um modelo que se poderia chamar de 'autônomo'. E é a concentração de poder nesses dois campos que ressalta a questão do controle democrático dessas atividades, tornando-o uma necessidade imperiosa.

Quanto à segunda questão, os controles sobre as atividades nucleares podem se exercer em dois níveis básicos. Um primeiro nível, científico, se desenvolve a partir de instrumentos tradicionais de fiscalização dessas atividades. Controlam-se os riscos. Um primeiro documento nesse campo foi publicado, já em 1974, nos Estados Unidos sob o título Primeira avaliação sistemática de riscos ligados a um programa nuclear. Em 1980, os países membros da Organização de Cooperação de Desenvolvimento Econômico (OCDE) definiram uma política comum para a Europa ocidental em matéria de acidentes nucleares. Daí por diante os estudos sobre o tema são cada vez mais frequentes.

O segundo nível é institucional e opera em múltiplos campos, dos quais o mais tradicional é o político. A questão nuclear consta hoje de todos os programas partidários. Mas esse controle é insuficiente, porque as eleições ocorrem em intervalos longos e porque os mecanismos de controle são acionados depois e não antes dos acidentes. Mas há outras questões que um Congresso deve e pode examinar. Por exemplo: quem define os orçamentos? Quem libera as verbas? Como os congressistas podem exercer melhor suas possibilidades de controle? Estas são questões ainda sem respostas entre nós.

Esse controle, no segundo nível, se opera também a partir do poder judiciário, que confere a legalidade do ato e coíbe o abuso de poder. Mas esse controle será sempre frágil, porque não discute a legitimidade das medidas nem a motivação desse ato. A presença de substâncias tóxicas nos alimentos não é

aferida por nenhuma agência. A carne de Chernobyl, apesar de irradiada, sai dos frigoríficos para o consumo. A reação não é do governo, é do povo. Assim, se a sociedade civil não pode ela mesma ser o fiscal, deve pelo menos fiscalizar os fiscais.

Todas essas questões, na verdade, só começarão a ser respondidas quando a responsabilidade de definir a política nuclear brasileira for transferida para um órgão onde a participação da sociedade civil seja majoritária: uma utopia possível.



foto: Acervo do Museu da República

BRASIL VERSUS ARGENTINA

Com referência ao excelente documentário 'Brasil/Argentina' (Ciência Hoje, nº 46), não resisto ao impulso de focalizar um aspecto insignificante diante do valor e objetividade da exposição. Atribuem-se a militares (não sou nem tenho sequer parentes militares) atitudes ridículas de animosidade e desconfianças belicosas entre ambas as forças armadas, como algo gratuito, infantil. Em primeiro lugar, há que se compreender que antigos confrontos do passado sempre deixam algum resquício, muito natural em qualquer povo do mundo. Os europeus que o digam. Todavia, muitos conflitos são alimentados e cultivados para satisfazer interesses políticos e econômicos, facilmente identificáveis.

Edmundo D. P. da Silveira,
Rio de Janeiro

DARWIN E OS ENIGMAS

Gostaria de saber como obter o livro *Darwin e os grandes enigmas da vida*, de Stephen Jay Gould, comentado em *Ciência Hoje*, nº 43, que me pareceu interessante para ser usado com meus alunos. Sou professora de biologia e conheci a revista quando ainda cursava a faculdade, através de uma professora. Agora sou eu que a utilizo em minhas aulas. Aproveito para parabenizá-los pelo trabalho de divulgação científica. Rosiclei Cisotto, Boituva (SP)

• O livro que a leitora menciona foi publicado pela Editora Martins Fontes, que pode receber a sua encomenda no seguinte endereço: Rua Conselheiro Ramalho 330/340, Bela Vista — São Paulo, CEP 01325 (tel.: 239-3677).

POLUIÇÃO AMBIENTAL

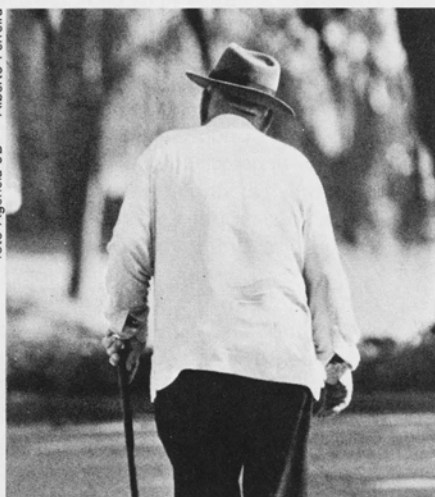
Dirijo-me a *Ciência Hoje* por duas razões, que exponho a seguir. Em Tanguá, onde moro, está instalada a Companhia Brasileira de Antibióticos, orgulho de nossa cidade. É a primeira fábrica de antibióticos do Brasil e a maior da América Latina, exporta para quase todo o mundo, gera muitos empregos, paga impostos que quase sustentam sozinhos o nosso município (Itaboraí). Infelizmente trouxe consigo enormes prejuízos: já matou com sua poluição o rio Casseribu, que corta nossa cidade. Agora esta fábrica exala um odor horrível que, além de sufocar a população, causa, segundo alguns médicos, problemas de pele e de respiração. Para nós, suas consequências a longo prazo constituem um grande temor.

A outra questão: a serra do Barbosão, última reserva florestal de nossa região, está sendo totalmente destruída por exploradores de lenha, para produção de carvão destinado a indústrias de cerâmica. Lá fica a fonte d'água que abastece (ou melhor, abastecia) a cidade. Hoje a água está ficando tão escassa que a Cedae já busca outra fonte. Como reclamar aos órgãos competentes não resolve, pois

existem apenas políticos que prometem mas não cumprem, venho pedir o apoio da SBPC. Temos aqui um grupo de universitários, professores de ciências, técnicos em química, em farmácia, médicos e outros especialistas que gostariam de receber orientação para formar talvez uma associação e através dela esclarecer a população em geral e combater esses problemas.

Edésio Soares da Costa e José Wilson Cardoso, Rua Manoel João Gonçalves 156, Tanguá, Itaboraí (RJ)

foto Agência JB — Alberto Ferreira



ENGENHO E ARTE

Li o trabalho da professora Guita Debert sobre velhice em *Ciência Hoje* e a conheci através da TV, no programa 'Fantástico'. (...) Com 71 anos, completados em junho passado, vivo sem tomar conhecimento dos anos vividos, mas sem forçar: desde que já não posso mais correr, caminho ligeiro. Advogado desde 1937, embora aposentado continuo estudando, pesquisando, fazendo petições, servindo aos clientes mais pobres sem a preocupação de honorários. Quanto mais trabalho, mais me sinto disposto. (...) Tenho como receita de felicidade saborear todos os momentos da vida, por mais simples que sejam. Por isso, continuo namorando a minha velha Nena, com quem estou casado há 46 anos, e curtindo meus quatro filhos e meus dez netos. (...) Como bom baiano, sou metido a trovador. Aí vai uma delas: 'Vivo sempre empregando

todo o meu engenho e arte, para viver trabalhando até o fatal enfarte.'

Raimundo Bahia da Nova, Vitória da Conquista (BA)

• Sua carta foi encaminhada, como pediu, à professora Guita Debert. Agradecemos as referências elogiosas à nossa revista e esperamos que seu otimismo contagie outros leitores.

SUGESTÕES

Tomei contato com esta revista através da leitura de alguns exemplares pertencentes a um de meus professores do colégio onde curso o segundo grau. Achei-a muito boa e por isso passei a comprá-la e, finalmente, a fazer uma assinatura. Isto me levou a conhecer melhor *Ciência Hoje*, permitindo-me fazer algumas sugestões. Como jovem interessado em ciências, gostaria de poder encontrar nessa revista uma seção informativa sobre um rol de atividades como seminários e conferências a serem realizados a cada mês.

Ricardo Carneiro da Cunha Reis, Rio de Janeiro

• Está nos nossos planos uma página de noticiário sobre essas atividades. Mas você pode desde já assinar o Informe, publicado semanalmente por *Ciência Hoje*. Escreva para o nosso Departamento Comercial, para maiores informações.

COUSTEAU

Venho pedir-lhes um favor: necessito saber como seria possível entrar em contato com o pesquisador francês Jacques Cousteau. João Luiz dos Santos Lourenço, Rio de Janeiro

• Segundo a Editora Record, que publicou *Amazônia e O mundo dos oceanos*, ambos de Cousteau, a correspondência para ele deve ser enviada através de seu editor nos Estados Unidos, da seguinte forma: Jacques Cousteau — c/o Harry N. Abrahams Inc. — 100 6th Avenue — New York — NY, 10011.

Você conhece a IBM Brasil.

Em nosso mundo empresarial, prestar serviços significa entender empresas. Assim pensa e trabalha a IBM Brasil.

Isso representa muito na hora de apresentar soluções caso a caso.

Representa suporte tecnológico e de atendimento. No primeiro, tudo o que a liderança mundial em tecnologia pode oferecer. No segundo, tudo o que a experiência internacional em serviços pode garantir.

É com este lastro que a IBM Brasil atua ao lado de clientes

Nossa experiência pode resolver inclusive o fácil.



que precisam, além de rápidas soluções e eficientes resultados, de acompanhamento adequado. Um diferencial de tratamento tão especializado quanto acessível.

Esta qualidade de serviços e produtos resolve problemas típicos e atípicos da indústria, do comércio e de outros setores.

O que contribui para que mais e mais empresas brasileiras sejam maiores e melhores.

Benefícios que qualquer cliente da IBM Brasil usufrui. Pense num aliado como nós.



IBM Brasil

É lógico.



A SUA HISTÓRIA É MUITO IMPORTANTE PARA A HISTÓRIA DA NESTLÉ.



A maior alegria da Nestlé é participar de cada momento de sua vida. Fortalecendo laços de amizade que se renovam a cada novo dia e a cada nova história.

Nestlé®
Sua vida, nossa história.

PANORAMA NACIONAL EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Seja na óptica da justiça social, seja na da modernização do país, importantes avanços foram incorporados em diversos capítulos da nova Constituição brasileira, em grande parte como decorrência da atuação de variadas entidades e movimentos da sociedade civil. No que se refere ao meio ambiente e à ciência e tecnologia, estabeleceram-se as bases para uma legislação adequada — e ao esforço da SBPC deve ser creditada uma parcela dessa conquista.

Perdura, no entanto, em muitos casos, uma contradição já tradicional em nossa história, entre uma legislação avançada e a falta de decisão política para torná-la eficaz e presente na vida dos cidadãos. É preciso que as autoridades se decidam a aplicar a lei, promovendo, no próprio governo, as adaptações necessárias. Para ficar em apenas um exemplo, desconhecem-se iniciativas, no âmbito do Executivo, para prover de recursos e pessoal qualificado os órgãos encarregados do controle e da fiscalização do meio ambiente, um dos problemas mais sérios que a sociedade brasileira enfrenta e — infelizmente — continuará enfrentando nos próximos anos.

Quanto à política científica e tecnológica, mais uma vez somos levados a percorrer, em jornadas cansativas, caminhos conhecidos, que se repetem com irritante frequência. A comunidade científica brasileira luta hoje em pelo menos duas frentes. A primeira, a defesa da simples existência — crescentemente ameaçada — do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Numa perspectiva de longo prazo, é necessário garantir a existência de um organismo de alto nível, encarregado de formular uma política coerente de c&t no país, que conte a participação da comunidade, o aval do Poder Legislativo e o engajamento do primeiro escalão do Executivo.

A segunda frente de luta atual: a resistência às tendências centralizadoras do novo ministro, que, de uma penada, quase liquidou o Conselho Deliberativo (CD) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), fruto de anos de lutas pela democratização das decisões deste órgão. Embora se tenha chegado a uma promessa de revisão da malfadada iniciativa, a situação permanece no mínimo pouco clara: foi instituída, parece, a 'revogação verbal' de decreto presidencial. Os desgastes decorrentes desse tipo de atuação ministerial só podem contribuir para enfraquecer o próprio órgão como um todo, num momento em que sua sobrevivência está novamente ameaçada.

A definição de uma política científica e tecnológica em âmbito nacional não pode ser feita sem a participação de membros qualificados da comunidade científica. Esta participação, no entanto, não pode ser entendida como defesa de interesses corporativos. É de um projeto *nacional* que se trata, no sentido pleno do termo. E não se pode tapar o sol com a peneira: é preciso reconhecer a existência —

dentro mesmo das universidades e dos centros de pesquisa — de orientações estreitas e corporativas, muitas vezes travestidas de 'democráticas'.

Muito pouco se fez em termos de avaliação global das universidades, o que exigiria o reexame de sua produção científica e da qualidade do ensino ministrado. Como se isso não bastasse, 1989 encontrará essas instituições diante das dificuldades habituais: falta de recursos, ameaça de extinção das fundações universitárias, insensibilidade de governos estaduais. Há falta de verbas, há baixos salários: 90% dos recursos orçamentários das universidades públicas do país se destinam ao pagamento de pessoal, restando muito pouco para despesas de capital e outros custeios. São questões prioritárias na discussão, prevista para o próximo ano, que antecederá à elaboração da nova Lei de Diretrizes e Bases para a educação brasileira.

Nos estados, iniciam-se os processos constituintes, nos quais aparecerão novamente temas como o apoio à pesquisa, à educação, à saúde e ao meio ambiente. Será momento igualmente importante. O principal órgão estadual de apoio à pesquisa — a Fapesp — teve nos últimos anos um aumento substancial de receita, a partir de uma emenda à Constituição de São Paulo, que definiu nova forma de cálculo para sua dotação orçamentária, com base numa proporção do Imposto sobre Circulação de Mercadorias arrecadado no estado. No Rio de Janeiro, por uma decisão política, a Faperj recomeçou a funcionar de forma auspiciosa em 1988, ainda que com recursos muito limitados. Como infeliz contraponto aparece a situação de Minas Gerais, cuja fundação estadual foi virtualmente desativada pela falta de interesse do atual governador. São exemplos que mostram o quanto pode ser feito — para o bem ou para o mal — no âmbito das constituintes estaduais, que precisam definir mecanismos capazes de defender os sistemas regionais de ciência e tecnologia da vontade circunstancial das autoridades de plantão.

Os Editores

Registramos com imensa satisfação o lançamento, na Argentina, neste mês de dezembro, do primeiro número da revista *Ciencia Hoy*, produzida por cientistas daquele país. *Ciencia Hoje* apoiou desde o início o empreendimento, e as duas revistas compartilham de um formato comum, de modo a facilitar o intercâmbio de matérias. É desnecessário destacar a importância deste evento para a divulgação científica e os projetos de integração latino-americana em ciência e tecnologia. Como início de uma estreita colaboração, dois artigos estão sendo publicados simultaneamente, neste mês, na Argentina e no Brasil, pelas duas revistas. À *Ciencia Hoy*, desejamos muitos dezembros felizes.

Os Editores

Bromélias do Rio de Janeiro

A ação indiscriminada do homem sobre o meio ambiente vem ameaçando a sobrevivência de várias espécies da flora brasileira. Muitas delas deixarão de existir sem ao menos terem sido descobertas. A necessidade de levantar e catalogar tão rico potencial para estudos botânicos é urgente. Só no estado do Rio de Janeiro, na região da mata atlântica, encontram-se inúmeros vegetais ainda desconhecidos que constituem um imenso leque de opções para o pesquisador.

Considerando a escassez de publicações sobre inventários florísticos, foi realizado um levantamento das espécies da família das bromeliáceas no estado do Rio de Janeiro, baseado na consulta aos principais herbários regionais e bibliografia especializada e no trabalho de campo. Ao contrário do que se pensa e apesar de sua pequena extensão em relação aos outros estados do Brasil, o Rio de Janeiro reúne maior quantidade e variedade de bromélias do que toda a Amazônia.

PORCENTAGEM DOS TÁXONS POR HÁBITAT NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

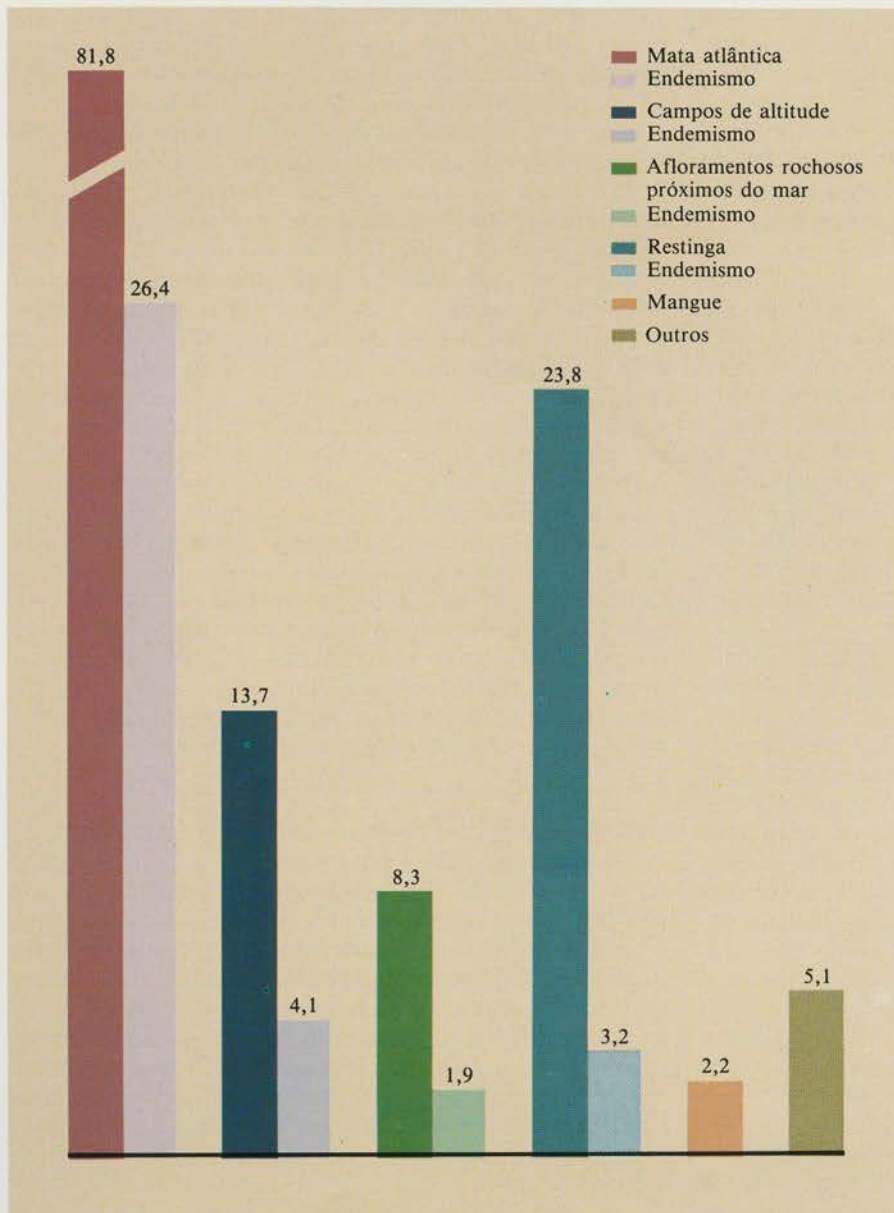


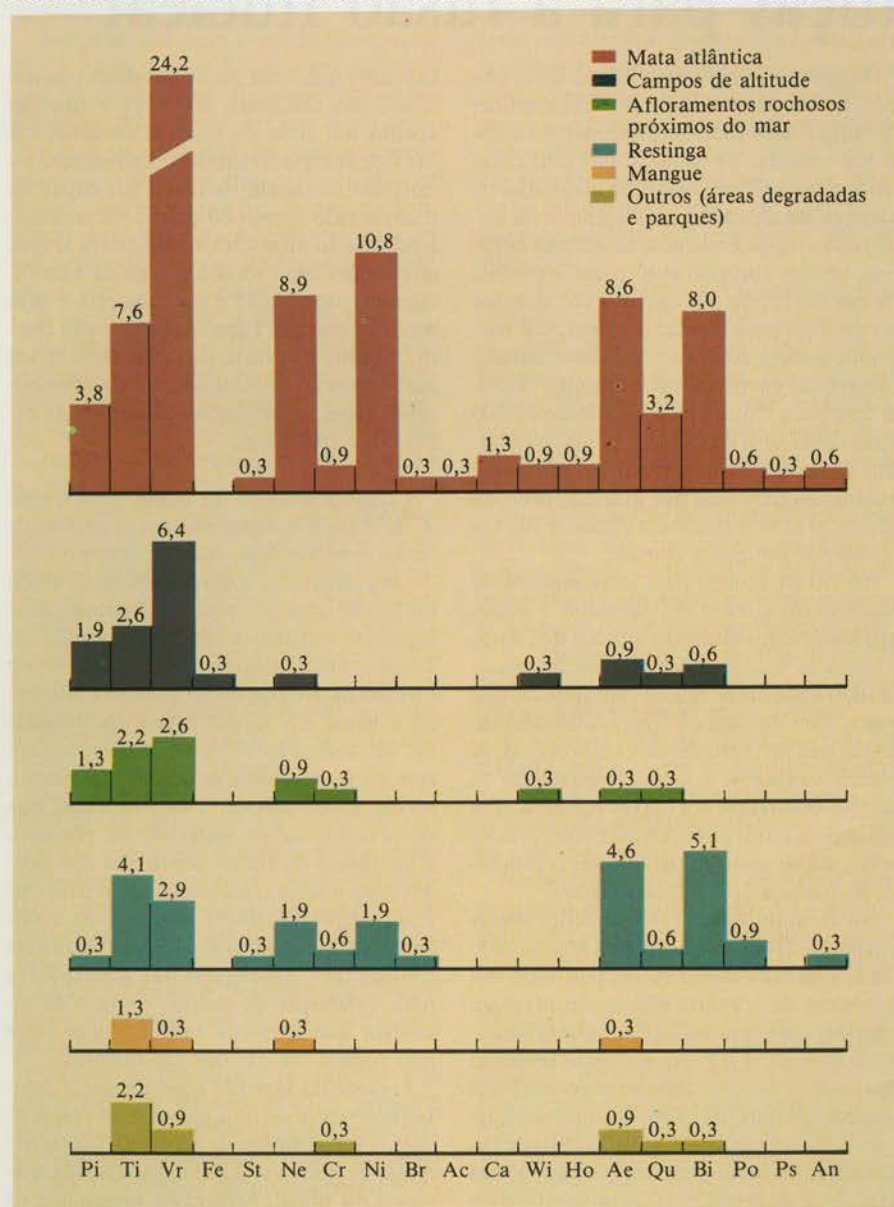
foto Tânia Wendt

Vulgarmente conhecida por gravatá ou bromélia, a família das bromeliáceas, formada por 46 gêneros e mais de 2.500 espécies, é típica das zonas tropicais e subtropicais da América; no continente africano foi encontrada apenas uma única espécie. O leste brasileiro é a região que apresenta maior concentração de bromeliáceas. No Rio de Janeiro, a família está representada por 245 espécies subordinadas a 20 gêneros. Todas as variedades e formas totalizam 314 bromélias, sendo quase a metade (44,5%) exclusiva deste estado.

As bromeliáceas percorreram um longo caminho evolutivo. A capacidade de adaptação a fatores ambientais muito variáveis permitiu que habitassem os meios mais diversos, até mesmo os mais hostis. Espécies como a *Tillandsia stricta* e a *Aechmea nudicaulis* são casos de enorme poder adaptativo. Outras, no entanto, tiveram suas populações limitadas a áreas restritas, seja pela exigência das condições ambientais, seja pelo isolamento geográfico. O endemismo é, portanto, uma característica marcante na família.

Encontram-se sobre acúmulos orgânicos retidos em fendas de rochas e até em rochas nuas, porém a maior parte das bromélias é epífita — cresce sobre outras plantas. Por esta particularidade são erroneamente denominadas de parasitas. No entanto, a função exclu-

PORCENTAGEM DOS GÊNEROS POR HÁBITAT NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO



Gêneros: Pi = *Pitcairnia*; Ti = *Tillandsia*; Vr = *Vriesea*; Fe = *Fernseea*; St = *Streptocalyx*; Ne = *Neoregelia*; Cr = *Cryptanthus*; Ni = *Nidularium*; Br = *Bromelia*; Ac = *Acanthostachys*; Ca = *Canistrum*; Wi = *Wittrockia*; Ho = *Hohembergia*; Ae = *Aechmea*; Qu = *Quesnelia*; Bi = *Billbergia*; Po = *Portea*; Ps = *Pseudananas*; An = *Ananas*. Não é conhecido o habitat do gênero *Dyckia*.

siva de suas raízes é a de fixação, procurando localizar a planta numa posição estratégica em relação à luminosidade.

As bromélias são utilizadas na alimentação (*Ananas comosus*, o abacaxi), na medicina (*Bromelia antiacantha*, a banana-domato), na produção de fibras (*Neoglaziovia variegata*, o caroá do Nordeste) e principalmente como plantas ornamentais. Seu valor paisagístico tem atraído a atenção dos estudiosos, colecionadores e comerciantes.

Esta pesquisa permitiu listar representantes da família das bromeliáceas nos cinco tipos diferentes de vegetação presentes no estado: campos de altitude, mata atlântica, afloramentos de rocha próximos ao mar, restinga e mangue, além de áreas degradadas e parques. Constatou-se que 81,8% das bromélias levantadas ocorrem na mata atlântica, sendo 26,4% endêmicas desse habitat. Nesse ambiente verifica-se maior diversidade genérica, uma vez que

dos 20 gêneros que ocorrem 18 estão aí representados. Nessa região, as bromélias desempenham importante papel ecológico. Dotadas de uma característica peculiar — folhas em forma de roseta que servem para acúmulo de água —, muitas das bromeliáceas ali encontradas propiciam um micro-habitat para inúmeras espécies animais e vegetais que dele dependem para sua alimentação, reprodução e refúgio.

As restingas, que apresentam 23,8% das bromélias do estado, vêm sofrendo ameaças contínuas, principalmente pela especulação imobiliária. Nesse habitat de solo arenoso e pobre em nutrientes, as bromélias desempenham papel fundamental na instalação da vegetação. A maior parte delas absorve os nutrientes pelas escamas das folhas diretamente do ar e da água acumulada. Quando envelhecem, as folhas mais externas entram em contato com o solo, formando um substrato rico em matéria orgânica que favorece a sucessão vegetal. São espécies típicas da restinga: *Vriesea sucrei*, *Vriesea neoglutinosa* e *Neoregelia cruenta*.

As formações gramíneo-rochosas acima do limite altitudinal das florestas — aqui denominadas campos de altitude — constituem áreas localizadas nas partes mais altas das montanhas de cadeia costeira, formadas por 'ilhas' de vegetação sobre a rocha nua e que apresentam características peculiares. Tais áreas dependem da proteção do cinturão de mata. Sem ele, são tomadas pelo fogo e por vegetação invasora que ameaçam a integridade de sua flora. Nesse tipo de formação vegetal encontram-se espécies endêmicas, como, por exemplo, *Fernseea itatiaiae*, *Tillandsia grazielae* e *Pitcairnia glaziovii*.

Grandes populações de bromeliáceas são também encontradas nos afloramentos rochosos próximos ao mar, como o Pão de Açúcar. *Vriesea regina*, *Vriesea geniculata* e *Pitcairnia staminea* são exemplos de espécies que suportam, além da incidência solar direta, altas temperaturas, ventos constantes e uma intensa salinidade.

É urgente, assim, a preservação das bromélias do Rio de Janeiro. O estudo das bromeliáceas, como pesquisa básica, pode gerar inúmeros subsídios para a melhor qualidade dos trabalhos em pesquisa aplicada das mais diversas áreas. O que não dizer das tantas espécies animais e vegetais ainda não descobertas pela ciência?

Andrea Costa, Talita Fontoura e Tânia Wendt

Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Bolsistas do CNPq

Novas esperanças para a fusão nuclear

Os recursos naturais utilizados pelo homem para a obtenção de energia são limitados. Dentro de aproximadamente cem anos várias das fontes energéticas empregadas hoje em dia — petróleo, carvão e gás natural — terão se esgotado. Frente às dificuldades que poderão decorrer dessa limitação, diversos países têm concentrado seus esforços em pesquisas sobre formas alternativas de energia. Entre as novas fontes pesquisadas nas últimas décadas, destaca-se a energia nuclear. O método correntemente usado para obtenção de energia nuclear — a fissão do átomo —, além de acarretar os problemas já conhecidos, como os resíduos radioativos, não se constitui em fonte renovável. Embora haja no planeta reservas elevadas de urânio (matéria-prima que se emprega na fissão), elas são limitadas. O processo de fusão, no entanto, parece mais promissor. Os combustíveis necessários são os isótopos de hidrogênio: deutério (hidrogênio pesado) e trítio (hidrogênio superpesado), que podem ser obtidos a partir da água.

Fissão e fusão são dois processos opostos de obtenção de energia. A liberação de energia na fissão se dá através da divisão em dois de um núcleo pesado, após colidir com um nêutron. Na fusão, a energia é liberada quando dois núcleos de elementos leves são aproximados até se fundirem num único núcleo. Quando dois hidrogênios são aproximados, eles se repelem, pois ambos possuem cargas positivas. Um caminho para superar essa repulsão e possibilitar a fusão entre os dois átomos é energizá-los, submetendo-os a altas temperaturas, da ordem de cem a 200 milhões de graus centígrados. O confinamento do plasma — gás altamente ionizado, que permite que tal reação se processe — pode ser feito com o auxílio de uma máquina chamada Tokamak (que cria um campo eletromagnético intenso) ou pela incidência de feixes de lasers de várias direções, ou ainda através do confinamento inercial.

Reações de fusão obtidas em altas temperaturas são conhecidas como reações termonucleares (ver 'Fusão termonuclear controlada', em *Ciência Hoje*, nº 41). Já se investiram bilhões e bilhões de dólares, em diversos países do mundo, em pesquisas orientadas para a obtenção da fusão por meio do plasma e até agora não foi possível alcançar os resultados desejados, tendo em vista a utilização da fusão para fins pacíficos.

Há, porém, uma outra forma de se obter a fusão, prescindindo de temperaturas elevadas e acelerando o processo: a catálise por múons. Os múons são partículas produzidas artificialmente em aceleradores, passíveis de ser carregadas negativa ou positivamente. Quando possuem carga negativa, podem comportar-se como elétrons. Da mesma forma que elétrons são atraídos por prótons para formar o átomo, tais partículas podem compor um átomo muônico (prótons envolvidos por múons). A única diferença é que a massa do múon é 200 vezes superior à do elétron. Sendo o tamanho do átomo inversamente proporcional à massa da partícula que gira em torno do núcleo, o átomo muônico obtido é 200 vezes menor do que o comum.

Ao enviar múons para uma mistura de deutério (d) e trítio (t), forma-se a molécula muônica, induzindo a fusão d-t. Após a fusão os múons são liberados, desencadeando sucessivas reações similares à primeira. Eles funcionam como catalisadores, já que não são consumidos no processo. A grande vantagem é a possibilidade de as reações ocorrerem em baixas temperaturas (inferiores a mil graus centígrados), razão pela qual se resolveu denominar o processo de fusão a frio ou catalisada.

No entanto, ainda existem dificuldades a superar. Uma delas é que os múons possuem uma vida muito curta, pois num milionésimo de segundo eles se desintegram em elétrons e neutrinos. Para que o balanço de energia seja positivo, nesse pequeno tempo será preciso que ele provoque um número elevado de reações. Sabe-se hoje que os múons realizam vários ciclos de fusão antes de decair, mas enfrenta-se ainda outro tipo de problema. Os múons tendem a ser capturados por partículas alfa, perdendo a sua atividade catalisadora. A questão que atrai os pesquisadores no momento é descobrir quantos ciclos de fusão o múon pode realizar antes de se tornar inativo para que o processo possa ser rentável do ponto de vista energético.

Existem no mundo várias máquinas capazes de produzir múons. As principais encontram-se em centros experimentais da União Soviética, Estados Unidos, Suíça e Japão. Até pouco tempo atrás, supunha-se que um múon fosse capaz de realizar apenas cem ciclos antes de se tornar inativo. Graças a novas pesquisas experimentais e teóricas, demonstrou-se que esse número pode ser maior do que 200 ou 300.

Considerando que para a produção de um múon são utilizados 100 MeV e que em apenas um ciclo ele é capaz de gerar 1,6 MeV de energia, o balanço positivo será alcançado se aquela partícula for capaz de realizar pelo menos 60 ciclos. No entanto, a fabricação de múons é uma tarefa árdua, que requer uma tecnologia ainda não totalmente dominada e que acarreta muita perda de energia. Especula-se no meio científico sobre o número de ciclos necessários para obter um ganho de energia considerável. Hoje, as estimativas situam-se na ordem dos 300 ciclos.

Alguns núcleos no Brasil vêm trabalhando basicamente em pesquisas de fusão termonuclear. Recentemente o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), no Rio de Janeiro, recebeu o pesquisador Hironari Miyazawa, da Universidade de Tóquio, com o objetivo de iniciar o intercâmbio na área de fusão nuclear a frio entre o Brasil e o Japão. Nessa oportunidade, Miyazawa mostrou-se esperançoso em relação às pesquisas desenvolvidas para a produção de múons. Tais pesquisas, que envolvem o uso de aceleradores, possuem a vantagem de trazer benefícios não apenas para a fusão catalisada como para outros campos da ciência. É o caso da medicina e da biologia, que utilizam partículas mésons 'pi', produzidas nos aceleradores para irradiação de tecidos vivos, e da indústria que emprega radioisótopos, que não podem ser obtidos em reatores.

O cientista japonês acredita que a colaboração entre os dois países deva começar com o intercâmbio de recursos humanos. Antes de iniciar-se a instalação de uma máquina no Brasil, Miyazawa sugere que os pesquisadores brasileiros se associem num projeto de cooperação com os japoneses, de modo a participar das experiências que se realizam no seu país. O momento, segundo ele, não é o de construir um reator propriamente dito, mas de investir nas pesquisas em física, que tornem o processo viável comercialmente. Nesse campo não há segredos, admite Miyazawa, já que a fusão a frio não pode ser utilizada para a fabricação de armas. É dentro de uma perspectiva de colaboração que os países mais desenvolvidos estão trabalhando, somando esforços e acumulando experiências.

Alicia Ivanishevich
Ciência Hoje, Rio de Janeiro

Desenvolvimento. Mas sem esquecer a natureza em volta.



Ecologia e desenvolvimento.

Para a Companhia Vale do Rio Doce, a integração do modelo de desenvolvimento econômico, com o uso correto dos recursos naturais disponíveis, é ponto de honra.

E onde quer que esteja, a Vale desenvolve grandes esforços para obter uma harmonia entre progresso e conservação.

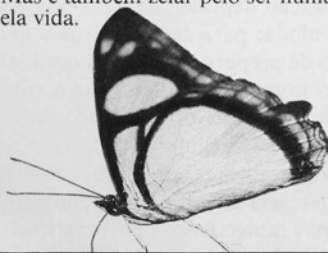
Faz isso em Linhares, Espírito Santo, na Serra de Carajás, Pará, na Barragem de Itabiruçu, Minas Gerais, e muitos, muitos outros lugares.

Em 44 anos de atividades, a Vale tornou-se uma das maiores mineradoras do mundo.

Para continuar ocupando essa posição, a Vale tem consciência de que é fundamental respeitar a natureza em volta.

Porque ser grande não é só obter consideráveis índices no aspecto econômico.

Mas é também zelar pelo ser humano e pela vida.



Companhia
Vale do Rio Doce

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

MEDICINA/HOMEOPATIA

A MEMÓRIA DA ÁGUA

Após um ano de hesitação, a prestigiosa revista científica *Nature* publicou recentemente* um artigo cujo conteúdo repercutiu como uma bomba no meio científico e foi saudado por alguns jornais como o início de uma nova era na medicina, sobretudo no que diz respeito à homeopatia. Os autores, liderados por Jacques Benveniste, têm tradição de pesquisa na área de alergia e inflamação e relatam experimentos realizados com mastócitos, o principal tipo celular envolvido no fenômeno da hipersensibilidade alérgica imediata.

Os mastócitos são células que se originam na medula óssea e se localizam preferencialmente ao longo das vias de entrada do organismo (pele, mucosas e trato gastrointestinal), o que lhes confere uma situação privilegiada para entrar em contato com substâncias originárias do ambiente externo. Tais substâncias são muitas vezes reconhecidas como antígenos pelo sistema imune do organismo, que desenvolve então uma resposta humoral, gerando anticorpos que se classificam em cinco tipos — IgM, IgD, IgG, IgE e IgA — segundo sua função biológica e sua estrutura molecular. Os anticorpos da classe IgE são capazes de ligar-se com grande eficiência à superfície dos mastócitos através de proteínas de membrana conhecidas como 'receptores para IgE'. Assim, os mastócitos ficam recobertos com imunoglobulinas (anticorpos), que se ligam aos mais diversos antígenos. Estas ligações formam pequenos agregados na superfície da membrana celular. Ocorre então um aumento do cálcio livre citoplasmático e a ativação de enzimas que provocam a liberação dos grânulos armazenados no citoplasma celular. Estes grânulos são ricos em substâncias biologicamente ativas que provocam vasodilatação, aumento na permeabilidade capilar e contração na musculatura lisa, além de possuírem fatores quimioterápicos que promovem o fluxo de células brancas do sangue, como os neutrófilos e os eosinófilos. O desencadeamento de um processo inflamatório é então questão de minutos.

Esse fenômeno tem imensa importância nos processos alérgicos que afligem milhões de pessoas em todo o mundo. Por isso, seus

mecanismos íntimos são estudados hoje por centenas de pesquisadores. Imunizando-se coelhos com IgE humana, obtém-se um soro que contém anticorpos capazes de ligar-se a qualquer IgE de homem. Ligam-se, portanto, às IgE presentes na superfície dos mastócitos, provocando degranulação dos mesmos. Utilizando-se diluições progressivamente maiores deste soro de coelho anti-IgE humana, é possível avaliar a quantidade de IgE que recobre células retiradas de um paciente: quanto maior a diluição do anti-soro capaz de induzir a degranulação, tanto mais moléculas de IgE estão presentes na superfície dos mastócitos do paciente.



Extrato de Symbols, signs & signets

O que Jacques Benveniste e seus colaboradores consideraram ter descoberto, para espanto geral, é que diluições altíssimas do anti-soro — nas quais virtualmente não existe sequer uma molécula de anticorpo anti-IgE — seriam capazes de induzir uma substancial degranulação nos mastócitos. Mais ainda: para eles, era fundamental o modo de preparo das sucessivas diluições, sendo necessário agitar bem o tubo que contém a diluição do anti-soro, antes de fazer a diluição seguinte. Esta agitação, segundo os autores, seria responsável pela transferência da informação estrutural contida nas moléculas do soro anti-IgE para as moléculas de água. Assim, ao atingirem-se diluições altíssimas (nas quais já não existem moléculas de anticorpos anti-IgE), a água conteria a informação necessária, armazenada sob a forma de encadeamen-

tos de pontos de hidrogênio, tornando-se capaz de interagir com as IgE na superfície do mastócito e levando à degranulação.

A inexistência de uma teoria física e/ou biológica que desse suporte a esses resultados levou os editores de *Nature* a um procedimento pouco comum: no final do artigo, fizeram constar uma nota, isentando-se de responsabilidade sobre a veracidade dos dados e informando que sua publicação havia sido condicionada à formação de uma comissão que investigaria, no próprio laboratório de Jacques Benveniste, a autenticidade dos resultados.

Exatamente um mês depois da publicação do artigo, saiu o relatório da comissão, informando que os resultados não podiam ser reproduzidos. Faltara, aos pesquisadores, uma metodologia estatística adequada. Este fato, somado à vontade que eles tinham de provar a hipótese em teste, levava a que interpretassem de maneira errônea uma flutuação estatística natural, que ocorre em qualquer procedimento amostral. Todavia, esta conclusão não foi imediata. As três primeiras repetições do experimento, feitas na presença da comissão, foram um sucesso. O quarto experimento foi feito às cegas: o pesquisador que realizava a contagem dos grânulos nos mastócitos não sabia qual diluição de anti-soro estava sendo observada. Surgiu então um resultado atípico: havia degranulação em diluições altíssimas, mas estas eram quase totais. Isto intrigou os investigadores, que propuseram a realização de mais três experimentos totalmente cegos, nos quais se introduziram numerosos tubos, contendo soluções incapazes de induzir a degranulação. Os resultados foram decepcionantes. Nenhuma indicação houve de qualquer degranulação em altas diluições.

A comissão propôs que Jacques Benveniste fizesse uma retratação, que encerraria o caso. Mas o pesquisador se recusou e, no mesmo número de *Nature* em que o relatório foi publicado (28 de julho de 1988), fez um veemente protesto contra a 'atmosfera de terror' criada em seu laboratório pelos integrantes da inusitada comissão — o editor, um mágico e um especialista em fraudes — que, em sua opinião, impossibilitaram a reprodução de um resultado delicado que, segundo o próprio Benveniste, nem sempre se repete.

* *Nature*, vol. 333, pp. 816-818, 1988.

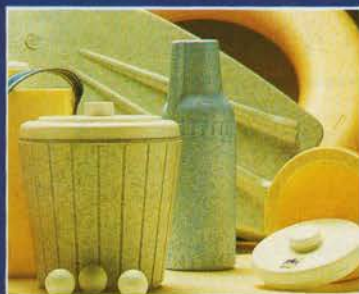
Alberto F. da Nóbrega

Professor-visitante do Depto. de Imunologia, Instituto de Microbiologia da UFRJ

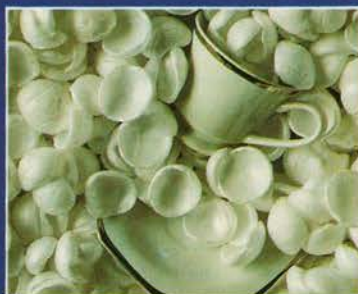
Saber fazer e fazer melhor. Para a Tupy, isto é um princípio. E uma finalidade.



Embalagens Industriais



Artigos de lazer



"Proteps" para embalagens



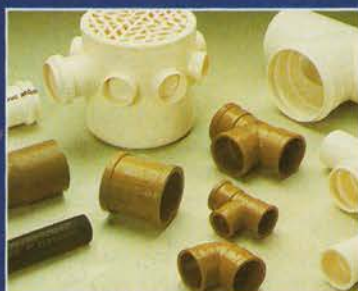
Câmaras frigoríficas



Tubos e conexões em PVC para irrigação



Filtro geomecânico



Pecas em PVC para instalações hidráulicas



Artigos diversos em plástico injetado



Frascos de plástico soprado



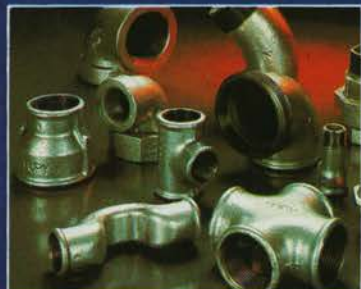
Linhas para costura industrial e tricô



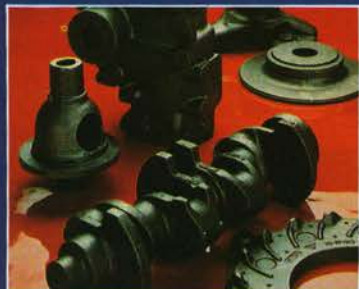
Linhas para costura doméstica e crochê



Blocos de motor



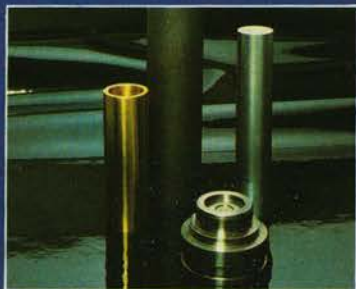
Conexões em ferro maleável para instalações industriais



Pecas seriadas em ferro fundido



Granalhas de aço e de ferro fundido



Barras e perfis em ferro fundido e ligas não ferrosas

O espírito empreendedor que marcou o início das atividades do Grupo Empresarial Tupy permanece, até hoje, expresso em uma política de crescimento sólido e diversificado.

Da indústria inicial - hoje a maior fundição independente da América Latina e a maior exportadora brasileira de fundidos - originaram-se 25 empresas, distribuídas em sete estados brasileiros, três subsidiárias no exterior (Estados Unidos e Alemanha),

com mais de 12 mil colaboradores, tanto no setor metal-mecânico como no químico-plástico.

O Grupo Empresarial Tupy hoje está presente em diversas áreas do contexto econômico nacional, com alta tecnologia em produtos fundidos para a construção civil e industrial, para a indústria automobilística e de equipamentos ferroviários e rodoviários, entre outras.

Também na área de plásticos,

o Grupo Tupy participa intensamente, atendendo segmentos como irrigação, saneamento básico, geotecnia, isolamento térmico e até armazenamento de grande porte para produtos perecíveis, além de uma vasta gama de produtos que inclui fios e linhas de alta resistência, plásticos injetados e soprados.

Exporta produtos para mais de 30 países, trazendo divisas para o Brasil e levando ao mundo o

testemunho de sua capacidade realizadora.

Para a Tupy, o princípio de tudo está na capacidade de pesquisar o âmago do que faz, para fazer melhor.

E de investigar a fundo o que ainda não faz, para saber fazer.



ASTRONOMIA

PLUTÃO, UM PLANETA PECULIAR

Nove planetas, dotados de massas muito pequenas quando comparadas à massa do Sol, movem-se ao redor deste, ao longo de órbitas elípticas não muito achatadas e situadas mais ou menos sobre um mesmo plano fixo. Temos aí o retrato de um sistema estável o bastante para durar, até hoje, alguns bilhões de anos. Nele, destoam no entanto os dois planetas mais extremos. Mercúrio, vizinho do centro, e o obscuro Plutão, o mais externo de todos, fogem ao padrão dos demais, com acentuadas inclinações dos planos orbitais e elevadas excentricidades (parâmetro que mede o 'achatamento' da elipse).

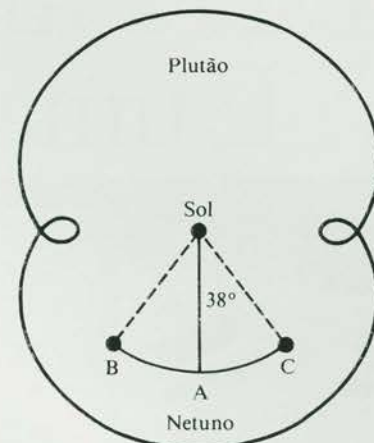
Mercúrio já foi objeto de muita investigação. Basta lembrar o clássico problema do seu periélio: ao fim de cada período completo de translação, o ponto mais próximo do planeta em relação ao Sol (periélio) insistia em deslocar-se de forma quase residual, porém suficiente para escapar às rígidas prescrições da gravitação universal de Newton. O fenômeno intrigou os astrônomos até o advento da teoria da relatividade formulada por Einstein.

A inclinação orbital de Mercúrio (7°) e a excentricidade de sua órbita (0,20) são menores do que as apresentadas por Plutão (respectivamente 16° e 0,25). Já se levantou a hipótese de que, em tempos remotos, este planeta tenha sido satélite de Netuno, pois suas órbitas atuais seriam secantes, caso estivessem no mesmo plano. No entanto, como mostra esquematicamente

a figura, a distância entre ambos nunca é menor do que 2,7 bilhões de quilômetros (equivalente a 18 vezes a distância média entre a Terra e o Sol) e por isso Plutão está livre de fortes perturbações gravitacionais periódicas. Essa distância mínima é mantida por causa da ressonância 3/2 existente entre os movimentos desses planetas: enquanto Netuno executa três voltas ao redor do Sol, nesse mesmo intervalo de tempo Plutão dá duas voltas.

A estabilidade do nosso sistema planetário pode ser apenas aparente, e para estudá-la, o aperfeiçoamento dos computadores tem permitido aumentar cada vez mais o tempo de simulação, por integração numérica, do comportamento do sistema solar. Na década de 1960 foram feitas integrações para um intervalo de 120 mil anos, para se estudar o movimento dos cinco planetas externos (Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Plutão). No início dos anos 80 tornou-se possível estender o intervalo estudado para cinco milhões de anos. Agora conseguiu-se novo salto na escala: 845 milhões de anos!*

O herói da façanha é o Digital Orrery, um computador paralelo, capaz de realizar operações diferentes de forma simultânea (e não apenas sequencial, como os tradicionais), graças ao uso de várias unidades de processamento que funcionam integradas. Esse modelo foi desenvolvido especialmente para resolver as equações diferenciais de movimento de um número re-



As órbitas de Netuno e Plutão, como as dos outros planetas, formam elipses, com o Sol em um dos focos. Se, no entanto, mantivermos em repouso o Sol e Netuno, o movimento aparente de Plutão assume a forma acima. Neste caso, a partir de sua posição de equilíbrio em A, Netuno oscila (também aparentemente) ao longo do arco BC, num período de 20 mil anos.

duzido de corpos que se movem em órbitas quase circulares. Cada processador calcula os movimentos de um corpo, executando, em relação aos demais, instruções idênticas com dados diferentes.

Com o avanço tecnológico e a possibilidade de cálculos mais abrangentes, surgiram métodos novos para se analisar, de forma quantitativa, os movimentos caóticos. Um deles é o expoente característico de Lyapunov, que consiste em calcular a divergência entre a órbita real de um corpo e uma órbita de teste bastante próxima a ela. Desde que a integração numérica cubra períodos suficientemente longos — às vezes muito longos — pode-se verificar, pela análise do valor encontrado, se as condições iniciais pertencem a uma órbita caótica ou regular.

Aplicado ao movimento de Plutão, o método trouxe novidades: o expoente converge para um valor positivo, fato que indica ser caótica a órbita atual do planeta. Mas isso só aparece depois de se estender para mais de 500 milhões de anos o período analisado. Ou seja: qualquer investigação que não conseguisse cobrir intervalo tão amplo indicaria um resultado contrário.

A constatação de que a órbita de Plutão é caótica reforçou sua peculiaridade dentro do sistema solar. Aguardam-se agora novos estudos e novas hipóteses a respeito deste planeta e de seu satélite Caronte.

* Science, vol. 241, pp. 433-437, 1988.

Masayoshi Tsuchida

Instituto Astronômico e Geofísico,
Universidade de São Paulo



Representação artística de Saturno, Urano, Netuno e Plutão.



Separação de bem.

Muitas pes-
soas são
desse
grupo de pes-
soas, algumas se des-
tacam.

Elas são os clientes
do CHEQUE-OURO do BANCO DO
BRASIL.

Com o CHEQUE-OURO o cliente sente
uma grande diferença ao efetuar um
pagamento, ao descontar cheques

soas são
Mas, dentro
grupo de pes-
algumas se des-
tacam.

Elas são os clientes
do CHEQUE-OURO do BANCO DO
BRASIL.

através do Caixa-Ouro; no tratamento,
na confiança ou ao usar todos os ser-
viços do BANCO DO BRASIL.

Quando um casal tem uma conta con-
junta de Cheque-Ouro os dois têm as
mesmas vantagens. Para os casais que
preferem não trabalhar com conta con-
junta, o BANCO DO BRASIL tem uma no-
vidade: o CHEQUE-OURO FAMÍLIA que
permite duas contas independentes

com as mesmas vantagens.

Afinal, a família de uma pessoa muito
especial também vale OURO. Fale com o
gerente do BANCO DO BRASIL. Ele vai fa-
zer essa separação de bem para vocês.

CHEQUE-OURO. Reflete quem você é.



BANCO DO BRASIL

O ACASO NA VIDA DO PESQUISADOR

NEWTON FREIRE-MAIA

Aos 15 anos, Newton Freire-Maia viu a radiografia do abdome de um amigo doente. A imagem, ainda nítida em sua memória, o impressionou de tal forma que, desde então, não parou mais de estudar; do tubo digestivo às interrogações sobre a origem da vida; da histamina e colóides às indagações da alma. Ainda jovem, reunia-se com os amigos da pensão onde morava, no Rio de Janeiro, para ler Voltaire e discutir política. A sala de aula, no entanto, não era o seu forte. Mas a rebeldia contra a educação formal não conseguiu apagar sua obstinada vocação para a ciência. Para sobreviver, exerceu funções no mínimo curiosas: trabalhou como funcionário de uma companhia de seguros, foi guarda sanitário e escreveu a história de Boa Esperança (MG), sua cidade natal. A partir de 1980, sem alterar seus projetos de pesquisa, suas antigas convicções sobre teorias científicas e sua posição política, introduziu a religião em sua vida. Esse processo culminou na publicação do livro *Criação e evolução*, onde procura mostrar a possibilidade de convivência entre ciência e religião, sem que uma ofenda a outra. Hoje, com mais de 160 trabalhos publicados, Newton Freire-Maia é um dos expoentes da genética brasileira, responsável pela formação de inúmeros novos pesquisadores. Aos 70 anos, faz planos para o futuro: acabar sua autobiografia, iniciada há dez anos, e um livro sobre filosofia da ciência. Que não se espante o leitor dessa autobiografia ao encontrar, além do cientista, um homem apaixonado por cinema, rádio e literatura! Na juventude, escreveu roteiros para filmes que não se realizaram e crônicas sob os heterônimos de Guedes, funcionário público de vida pacata, e Sílvia Ricardo, jovem estróina e contestatário.

Entrevista concedida a Oswaldo Frota-Pessoa (Departamento de Biologia da Universidade de São Paulo), Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro), Alicia Ivanissevich e Myriam Regina Del Vecchio (*Ciência Hoje*).

— *Qual é o sentimento de alguém que chega aos 70 anos tão celebrado por seu trabalho, por suas realizações, pela sua vida?*

— Passei muito tempo da minha vida achando que quem tinha 20 anos a mais do que eu era velho. Julguei pessoas de 40, 60 anos pessoas velhas. Hoje estou com 70 anos e, por incrível que pareça, não me sinto velho. Antigamente, as pessoas envelheciam mais cedo. As diferenças entre as gerações eram mínimas. Quando penso no meu bisavô e avô paternos, percebo que eles eram praticamente iguais. Do meu avô para o meu pai, no entanto, já houve uma mudança substancial. Não só na maneira de vestir, mas principalmente na maneira de pensar. Considero o meu pai um homem moderno. Mas o pai dele era um homem à antiga. Vejo mudanças também entre a geração do meu pai e a minha. E o que dizer das diferenças entre mim e os meus filhos? Certamente eles me acham velho. Já fui chamado de formalista, moralista e conservador. Eu, que já tentei botar fogo no mundo, passei a ser, para muitos jovens, um bombeiro.

— *A sua família é de Minas Gerais?*

— Sim. Nasci em Boa Esperança, que fica ao norte da mesopotâmia formada pelos rios Grande e Sapucaí. Há alguns anos construíram uma represa na região. A cidade, no entanto, não foi destruída; a represa aproximou-se dela, formando um belíssimo lago com ondas.

— *E a sua alma é também um lago com ondas?*

— Hoje, apesar de suaves, ainda existem ondas na minha alma. Nos velhos tempos, as maiores foram as preocupações políticas. Eu era e ainda sou um homem de esquerda. Houve um período da minha vida em que fui simpatizante comunista. Quando ainda era menino, meu pai assumiu a Prefeitura da cidade. Minha família apoiava a Revolução de 30. Éramos então revolucionários. Uma revolução que pretendeu mudar alguma coisa, mas que não conseguiu modificar coisa alguma, porque foi engolfada por sua facção conservadora. No fundo, queríamos mudar o presidente da República.

Alguns anos depois tive um surto de interesse pelo integralismo — que durou uns três ou quatro meses — e cheguei mesmo a usar alguns jargões clássicos: “Precisamos livrar o Brasil dos capitalistas judeus internacionais!” Vejam a cretinice da proposição! Quando pude conhecer realmente as bandeiras defendidas pelo integralismo, através de uma carta do líder da região, José Vieira de Mendonça — pai do atual ministro das Minas e Energia, Aureliano Chaves —, perdi o interesse.

— *Como foi a sua virada do integralismo para a esquerda?*

— Minha passagem pelo integralismo, como já disse, foi muito rápida. A partir de então, quando fui para Belo Horizonte, aos 18 anos, entrei num período de desorientação que durou quase dez anos. Os cientistas em geral têm vidas muito pacatas, ordenadas, orientadas. Tentei vários cursos, fui reprovado várias vezes, passei alguns anos sem fazer nada, querendo ser cientista, mas sem ter feito curso superior. Nesse período de desorientação percebi que estava me encaminhando para a esquerda.

— *E quais eram os sintomas?*

— Comecei a escrever poesia, e a tônica era de esquerda. Minhas conversas com os amigos eram de esquerda. Eu detestava o nazismo. Fiquei em Belo Horizonte até 1938; em fevereiro de 1939, às vésperas do carnaval, fui para o Rio de Janeiro. Vê se



isso é hora de chegar no Rio de Janeiro para ser cientista! Acaabei caindo na folia e logo depois comecei a namorar uma carioca. Isso durou meses e meses. Ela morava no Méier, e eu tinha de pegar o trem da Central para visitá-la. Aproveitava então para estudar no caminho. Lia sobre filosofia, colóides, histamina, choque anafilático, genética, literatura. Enfim, eu vivia numa confusão muito bem organizada.

— *Mas sem nenhuma preocupação com a educação formal?*

— Absolutamente. Não tinha coragem de enfrentar um curso superior. Mas fiquei conhecendo várias pessoas, como os professores Melo Leitão e André Dreyfus. Meu amor pela ciência havia começado muito antes, por volta dos 15 anos, quando vi pela primeira vez a radiografia do abdome de um amigo que estava com apendicite. O médico foi me mostrando as partes do tubo digestivo e eu me lembrei que havia estudado aquilo tudo no ginásio. Fiquei encantado. A primeira coisa que fiz ao sair do hospital foi pegar meu livro de história natural para estudar de novo o tubo digestivo. Por isso costumo dizer que o meu primeiro amor científico foi o tubo digestivo.

No ano seguinte tive acesso a um livro de biologia geral, de Rita Almir de Rialva, que ganhei de um professor durante um retiro espiritual. Foi então, aos 16 anos, que eu tomei conhecimento das leis de Mendel. Foi uma paixão violenta pelas leis da genética, a determinação do sexo, os cromossomos X e Y e aquela história toda. Em Belo Horizonte interessei-me pelo estudo dos colóides, da alergia e da histamina. Paralelamente, outros amores também se manifestaram: o rádio e o jornalismo. Cheguei até a fazer dois concursos para locutor.

Também escrevia artigos para jornais, freqüentava as redações; grande parte das matérias que eu fazia versava sobre ciência. Foi quando tive a idéia de escrever sob pseudônimo. Nunca tinha ouvido falar em Fernando Pessoa, mas às vezes escrevia sob o pseudônimo de Guedes. Guedes era um homem de 50 anos, funcionário público com filhos e netos, que reclamava da mulher. Eu tinha então uns 18 anos. Mais tarde escrevi usando o heterônimo de Sílvio Ricardo, um jovem estróina que não respeitava muito as convenções sociais e dizia coisas impróprias. ►



Foto cedida por Newton Freire-Maia

Flagrante da primeira visita do Dr. Harry M. Miller Jr., então diretor da área de ciências biológicas da Fundação Rockefeller, ao antigo laboratório de genética da UFPR. Da esquerda para a direita, A. Freire-Maia, Rudolf Lange, Jesus Santiago Moure, Metry Bacila, Harry M. Miller, Homero Braga, Newton Freire-Maia e Marcos Augusto Enrietti.

Fiquei no Rio dois anos, querendo ser cientista, sem nenhuma preparação. Tive um grande amigo lá, o doutor Carlos Luz, que chegou a ser presidente da República por um ou dois dias. Um golpe militar tirou-o da Presidência. O doutor Carlos Luz me apresentou um dia ao então ministro da Agricultura, pedindo apoio às minhas aspirações. O ministro me encaminhou para um concurso duríssimo, no qual fui vergonhosamente reprovado. Hoje eu dou graças a Deus. Que teria acontecido comigo se tivesse sido aprovado naquele concurso?

— O doutor Luz não era também, naquela época, presidente da Caixa Econômica?

— Sim. E era presidente da Companhia de Seguros Minas-Brasil também. Trabalhei na companhia por três meses. Vendo que não saía nada relacionado a ciência, voltei para Boa Esperança. Lá fiquei um ano. Nesse período, o prefeito da cidade, Joaquim Vilela — um grande amigo, vivo ainda hoje, com 92 anos —, me ofereceu um emprego de guarda sanitário. Passei uns tempos exercendo essa nobre função, quando um dia, visitando o grupo escolar em que eu havia estudado durante seis anos, umas professoras me disseram: “Temos um problema sério aqui: queremos ensinar a história da cidade para os meninos, mas não a conhecemos.” Achei então que era hora de escrever a história de Boa Esperança. Conversei com o prefeito e ele aceitou a idéia. Passei meses escrevendo esse livrinho, que se chama *Esboço histórico de Boa Esperança*, relatando episódios desde 1795 até o dia em que colocaram o primeiro paralelepípedo na cidade.

Preocupado comigo, meu pai disse que eu precisava tomar um rumo na vida e que, se realmente desejava ser cientista, deveria enfrentar um curso superior. Fui para Alfenas, onde havia uma escola de farmácia e odontologia. Precisava ainda terminar o último ano do curso complementar (todo mundo fazia em dois anos; eu gastei quatro). O doutor Roque Tamburini, diretor da escola, me fez a proposta de ficar como regente do ginásio, cuidando dos meninos, enquanto completava o curso científico. De-

pois eu faria o vestibular para a escola de odontologia e me tornaria professor de seu colégio. Achei a oferta péssima, pois queria ser professor logo. Mas acabei ficando lá quatro anos, completando o científico e fazendo o curso de odontologia. Minha paixão, no entanto, era mesmo a genética. No fim, tudo deu certo, e eu sou muito grato ao doutor Roque, de quem sou amigo até hoje. Em 1943 consegui um dinheiro com meu pai para passar uma semana em São Paulo, onde o professor Theodosius Dobzhansky iria lecionar durante alguns meses. Assisti a algumas aulas dele e do professor André Dreyfus, no Departamento de Biologia da USP [Universidade de São Paulo].

— Com o qual já tinha se encontrado no Rio...

— Sim. Como queria trabalhar no laboratório do Dreyfus, pedi ao meu amigo Leal Prado que me conseguisse uma bolsa da Faculdade de Filosofia da USP — cujo diretor, na época, era o Dreyfus — para poder estagiar lá durante um mês. Finalmente, em 1945, pude passar um mês em São Paulo com uma suposta bolsa da Faculdade de Filosofia da USP. Foram dias maravilhosos para mim. Flutuava de prazer o tempo todo naquele ambiente tão gostoso.

No fim do mês, procurei o Dreyfus para receber o dinheiro da bolsa, pois tinha compromissos a pagar. Ele então perguntou o valor da bolsa, que era de 300 mil-réis. Imediatamente ele pegou seu talão de cheques e assinou a quantia. Percebi naquele momento que a bolsa tinha sido concedida por ele e não pela faculdade. Devo portanto ao Dreyfus essa minha estada em São Paulo. Às vésperas da minha volta para Minas, ele me convidou para trabalhar no seu laboratório. Imaginem! Era o maior desejo da minha vida! Mas não pude aceitar: tinha que terminar o meu curso de odontologia. A Segunda Guerra já havia começado. Meu irmão Moacir tinha sido chamado para o Exército, e eu precisava de cuidar da minha mãe. Perguntei ao Dreyfus se o convite ficaria valendo para o ano seguinte e ele me respondeu: “Na hora que você quiser.” Concluí naquele momento que

havia encontrado o meu caminho. Durante esse ano em Minas, enquanto terminava o curso de odontologia, dediquei-me muito ao estudo da genética. Quando voltei a São Paulo para trabalhar em pesquisa de citogenética de drosófilas, já tinha 28 anos. Comecei a fazer o que queria: pesquisar.

— *Que trabalhos realizou durante sua permanência em São Paulo?*

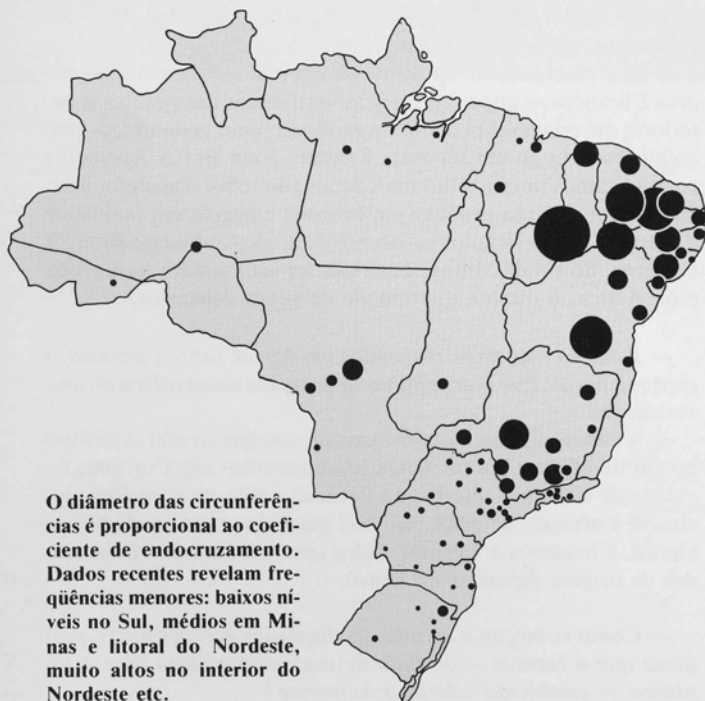
— Ao chegar a São Paulo, alguns amigos me convenceram a fazer o vestibular para o curso de história natural. Não esperava ser aprovado. Fiz dois anos de biologia geral, período em que fui aluno de Dreyfus e de dois moços mais jovens que eu: o Crodowaldo Pavan e o Antônio Brito da Cunha.

Meu contrato era para prestação de serviços técnicos, mas eu fazia pesquisa. Afinal, queria ser cientista! No fim do curso de biologia geral, houve uma alteração no meu contrato, que passou a incluir também serviços didáticos. Passei a lecionar a disciplina em que acabara de me formar. Nessa época começaram a me sondar para abrir um centro de ensino e pesquisa em Curitiba. Aceitei. Fui morar em Curitiba em abril de 1951, cinco anos depois da minha saída de Minas.

Em Curitiba, cederam-me o espaço do Departamento de Química para ali instalar a genética. Recebi uma verba para a compra de tudo que fosse necessário à instalação do laboratório. Comecei meus estudos sobre a variação cromossômica nas espécies domésticas de drosófilas. Passei anos praticamente só fazendo isso, até 1956. Mesmo depois, vários artigos foram publicados sobre o assunto.

Convém lembrar que, um ano antes de ir para Curitiba, tinha lido um livro do Dahlberg sobre aspectos matemáticos da genética das populações humanas, que falava sobre casamentos consanguíneos. Tive a idéia, então, de fazer um levantamento da

UNIÕES CONSANGÜÍNEAS (ENDOCRUZAMENTOS) NO BRASIL NA DÉCADA DE 1950.



frequência dos casamentos consanguíneos em São Paulo. Passei muito tempo visitando a cúria metropolitana, onde há um arquivo maravilhoso de batismos, casamentos e óbitos. Através desse arquivo obtive os primeiros dados brasileiros sobre casamentos consanguíneos desde o final do século XVIII. Tracei curvas de evolução das frequências desses casamentos, não só na cidade de São Paulo em geral, mas em bairros específicos e em cidades do interior. A partir de então fiquei trabalhando com drosófilas e com casamentos consanguíneos. Ainda em São Paulo encontrei Harry Miller, diretor da Fundação Rockefeller, e comuniquei-lhe minha ida a Curitiba. Cheguei a comentar com ele que gostaria de obter auxílio da Fundação Rockefeller para a implantação do laboratório em Curitiba. Meses depois Miller me concedeu mil dólares para início de conversa. Quando viu o progresso do laboratório, ofereceu mais dinheiro. Obtivemos grande quantidade de material importado dos Estados Unidos. Em 1953, publiquei nos Estados Unidos meu primeiro trabalho sobre casamentos consanguíneos no Brasil.

— *Além do trabalho com pesquisa, chegou a lecionar na cidade de Curitiba?*

— Sim, afinal eu tinha ido para lá fundar um centro de ensino e pesquisa. Lecionava biologia geral, o que me tomava um certo tempo. O laboratório foi crescendo, crescendo, e todo mundo trabalhando com muito entusiasmo. Era um punhado de gente e eu dirigindo aquilo tudo. Há quem diga que eu era muito exigente, duro, e que, com o tempo, fui me tornando mais cordial, menos agressivo. Antigamente não podia ver dois de meus colaboradores conversando. Chegava perto deles e dizia: “Quando vocês começarem a trabalhar, vão gostar muito.”

— *E aquela luzinha que todo mundo tinha que acender e apagar ao chegar ao laboratório?*

— Pois é... Mande colocar na porta da minha sala duas lâmpadas, uma verde, outra vermelha. Quando eu acendia a verde, queria dizer que qualquer pessoa podia entrar. Quando acendia a vermelha, era sinal de que não queria ser interrompido. Além disso, mandei instalar na minha mesa uma campainha que dava sinais para fora. Para cada membro do laboratório havia um código. Quando dava um determinado sinal, a pessoa tinha que me procurar para saber o que eu queria. Havia também um painel luminoso na entrada do laboratório com os nomes das pessoas que trabalhavam no local. Aquele que chegasse no laboratório deveria apertar um botão para dizer que estava presente. Era um livro-de-ponto luminoso. Em suma, eu era um chato. Depois melhorei muito...

— *Em que época foi para os Estados Unidos?*

— Miller vivia me oferecendo uma bolsa para o exterior. Eu tinha sido contratado pela Universidade do Paraná para dar aulas e fazer pesquisa. Ao fim de cada ano, sempre renovavam o meu contrato. Mas eu tinha um medo muito grande de que, ao voltar dos Estados Unidos, não pudesse retornar à universidade. Por isso relutei muito até aceitar. Finalmente, em 1956, fui com a minha família para a Universidade de Michigan. Tivemos que deixar nosso filho de apenas um ano no Brasil. Sob vários aspectos, esse ano nos Estados Unidos foi duro. O valor da bolsa era baixo e o salário que recebia do Paraná, irrisório. Quando voltamos a Curitiba, a situação econômica do país era péssima. Continuamos vivendo com dificuldade. ►

— *Desenvolveu algum trabalho nos Estados Unidos?*
 — Não; a finalidade era estudar. Concentrei-me em genética médica e genética das populações humanas. Havia mais dois geneticistas brasileiros lá: o Francisco Salzano e o Oswaldo Frotta-Pessoa.

Quando fui para Michigan, o Frotta estava em Washington. Salzano chegou três meses depois de mim. Passei aquele ano estudando e acompanhando todos os cursos que podia. Lá comecei a preparar o projeto de minhas pesquisas sobre casamentos consanguíneos, que fui desenvolver no sul de Minas, logo que voltei ao Brasil.

— *Por que no sul de Minas?*

— Por vários motivos. Primeiro porque lá havia grande número de brancos e negros, e eu queria estudar os dois. Segundo porque a frequência de casamentos consanguíneos na região era alta. Terceiro porque queria começar pela zona rural, onde todos os fazendeiros eram meus amigos. A quarta vantagem era estar próximo de meus familiares, pois passávamos as férias em Boa Esperança e, enquanto descansavam, eu aproveitava para coletar dados. Fiz levantamentos com a minha equipe durante sete anos, sempre nos meses de férias. No início cometemos graves erros de análise. Não levamos muito em conta as variáveis sócio-econômicas. Cheguei a levar o Warwick Kerr a Curitiba para nos ajudar na análise dos dados.

Obtivemos resultados que não esperávamos: os negros que se casavam com consanguíneos eram mais pobres do que os que se casavam com não consanguíneos, acontecendo o contrário com os brancos. Esse dado nos levou a concluir que as dificuldades sócio-econômicas agravavam a situação dos filhos de consanguíneos negros e aliviavam a dos brancos. O pior de tudo é que esses dados, assim distorcidos, pareciam revelar uma carga mutacional maior nos negros do que nos brancos. Uma conclusão que não me agradava. Logo eu, que sou anti-racista, descobrir que os casamentos consanguíneos produziam efeitos muito mais drásticos nas famílias negras do que nas brancas! Um segundo le-

vantamento, feito junto à população urbana, confirmou o efeito da consanguinidade maior nos negros do que nos brancos. Mas, apesar da minha desconformidade com os resultados, tivemos que publicar o trabalho.

— *Esse não é um caso em que a condição político-ideológica do pesquisador poderia interferir nos resultados científicos? Se a equipe que trabalhava não fosse anti-racista contentar-se-ia com as primeiras pesquisas e não pensaria mais no assunto...*

— Reconheço que o pesquisador é influenciado por sua ideologia. Mas o tema da consanguinidade era uma das minhas paixões e tinha planejado levar adiante a coleta de dados por mais alguns anos. De qualquer maneira, com os resultados obtidos até então, publicamos dois trabalhos na Dinamarca. Supúnhamos que a raça negra — não sabíamos por que motivos — teria acumulado mais mutações deletérias do que a branca.

— *Então foi um ato de rebeldia contra suas idéias e a favor da metodologia científica?*

— Foi contra a minha vontade, sinceramente. No terceiro ano da coleta de dados, quando já usava uma equipe feminina para fazer o trabalho, constatei que os resultados se inverteram. A carga genética alta aparecia nos casamentos consanguíneos de brancos, enquanto nos casamentos de negros a carga de mutações era mínima. Esses dados demonstravam que o povo era o mesmo e que o que estava atrapalhando nossa análise eram as variáveis sócio-econômicas.

Em 1970, viajei para a Europa para trabalhar na Organização Mundial de Saúde [OMS], na Suíça. Meu irmão Adhemar teve uma idéia genial: reunir os dados de analfabetismo da primeira pesquisa com os da segunda. Verificou que havia mais analfabetos entre os negros que se casavam com consanguíneos do que entre os que se casavam com não consanguíneos. Logo depois, Henrique Krieger, que regressara do Havaí, recomeçou a trabalhar conosco, fazendo análise de regressão múltipla dos dados, incluindo informações sobre o nível sócio-econômico do grupo em estudo. Adhemar publicou então sua análise, mostrando que a carga mutacional no sul de Minas deveria ser a mesma em negros e brancos, e que as diferenças verificadas nas pesquisas anteriores deveriam ser produto de variáveis sócio-econômicas concomitantes. Logo em seguida, Krieger, João Bosco Azevedo e eu publicamos um trabalho mais detalhado sobre o assunto, mostrando que a carga genética em brancos e negros era realmente a mesma. Então ficamos satisfeitos com os resultados. Brancos e negros, no sul de Minas, deveriam ter acumulado, na Europa e na África, a mesma quantidade de genes deletérios.

— *Após os trabalhos realizados em Minas sobre casamentos consanguíneos, que outras linhas de pesquisa desenvolveu na universidade?*

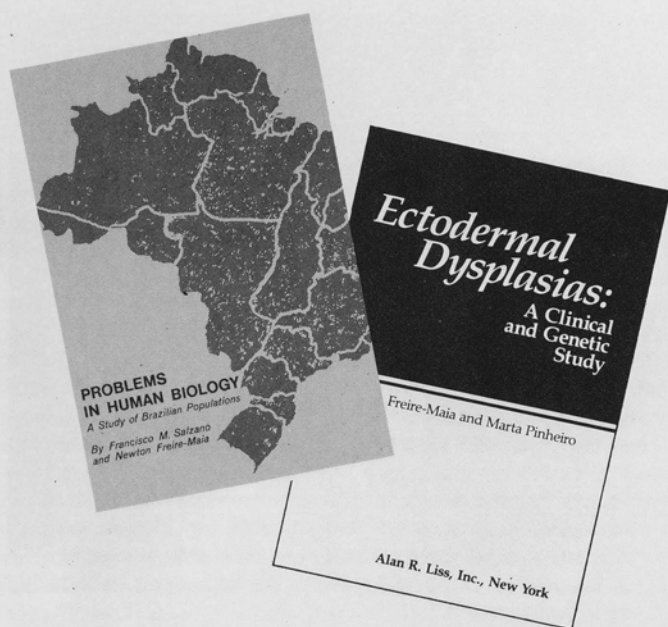
— A pesquisa sobre casamentos consanguíneos não se limitou ao sul de Minas. Foram feitos levantamentos em Curitiba, na cidade de Lapa (no interior do Paraná) e em outras regiões, inclusive Portugal, de onde veio boa parte dos brancos de Minas Gerais. Chegamos a levantar dados também em três comunidades de origem japonesa no Brasil.

— *Como começou a estudar as displasias ectodérmicas, pesquisa que o tornou — ao lado de sua colaboradora Marta Pinheiro — conhecido internacionalmente?*



foto cedida por Newton Freire-Maia

Reunião científica em Viena. Freire-Maia (na primeira fila, de terno claro) tem, à sua direita, a pesquisadora Eliane Azevedo (UFBA).



Capas de dois livros de Freire-Maia publicados nos Estados Unidos. *Displasias ectodérmicas: estudo clínico e genético*, com a colaboração de Marta Pinheiro, e *Problemas em biologia humana: um estudo de populações brasileiras*, com a colaboração de Francisco M. Salzano.

— Eis a importância do acaso na vida do pesquisador! Durante três anos, lecionei genética médica na recém-criada Faculdade de Medicina de Londrina. Um dia propus aos estudantes que fizessem um estudo sobre qualquer assunto de interesse genético, incluindo fotografias, radiografias, exames laboratoriais. Então, os estudantes se espalharam pelo norte do Paraná e trouxeram um mundo de trabalhos, acompanhados de fotos, radiografias, exames de laboratório, uma beleza! Um trabalho que anexava a foto de dois irmãos sem mãos nem pés chamou especialmente minha atenção. Na época estava interessado em estudar malformações congênitas por ausências ósseas. Levei alguns anos para estudar essa família, que era de Maringá. Muitas das informações que o aluno havia trazido estavam erradas. Ao cabo de três anos o trabalho estava pronto, e eu o enviei a John Optiz para revisão. Ele acrescentou ao título do artigo a expressão ‘displasia ectodérmica’. Foi então que fiquei sabendo o que eram displasias ectodérmicas, afecções que, em combinações variadas, se caracterizam por distúrbios nos tecidos com origem ectodérmica: pêlos, dentes, unhas, glândulas sudoríparas etc.

Logo depois, na Suíça, tive oportunidade de estudar essas displasias na literatura médica. Aproveitei para fazer pesquisas na biblioteca da OMS e percebi que não existia uma definição para esse tipo de afecção, tampouco uma classificação. Verifiquei ainda algumas divergências entre autores: uns acreditavam que existia apenas uma displasia ectodérmica, enquanto outros falavam em duas, em duas com algumas variantes; outros ainda chegavam a admitir dez tipos diferentes. Era uma bela confusão!

Comecei a juntar os dados sobre os tipos existentes, inclusive o que eu havia descrito. Cheguei a 32! Propus então uma definição para as displasias ectodérmicas. Delimitei o grupo e publiquei um pequeno trabalho numa revista dinamarquesa, com uma definição e uma classificação. Era uma grande novidade!

Anos depois fiz um segundo levantamento, que incluía mais de 50 displasias ectodérmicas diferentes. Foi quando Marta Pinheiro começou a trabalhar comigo. Planejamos uma ampla re-

visão do assunto. Minha classificação das displasias ectodérmicas compreendia 11 grupos. Após uma tentativa frustrada de publicar 11 artigos, que tratariam isoladamente de cada grupo de displasias, decidimos escrever um livro, que foi publicado por uma editora de Nova York [Alan R. Liss, Inc.]. Foi o primeiro livro no mundo sobre o assunto.

Devo dizer que o trabalho com Marta continua e que já descrevemos 16 novas displasias. O número de displasias conhecidas no mundo se aproxima de 155. Somos responsáveis pela descrição de 10% delas. Em meados de 1988 a mesma editora americana publicou o terceiro livro sobre as displasias ectodérmicas, com dois capítulos nossos.

— *O que levou o menino de Boa Esperança, que se recusava a seguir os cursos formais superiores, a se tornar um cientista célebre?*

— Certa vez um professor lembrou-me que eu teria dito que jamais estudaria crianças com defeitos graves, pois sofreria muito com isso. Tanto evitei que acabei me especializando no assunto. Acho importantíssima a vocação para a vida científica. E ela deve vir apoiada em muito trabalho. Não ter feito o curso médico formal não me impediu de estudar certos problemas médicos. Além disso, muitos dos meus trabalhos são feitos em equipe.

Costumo dizer, brincando, que qualquer idiota pode fazer pesquisa. Mas ele tem que ter algumas qualidades; na verdade, um mundo de qualidades. O cientista deve ser inteligente, mas não precisa ser uma eminência; deve ser estudioso, mas não tem que ficar o dia inteiro com o livro na mão. Agora, ele tem que ser um bom trabalhador — a preguiça anula a inteligência — e deve, sobretudo, amar a pesquisa. Se por acaso o cientista não tiver bons conhecimentos em uma certa área, deve se associar a outro que o complete na sua deficiência. Mas o amor à ciência, esse nunca pode faltar.

— *O senhor nasceu em Minas, passou pelo Rio de Janeiro, esteve cinco anos em São Paulo, foi para o Paraná e esteve no exterior. Após essas passagens, ainda se considera mineiro?*

— A pergunta é muito interessante. Um dia eu disse: ‘Já fui mineiro-mineiro, mineiro-carioca, mineiro-paulista e agora sou mineiro-paranaense.’ E me responderam: ‘Muda a espécie, mas o gênero permanece firme!’ De fato, mudo, mas continuo o mesmo. No fundo, sou um mineirão...

— *Hoje, após ter feito 70 anos, quais os seus planos dentro da atividade científica?*

— São os mesmos que sempre tive, mas o meu ritmo de trabalho sofreu uma alteração há dez anos, quando me aposentei. Desde então, trabalho em geral só de manhã na universidade, onde pesquiso, redijo trabalhos científicos, escrevo cartas e dou aulas. Almoço em casa, descanso um pouco e, em seguida, vou para o meu escritório e escrevo livros. Agora estou terminando um sobre a filosofia da ciência vista por um biólogo e há dez anos estou escrevendo uma autobiografia.

— *O senhor se arriscaria a fazer uma análise sobre a perspectiva da genética brasileira? Com sua experiência, como vê a genética de hoje projetada para o futuro?*

— No Brasil, a genética é uma das ciências que mais se tem desenvolvido. Ela vinha caminhando passo a passo com a melhor genética internacional e continua a progredir muito dentro ▶



foto cedida por Newton Freire-Maia

Cientistas de vários países em visita à rainha Juliana, da Holanda. Freire-Maia, na segunda fila, é o terceiro da esquerda para a direita.

dos caminhos tradicionais. Por isso, fazemos nesse aspecto — embora em pequena escala — o que de melhor se faz lá fora. Nos últimos anos, no entanto, nossa situação comparativa piorou porque novas metodologias de ponta — apenas se iniciando entre nós — propiciaram avanços espetaculares, de que estamos muito longe. Ficamos para trás porque os outros passaram a correr mais depressa. Mas é com alegria que se vê que as novas metodologias já se implantam entre nós, o que permite que tenhamos um certo otimismo quanto ao desenvolvimento da nossa genética mais moderna. Infelizmente, por ser um país subdesenvolvido, o Brasil tem um governo subdesenvolvido, incapaz de compreender a importância de fazer com que a nossa ciência corra mais depressa também. Por isto, sob certo aspecto, a nossa ciência também é, em média, subdesenvolvida.

— *Por que muitos pesquisadores passam, na sua maturidade, a se interessar mais intensamente por filosofia da ciência?*

— Há cientistas que, com o tempo — uns mais cedo, outros mais tarde —, se cansam de ser cientistas e vão fazer outras coisas. Perdem a ‘inspiração’ e o ‘gás’ e passam a realizar algo mais simples. O cientista que, depois de uma certa idade, passa a se interessar por filosofia da ciência e deixa de ser cientista, certamente não escolheu um caminho simples para trilhar. Mas — e nisto sou inflexível — ele não precisa deixar de ser pesquisador para se dedicar à filosofia da ciência. Realizar tal troca é como mudar de amor. A maior preocupação com a filosofia da ciência por parte de cientistas depois de certa idade nada mais é que o reflexo de sua maturidade intelectual. Mas o cientista não é um animal dotado de nicho ecológico muito estreito: sem deixar de ser cientista, ele pode também gostar de música, de artes plásticas, de futebol.

— *No meio dessa trajetória, o senhor se converteu ao catolicismo. Alguma vez suas pesquisas foram influenciadas por sua tendência religiosa?*

— Ciência e religião são duas coisas diferentes, mas que se tocam. A religião acumulou uma série de superstições ao longo dos séculos e vem daí o conflito entre as duas. Um conflito espúrio. Não é papel da religião dar explicações sobre como surgiram o universo, os seres vivos, a humanidade. A religião não pode dar explicações desse tipo. Esse é um problema científico. Mas, respondendo à pergunta: de fato, me tornei religioso. Foi um ato repentino, pois passei 26 anos da minha vida procurando a fé e ela só apareceu no momento em que fui sensível à graça de Deus. Essa minha virada não alterou meus projetos de pesquisa. As teorias científicas que aceitava são as mesmas em que acredito hoje. Aceito, por exemplo, a Teoria da Evolução, o que é algo escandaloso para um cristão tradicionalista.

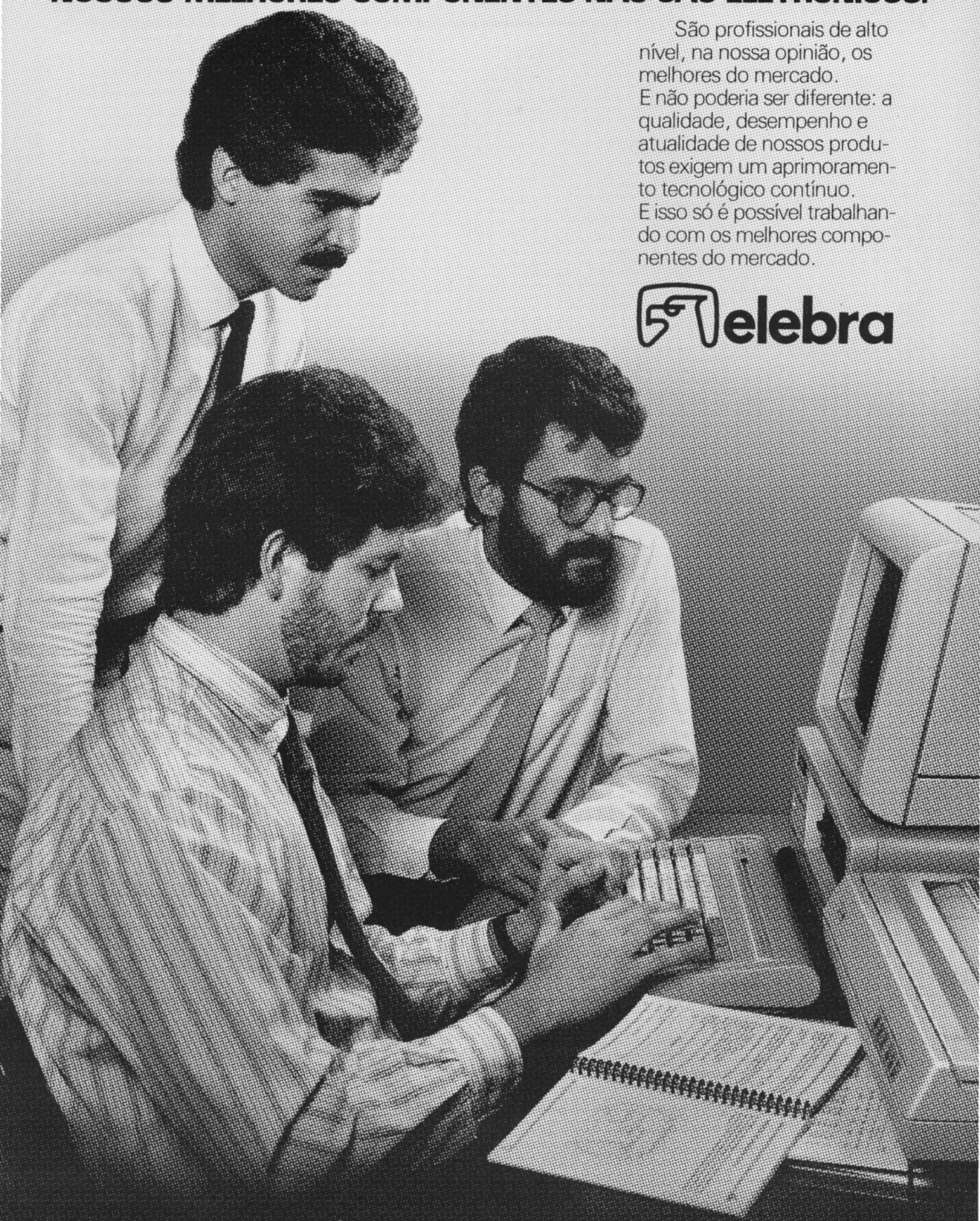
— *Foi a partir de então que sentiu a necessidade de escrever o livro Criação e evolução, em que procura mostrar a possibilidade de convivência entre ciência e religião?*

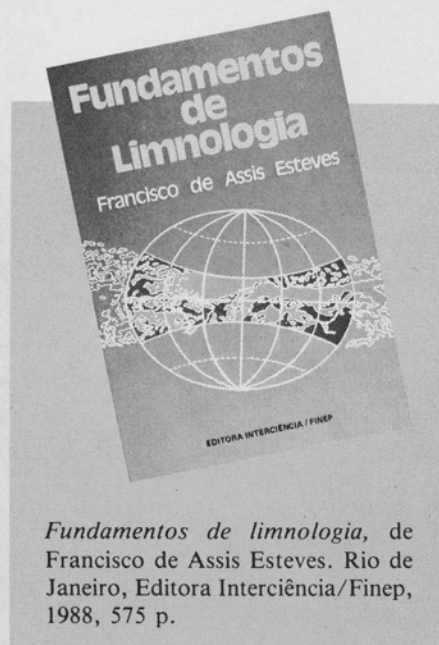
— Essa convivência é possível desde que uma respeite a outra. O Vaticano não pode emitir opiniões sobre a origem do cosmo, da Terra e do homem com base na tradição religiosa. É preciso ter coragem de afirmar que a tradição religiosa está errada nesses pontos! Ela está impregnada de superstições e deve ser analisada do ponto de vista da mitologia. Um grande autor francês, especialista em mitos, tem uma frase muito bonita sobre isso: “O mito está pedindo para ser interpretado.” O mito não pode ser aceito ao pé da letra: ele pede interpretação. É essa a função do teólogo moderno: deixar de lado os erros científicos que os mitos carregam consigo e destacar sua mensagem religiosa. ■

NOSSOS MELHORES COMPONENTES NÃO SÃO ELETRÔNICOS.

São profissionais de alto nível, na nossa opinião, os melhores do mercado. E não poderia ser diferente: a qualidade, desempenho e atualidade de nossos produtos exigem um aprimoramento tecnológico contínuo. E isso só é possível trabalhando com os melhores componentes do mercado.

 **elebra**





Fundamentos de limnologia, de Francisco de Assis Esteves. Rio de Janeiro, Editora Interciência/Finep, 1988, 575 p.

A limnologia brasileira conheceu um grande avanço nos últimos 40 anos: de início quase exclusivamente descritiva, alcançou por fim a fase da análise holística dos ecossistemas aquáticos interiores. Como diversas outras ciências, ela se viu colocada, nos últimos anos, frente ao desenvolvimento caótico do país e aos problemas urgentes que dele resultavam, como a construção de grandes barragens, a eutrofização generalizada de corpos d'água e a perda de qualidade (e por vezes de quantidade) da água disponível.

As respostas que os cientistas dedicados ao estudo das águas interiores puderam dar a esses problemas ainda não são plenamente satisfatórias. Afora as questões inerentes ao ensino superior no Brasil, um dos principais motivos do descompasso entre os graves problemas ambientais que se nos apresentam e as soluções ainda tímidas que vêm sendo propostas era a ausência de textos básicos que organizassem e analisassem criticamente a disciplina limnológica e suas aplicações à solução daqueles problemas. O livro do professor Esteves veio, em boa hora, preencher esse vácuo.

Seguindo os passos de Herman Kleerekoper, que publicou em 1944 o único livro-texto de limnologia escrito em português até há pouco disponível, o professor Esteves brinda-nos agora com seus *Fundamentos de limnologia*. Trata-se de um marco de maturidade na história da limnologia brasileira, que por certo virá a acelerar a solução para as questões prementes ligadas ao uso e à conservação das águas interiores no Brasil.

O livro começa por resgatar a limnologia brasileira. O capítulo sobre a história

A ECOLOGIA DAS ÁGUAS

dessa disciplina no país é um dos mais importantes da obra, e pergunto-me quantos limnólogos brasileiros não se terão surpreendido, como eu, ao descobrir que, no Brasil, foi no Nordeste que o estudo das águas interiores teve origem! Uma abertura leve e perfeita para um texto de peso.

A insistência na regionalização e a utilização de exemplos brasileiros para ilustrar ou explicar conceitos básicos tornam esse trabalho único no gênero. Esse procedimento está presente em cada capítulo, seja na descrição detalhada da origem e evolução das lagoas fluminenses e dos lagos amazônicos (capítulo 1), seja no modo como são ilustrados os problemas de contaminação de corpos d'água interiores (capítulos 18 e 24).

O cerne do livro compõe-se de 17 capítulos que apresentam o arcabouço da limnologia. Neles se descrevem pormenorizadamente a química, a física e a biologia das águas interiores. Em geral de difícil leitura nos textos clássicos, esses tópicos são abordados de forma leve e sintética, numa composição agradável. A experiência do autor em trabalhos de campo, empreendidos praticamente no país inteiro, e sua dedicação à formação de jovens limnólogos devem por certo ter contribuído para que esses capítulos fundamentais pudessem ser escritos com tal clareza e elegância. Mais

uma vez, a utilização de exemplos regionais confere ao texto especial interesse.

No capítulo 18, por exemplo, a contaminação por mercúrio na Amazônia, questão de grande atualidade e interesse, é utilizada para ilustrar o comportamento de elementos-traço em ecossistemas aquáticos. Assim também, no capítulo sobre macrófitas aquáticas, dados relativos a plantas tropicais são amplamente referidos, o que é raro na literatura em geral. O autor aborda ainda, no mesmo capítulo, temas como a colonização de grandes represas, o uso de macrófitas na agricultura e na recuperação de lagos, todos atuais e de grande interesse em limnologia aplicada.

Por fim, nos dois últimos capítulos, 'Eutrofização artificial' e 'Recuperação de ecossistemas lacustres', é apresentada uma síntese dos principais problemas ambientais decorrentes da ação antrópica sobre lagos e rios, bem como uma completa revisão dos diversos tratamentos disponíveis para a recuperação dos mesmos.

Seguramente, o livro do professor Francisco de Assis Esteves freqüentará por muitos anos as salas de aula distantes de cientistas ligados ao estudo das águas interiores.

Luiz Drude de Lacerda

Departamento de Geoquímica,
Universidade Federal Fluminense



NA ESTANTE

• Foi lançado, pela Universidade de São Paulo, o volume que reúne em 500 páginas a íntegra das discussões realizadas no simpósio sob o tema (que deu título à publicação) 'A transição política: necessidades e limites da negociação'. Coordenado por José Augusto Guilhon de Albuquerque e Eunice Ribeiro Durham, o simpósio realizou-se naquela universidade de 16 a 19 de junho de 1987 e dele participou grande número de cientistas políticos e sociais, lideranças empresariais, sindicais e políticas, além de alguns especialistas estrangeiros que atuaram em seus países na negociação de pactos sociais. O volume se organiza pela sequência dos temas debatidos: 1) Por que negociar? A necessidade da negociação; 2) O que negociar? A extensão da negociação; 3) Com quem negociar? A defi-

nição dos atores políticos envolvidos na negociação; 4) A negociação da dívida externa: a relação entre a negociação externa e interna.

• A avaliação global dos problemas e impasses enfrentados na produção de equipamentos de informática no país encontra-se em *Indústria brasileira de computadores: perspectivas até os anos 90*, de Paulo Bastos Tigre, publicado pela Editora Campus. Ao mesmo tempo em que expõe as transformações tecnológicas e estruturais que o setor está atravessando no âmbito internacional, o autor interpreta o desempenho da indústria brasileira ante os desafios competitivos com que fatalmente se defrontará nos próximos anos. Entre esses desafios estão a necessidade de uma estruturação empresarial mais bem definida, de capacitação tecnológica e de habilidade para superar pressões externas e internas contra a política nacional de informática.

Uma reserva de
8 milhões de toneladas de nióbio
Um mercado
- 12.000 toneladas/ano - a desenvolver
Uma estratégia:
PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

Há dez anos a CBMM vem desenvolvendo
atividades nas áreas de Ciência e Tecnologia do
Nióbio, com o apoio de Universidades, Institutos
de Pesquisa e do Meio Produtivo.



COMPANHIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERAÇÃO

Córrego da Mata, s/nº
Caixa Postal 8
38180 - Araxá, MG
Fone: (034) 661-5544
Telex: (341) 204 CBMMBR

Av. Pres. J. Kubitschek, 1703
Caixa Postal 19140
04543 - São Paulo, SP
Fone: (011) 814-0022
Telex: (11) 83683 CBMM BR

SUPER



CONDUTIVIDADE

**Carlos Balseiro e
Francisco de la Cruz**

Centro Atômico Bariloche,
Comissão Nacional de Energia Atômica (Argentina)

A resistência oferecida pelos metais à passagem de uma corrente elétrica transforma parte da energia em calor, que se dissipa no ambiente. Por esse motivo, uma porcentagem significativa dos gastos com produção de eletricidade não traz benefício algum.

Em 1911, foi descoberto que certos metais, quando submetidos a temperaturas muito baixas, poderiam conduzir a eletricidade sem apresentar nenhum tipo de resistência. Abriam-se então as portas para uma verdadeira revolução tecnológica. Mas, se a investigação científica conseguiu superar algumas dificuldades básicas que impediam a fabricação de materiais supercondutores úteis, uma delas — a necessidade de manter tais materiais em temperaturas muito baixas — continuou existindo até muito pouco tempo.

A descoberta de propriedades supercondutoras em certos materiais cerâmicos gera hoje novos desafios: explicar qual é o mecanismo dessa nova supercondutividade, preparar materiais com propriedades estruturais adequadas para a utilização prática e imaginar as aplicações mais convenientes para o fenômeno da supercondutividade em temperatura ambiente ou, pelo menos, em temperaturas acessíveis a baixo custo.

Dois campos da física do nosso tempo — a fusão nuclear controlada e a supercondutividade em altas temperaturas — apresentam dificuldades que, se forem resolvidas, poderão acarretar uma verdadeira revolução tecnológica. Ambos os temas vêm sendo estudados há muitos anos, mas os avanços mais importantes, no segundo caso, só ocorreram recentemente.

A busca de materiais supercondutores em 'altas' temperaturas (embora bem inferiores à temperatura ambiente) remonta às primeiras décadas deste século. Nas investigações teóricas orientadas para compreender tal fenômeno acumularam-se conquistas e fracassos.

A supercondutividade foi descoberta em 1911 pelo físico holandês Heike Kamerlingh Onnes, um dos pioneiros no desenvolvimento de técnicas para o resfriamento de materiais até temperaturas próximas ao chamado zero absoluto (-273°C), que é a origem da escala Kelvin — uma temperatura de 20°C , por exemplo, equivale a 293 graus Kelvin, ou 293 K. Um material atingiria zero Kelvin quando a sua energia térmica fosse totalmente retirada.

Naquela época, o laboratório de Kamerlingh Onnes era um dos poucos no mundo que dispunha de suficiente capacidade tecnológica para estudar as propriedades da matéria em temperaturas tão baixas. Pesquisando a resistividade elétrica do mercú-

rio, o físico holandês percebeu que este material perdia de forma completa e abrupta a sua resistência ao ser resfriado abaixo de -269°C , isto é, 4 K . Ele denominou 'supercondutividade' esse estado de resistência zero (figura 1).

A descoberta foi completamente inesperada. Até a observação do fenômeno no laboratório, ninguém tinha pensado que pudesse ocorrer uma mudança tão brusca num metal. Em 1913, graças a esses trabalhos, Kamerlingh Onnes obteve o Prêmio Nobel de Física (figura 2).

No entanto, passaram-se muitos anos até que os cientistas pudessem compreender as origens microscópicas do fenômeno. Setenta e cinco anos depois das experiências pioneiras, a supercondutividade parecia uma etapa superada na história da física. Mas, nos últimos tempos, outras descobertas de repercussão semelhante convulsionaram novamente o mundo científico. Encontraram-se materiais que são supercondutores em temperaturas muito superiores às tradicionais. Dessa forma, foi reaberto um dos capítulos mais interessantes na história da física moderna.

São basicamente duas as razões pelas quais esses materiais despertam tanto interesse. A primeira é de caráter econômico. Para tirar proveito das propriedades supercondutoras de um material, ele deve ser resfriado abaixo de uma temperatura crítica. Quanto mais baixa é a temperatura com que se pretenda trabalhar, maiores serão os custos de refrigeração. Se, para alcançar o estado de supercondutividade, é necessário operar em temperaturas inferiores a 20 K , então deve-se usar o hélio líquido. Em temperaturas superiores pode-se trabalhar com hidrogênio. Acima de 80 K , usa-se o ar líquido, um dos materiais refrigerantes mais baratos que existem. Quando forem superados certos inconvenientes de caráter técnico, os novos supercondutores poderão ser empregados em escala industrial, sem que sejam necessários maiores custos de refrigeração.

Passemos à segunda razão pela qual os físicos se interessam por esses materiais. Hoje, após pouco mais de um ano de trabalho, é generalizada a convicção de que estamos diante de um novo fenômeno físico. A teoria que conseguiu explicar o comportamento do que se pode chamar de 'supercondutividade convencional' não pode fazer o mesmo com a supercondutividade em temperaturas tão altas. Os mecanismos que dão origem à supercondutividade nesses novos materiais são provavelmente diferentes dos conhecidos anteriormente. Se for assim, os físicos encontram-se diante de um grande desafio: compreender e explicar qual é o princípio da supercondutividade nos materiais que apresentam alta temperatura crítica.

Antes de discutir os mecanismos microscópicos que dão origem à supercondutividade, analisaremos a forma como ela se manifesta e suas semelhanças com outros fenômenos físicos. Tentaremos verificar particularmente se ela cumpre os requisitos que caracterizam o que chamamos de 'transição de fase'. Descreveremos então as propriedades de algumas transições de fase que nos são familiares, para logo em seguida compará-las com o comportamento da transição para o estado supercondutor.

Classificar um fenômeno físico dentro de um esquema geral é muito importante: é quando se consegue descobrir as leis que o regem que se torna possível colocar em evidência mecanismos comuns à família de materiais que apresentam comportamento semelhante.

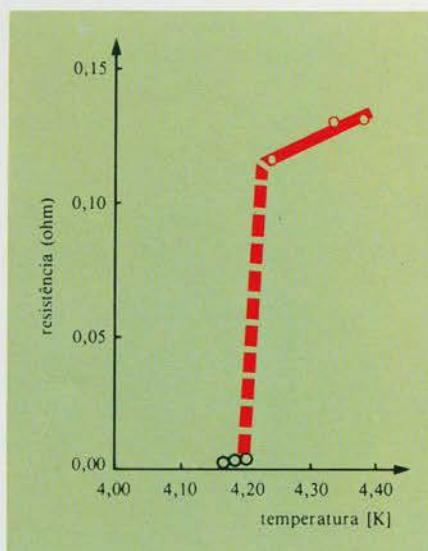


Fig. 1. Fenômeno da supercondutividade, descoberto por Kamerlingh Onnes em 1911, para o caso do mercúrio. Abaixo de uma temperatura crítica, a resistência do condutor é nula. (De C. Kittel, *Introduction to Solid State Physics*.)

As passagens vapor-líquido e líquido-sólido são transições de fase que muitas vezes se observam sem dificuldades no dia-a-dia. Exemplos disto são a passagem do vapor d'água para a água líquida e a desta última para o gelo, ou o caso do mercúrio, que se converte em vapor a 357°C e congela a -39°C .

É importante, entretanto, ressaltar que a passagem de vapor a líquido e de líquido a sólido não significa mudança dos átomos que constituem a substância; eles permanecem os mesmos, mudando apenas a forma como se manifestam. A fase gasosa é obtida mantendo-se as substâncias em alta temperatura; se esta for abaixada, o vapor é condensado na fase líquida; se continuarmos resfriando o material, ele se solidifica.

A temperatura pode ser controlada em laboratório de modo a induzir as transições de fase. No entanto, manipulando essa única variável, não podemos prever quando se realizará a transição. A temperatura de ebulição da água diminui ao nos elevarmos acima do nível do mar, já que a transição líquido-vapor depende da pressão (a pressão atmosférica varia com a altura em relação ao nível do mar). Fixando-se a pressão P e a temperatura T , a transição de fase de um dado número de átomos fica determinada: a cada valor da pressão P corresponde uma única temperatura T na qual se produz a transição. Num determinado experimento podemos variar P e T de forma controlada, o que permite denominá-las de 'variáveis termodinâmicas'.

O que ocorre com o volume que a substância ocupa? Se controlamos P e T , o volume (V) fica determinado pelos valores das outras duas variáveis. Também poderíamos ter escolhido controlar T e V ; neste caso a pressão ficaria determinada. Concluímos que, se temos um número fixo de átomos constituindo uma substância, duas variáveis termodinâmicas determinam o comportamento da terceira. Esta relação entre variáveis termodinâmicas pode ser representada matematicamente pela equação que recebe o nome de 'equação de estado'. Surpreende constatar que, com apenas duas variáveis, possamos descrever o comportamento dos milhões de átomos que constituem a porção da substância em estudo. Isto é importante: conhecer a equação de estado significa compreender o comportamento da matéria quando submetida a diferentes pressões e temperaturas; conhecer uma substância implica também poder decidir de que forma podemos utilizá-la para os fins que desejamos. Mas, para o físico, a equação de estado, mais do que o fim de uma história, marca o início de um desafio. Nossa pergunta é: como se comporta essa enorme quantidade de átomos, como eles se organizam e o que determina que se apresentem em diferentes fases?

Analisemos as características do estado gasoso. Os átomos ou moléculas que constituem o gás movem-se com muita facilidade dentro do volume disponível. É impossível dizer onde se encontra cada uma das moléculas do gás num determinado momento. Mais difícil ainda é conservar a memória do comportamento das moléculas que foram vizinhas em algum período de tempo. Estamos na presença de um sistema muito desordenado. A temperatura induz a desordem, seja qual for a substância em análise. No entanto, dada uma temperatura qualquer, a quantidade de desordem induzida depende de qual é a substância que se estuda. Em linguagem técnica, o nome para a desordem é entropia. Diminuindo a temperatura, diminui a desordem, is-



Fig. 2. Heike Kamerlingh Onnes (1853-1926), Prêmio Nobel de Física em 1913 pelos seus estudos sobre supercondutividade.

to é, a entropia: o líquido é um estado mais ordenado que o gás, e o sólido é tão ordenado que, para uma determinada substância, se conhecermos a distribuição geométrica de alguns de seus átomos, poderemos saber onde se situam todos os outros que a constituem. Isso pode ser verificado experimentalmente fotografando-se os sólidos através de raios X.

Curiosamente, a equação de estado mais simples é a do estado mais desordenado, o gasoso. Diz simplesmente que, se mantivermos fixo o volume que o gás ocupa e dobrarmos a temperatura (medida na escala Kelvin), a pressão também duplica, seja qual for o tipo de gás em estudo. Este resultado não é surpreendente se levarmos em conta que, graças à energia térmica disponível (que provoca movimentação nos átomos do gás), cada átomo permanece tão pouco tempo ao lado de seu vizinho que é impossível reconhecê-lo. Para uma molécula de gás, todas as outras moléculas são iguais. Porém, quando se diminui a temperatura, a energia térmica também cai e as moléculas ou átomos dispõem de um tempo maior para se reconhecerem. Na linguagem da física, reconhecer é interagir. Quando um átomo interage com outro, ambos se reconhecem; um átomo aceita ou rejeita o outro. Cada átomo converte-se numa entidade seletiva; pode escolher os seus vizinhos.

Quando se reduz a temperatura, o conjunto de átomos se organiza, aproveitan-

do as interações: um gás constitui-se primeiro em líquido para depois passar ao estado sólido. Neste, os diferentes tipos de átomos estão associados a lugares geométricos bem determinados. No sólido, a ordem parece perfeita, situação que corresponderia a uma entropia nula. Mas isso não ocorre de fato. Mesmo estando associados a lugares bem determinados, os átomos podem vibrar em torno dessa posição. Somente alcançando o zero absoluto (-273°C) é que se pode anular a entropia.

Torna-se possível agora, reunindo a informação que discutimos, formular uma regra que descreva o comportamento das substâncias: em temperaturas muito altas predomina a entropia; em temperaturas baixas prevalece a interação entre os átomos e diminui a influência da desordem. A competição entre entropia e energia de interação determina o comportamento das substâncias.

Para analisar a transição para a supercondutividade, temos que determinar quais são as partículas nela envolvidas. Sabemos que a supercondutividade se manifesta em metais, caracterizando-se principalmente pela perda de resistência elétrica. Considerando que a condução elétrica existe graças às cargas (elétrons) que se movimentam entre os átomos do metal, pode-se associar a transição supercondutora ao conjunto de elétrons. A temperatura não é uma boa amiga da supercondutividade, já que o fenômeno somente ocorre em baixas temperaturas. Isso indica que, se for uma transição de fase, a supercondutividade manifestar-se-á sob a forma de um estado eletrônico mais ordenado. A passagem a um estado de menor entropia deve-se à existência de interações entre os elétrons, colocadas em evidência quando o material atinge a temperatura crítica.

A temperatura continua sendo uma variável termodinâmica determinante para que a transição se verifique. O mesmo não

ocorre com a pressão, que não é uma variável importante para que se estabeleça a que temperatura terá lugar a supercondutividade do material.

A supercondutividade é destruída com um campo magnético suficientemente elevado (ver 'O passado de uma história que virá'). A intensidade desse campo que destrói a supercondutividade depende da temperatura do material: tende a ser nula quando se está próximo da temperatura crítica e é máxima no zero absoluto. O papel que a pressão desempenha na transição líquido-vapor é aqui desempenhado pelo campo magnético. Portanto, temos de novo duas variáveis termodinâmicas que determinam o comportamento da supercondutividade no material.

Na figura 3 aparecem diagramas de fase, isto é, gráficos que mostram os valores das variáveis termodinâmicas em diferentes fases. Escolhemos, como exemplo, diagramas de fase que correspondem a sistemas sólido-líquido-vapor e metal normal-metal supercondutor.

Já mencionamos as duas variáveis que determinam o comportamento da fase supercondutora, mas falta ainda determinar a variável equivalente ao volume. Uma das experiências fundamentais que permitiram aplicar os conhecimentos termodinâmicos ao caso da supercondutividade foi aquela que mostrou que um supercondutor tende a expelir o campo magnético de seu interior, o que chamamos de efeito Meissner. Para campos suficientemente baixos, a expulsão pode ser total. Devemos distinguir, de um lado, um campo magnético gerado por um ímã e, de outro, um campo magnético presente dentro de uma amostra. Fixada a temperatura e o campo do ímã, o campo interior se ajusta automaticamente. O campo do interior é chamado indução magnética (B) para diferenciá-lo do campo do ímã (H). A equação de estado neste caso é uma relação entre B , H e T .

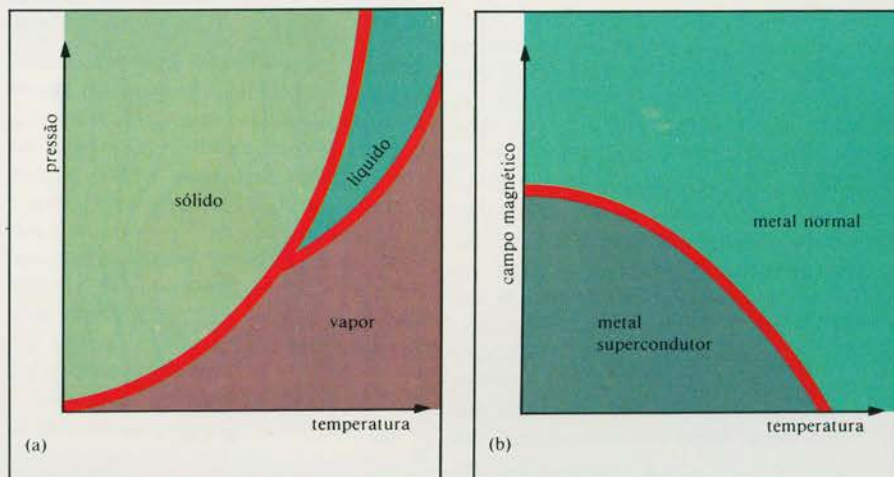


Fig. 3. (a) Diagrama de fase do sistema sólido-líquido-vapor; (b) Diagrama de fase do sistema metal normal-metal supercondutor.

O PASSADO DE UMA HISTÓRIA QUE VIRÁ

Pouco tempo após ter descoberto a supercondutividade, Kamerlingh Onnes constatou que existem diversas formas de destruí-la. Uma delas é aumentando a temperatura. Quando se esquentar um supercondutor acima da temperatura crítica (T_c) — característica de cada material —, ele perde suas propriedades supercondutoras. Nesse sentido, poderíamos dizer que a temperatura é, ou talvez tenha sido, o maior inimigo da supercondutividade. Mas existem outras formas de reverter o processo: um campo magnético ou uma corrente elétrica podem fazer com que o material recupere suas propriedades normais. O campo magnético máximo e a maior corrente elétrica que um supercondutor pode suportar foram chamados de campo crítico e corrente crítica, respectivamente.

Durante os anos que se seguiram, descobriu-se que, além do mercúrio, outros metais são supercondutores em temperaturas muito baixas. Entender por que esses metais perdem sua resistência elétrica foi a preocupação de muitos físicos, mas naquela época não foi possível desenvolver nenhuma teoria a respeito porque não se contava com elementos suficientes para especular sobre as prováveis origens do fenômeno. De fato, pensava-se que, a não ser pela capacidade de transportar corrente sem resistência alguma, os supercondutores tinham as mesmas propriedades dos metais comuns (ver figura acima, à direita).

Até 1933 não se fez nenhuma outra descoberta importante. Naquele ano, os físicos alemães W. Meissner e R. Ochsenfeld constataram que os supercondutores são diamagnetos quase perfeitos. Quando um material se submete a um campo magnético, este penetra no mesmo, ainda que o valor em seu interior seja, de um modo geral, diferente do valor do campo aplicado. Nos supercondutores, em campos suficientemente pequenos, o valor do campo magnético no interior do material é zero: os supercondutores expõem o campo magnético, fenômeno conhecido pelo nome de efeito Meissner, em homenagem a um de seus descobridores. Num primeiro momento, tal descoberta desorientou os pesquisadores, mas levou a duas conclusões importantes. Em primeiro lugar, ficou demonstrado que um supercondutor não é simplesmente um metal com resistência zero, pois a resistência nula não implica diamagnetismo perfeito. A supercondutividade deveria

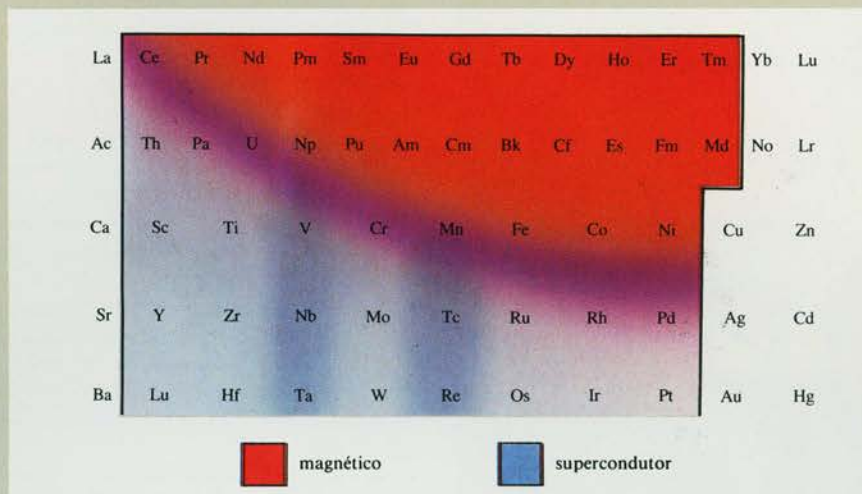


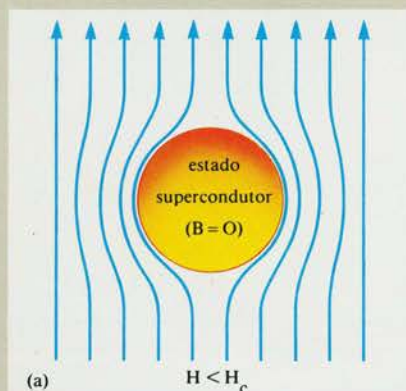
Tabela desenhada para sugerir a reação entre magnetismo e supercondutividade. Ainda que a tendência da supercondutividade seja a de não se apresentar em substâncias magnéticas, a tabela indica que, dada a proximidade entre os elementos magnéticos e supercondutores, não deve ser descartada a possibilidade de que, no futuro, se desenvolva uma teoria que explique, ao mesmo tempo, o comportamento magnético e supercondutor. (A tabela original, mais completa, foi enviada aos autores por J.L. Smith.)

ser concebida como um novo estado da matéria, com propriedades muito particulares. Em segundo lugar, o efeito Meissner permitiu estabelecer que a transição do estado normal para o supercondutor é uma transição termodinâmica reversível (ver figuras abaixo).

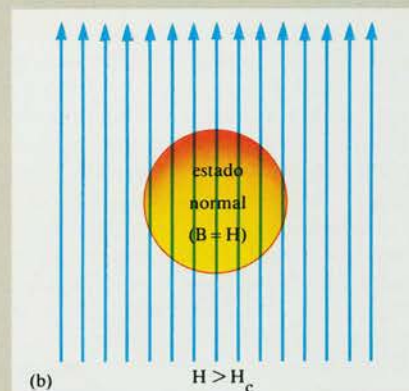
Um ano depois, o físico inglês F. London formulou uma teoria sobre as propriedades eletrodinâmicas dos supercondutores e antecipou a existência de uma longitude de penetração do campo magnético. A expulsão de campo em supercondutores deve-se à indução de correntes superficiais que compensam o campo externo. Em distâncias muito próximas

da superfície do material, na zona pela qual circula a 'corrente de blindagem', o campo não pode ser completamente expulso. Isso define uma longitude de penetração de campo, que foi confirmada experimentalmente em 1939.

O ano de 1950 foi significativo para a história da supercondutividade. As experiências realizadas por B. Serin mostraram que um boa teoria deve levar em conta que os elétrons capazes de transportar corrente estão sob a influência das vibrações dos átomos que formam um cristal. Na linguagem da mecânica quântica, essas vibrações da rede cristalina são denominadas 'fônons'.



(a) $H < H_c$



(b) $H > H_c$

(a) Numa esfera supercondutora, o campo magnético é expulso do material (efeito Meissner); (b) Se o campo magnético for aumentado além do campo crítico H_c , ele penetra no material e destrói a supercondutividade.

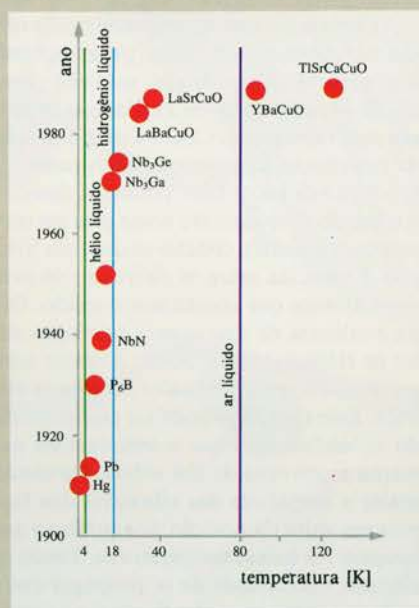
No mesmo ano, os físicos soviéticos L.D. Landau e V.L. Ginzburg formularam uma nova teoria, desta vez para explicar as propriedades termodinâmicas da transição do estado normal para o estado supercondutor. Tanto a teoria de London como esta última serviram para estabelecer relações entre diferentes fenômenos. No entanto, ambas são descrições matemáticas dos efeitos observados em laboratório, isto é, 'teorias fenomenológicas', incapazes de explicar o fenômeno como consequência das leis fundamentais da física.

Mesmo com os vários progressos obtidos, quase meio século depois da descoberta de Kamerlingh Onnes ainda se desconhecia a origem da supercondutividade. Foi só em 1957 que os físicos norte-americanos J. Bardeen, L.N. Cooper e T.R. Schrieffer conseguiram formular a teoria microscópica da supercondutividade, chamada BCS em homenagem a eles. Essa teoria, que deu conta de todos os efeitos observados até então, permitiu entender a origem do fenômeno, deu fundamento às teorias de London, Landau e Ginzburg, é hoje considerada uma das mais elegantes da física da matéria condensada, tendo proporcionado aos seus formuladores o Prêmio Nobel de Física em 1972.

Em 1962, o físico inglês B.D. Josephson, com pouco mais de 20 anos de idade, predisse, baseado na teoria BCS, que dois materiais supercondutores em contato (fenômeno denominado junção) deveriam apresentar propriedades particulares. Através da junção, seria possível observar fenômenos novos, associados à passagem de corrente elétrica. Tais fenômenos, hoje conhecidos como efeitos Josephson, foram comprovados posteriormente em laboratório e permitiram mostrar consequências da física quântica em escala macroscópica. Josephson obteve o Prêmio Nobel em 1973: novamente um prêmio conquistado por trabalhos sobre supercondutividade.

Desde o início, imaginaram-se projetos tecnológicos ambiciosos que se valeriam da supercondutividade. Uma limitação prática era que os materiais deveriam ser esfriados até temperaturas muito baixas. Quem encontrasse um material supercondutor dotado de alta temperatura crítica abriria uma porta para uma possível revolução tecnológica cujas consequências ainda hoje não podem ser completa e definitivamente apreciadas. A busca desses materiais remonta provavelmente às primeiras épocas da supercondutividade, mas a maior atividade nesse sentido ocorreu nas décadas de 1950 e 1960. A existência

de uma teoria, sem dúvida, poderia ter guiado os pesquisadores nessa busca, mas a teoria BCS não teve grande utilidade. Afinal, ela própria afirma que, para estimar a temperatura crítica de um material, é preciso conhecer com detalhes sua estrutura eletrônica e sua estrutura de fônons. Por esta razão, tornou-se impossível durante vários anos prever qual seria a temperatura crítica de um material. Somente nos últimos tempos, os computadores de grande porte e o desenvolvimento de programas de cálculo complexos permitiram realizar esse tipo de estimativa em materiais simples. A busca de novos supercondutores foi, de um modo ge-



Temperaturas críticas de diversos supercondutores em função do ano em que foram determinadas. As temperaturas de ebulição de diferentes líquidos criogênicos são indicadas como referência.

ral, empírica. O físico norte-americano de origem alemã, B. Matthias, destacou-se como um dos mais ativos nesse campo. Graças à sua intuição física e ao seu profundo conhecimento dos materiais, pôde desenvolver ligas e compostos supercondutores com grandes campos e correntes críticas e aumentar as temperaturas críticas, embora estas nunca tivessem chegado a ser muito altas. Os trabalhos de Matthias levaram em 1973 ao desenvolvimento de um material composto por nióbio (Nb) e germânio (Ge), cuja fórmula química é Nb₃Ge, com uma temperatura crítica de 23 K. Este foi, durante muitos anos, o recorde de alta temperatura crítica em matéria de supercondutividade.

Os esforços para encontrar materiais de alta temperatura crítica foram tantos e

tão poucos os avanços, que o desânimo tomou conta dos pesquisadores. O próprio Matthias sugeriu, nos últimos anos de sua vida, que não poderia haver supercondutividade acima de 30 K. Alguns cálculos teóricos coincidiam com tal afirmação. Cientistas de prestígio reconhecido chegaram a escrever que já se tinha dito tudo a respeito da supercondutividade.

No entanto, no início da década de 1980, a descoberta de novos materiais supercondutores, denominados 'férmions pesados', chamou a atenção dos físicos, embora muito mais por seu interesse acadêmico que por suas possíveis aplicações tecnológicas. Ainda se pensava que a idade de ouro da supercondutividade já se encerrara.

Contudo, alguns grupos continuaram pesquisando e, em janeiro de 1986, dois físicos alemães que trabalham na Suíça, K.A. Muller e J.G. Bednorz, demonstraram que um material composto por lantano (La), bário (Ba), cobre (Cu) e oxigênio (O), cuja fórmula química é La_{2-x}Ba_xCuO (onde x é variável) se torna supercondutor a 30 K. Não parecia um avanço extraordinário, mas representava um novo recorde, superando de forma bastante significativa a temperatura crítica de 23 K que o Nb₃Ge apresenta (ver figura à esquerda).

O trabalho de Muller e Bednorz foi publicado numa revista de física alemã em agosto de 1986. Nos meses seguintes, grupos de pesquisadores de outros laboratórios reproduziram o material e comprovaram a existência da supercondutividade em temperaturas próximas a 40 K. No entanto, só em dezembro daquele ano a comunidade científica tomou consciência do alcance da descoberta. Muitos laboratórios do mundo iniciaram então trabalhos sobre o estudo destes novos supercondutores. Em janeiro de 1987, físicos da Universidade do Texas encontraram outro material, similar ao anterior, que apresentava sinais de supercondutividade a mais de 90 K! O interesse foi tão grande que as revistas especializadas e os organizadores de reuniões científicas tiveram que procurar novas formas de processar a grande quantidade de informação que lhes chegava.

O Prêmio Nobel de Física de 1987 foi concedido a Muller e Bednorz, que iniciaram esta recente corrida em busca da supercondutividade de alta temperatura crítica.

Os trabalhos sobre novos materiais continuam dando frutos: em fevereiro de 1988, cientistas da IBM comunicaram a descoberta de um novo composto com temperatura crítica de 125 K (-148°C).

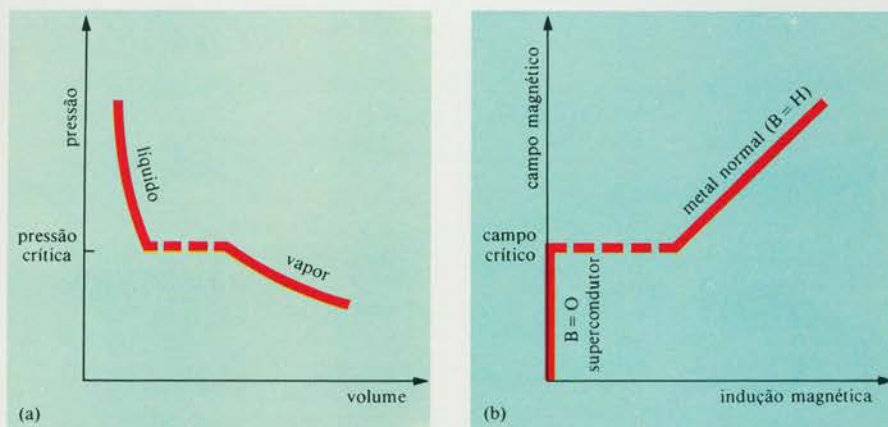


Fig. 4. (a) Isoterma num diagrama pressão-volume. Ao atingir a pressão crítica, coexistem as fases líquida e vapor (linha pontilhada); (b) Isoterma num diagrama H-B. Ao atingir o campo magnético crítico, coexistem as fases normal e supercondutora (linha pontilhada).

Para melhor apreciar a semelhança que existe entre a transição de fase líquido-vapor e a transição supercondutora, mostramos na figura 4 os diagramas de fase, utilizando as variáveis de estado correspondentes: P e V para o líquido-vapor, H e B para o supercondutor. Tendo escolhido essas variáveis, a temperatura permanece fixa por toda a curva, que por isso é chamada de isoterma. Nas duas transições existe uma zona horizontal, correspondente a um valor de volume ou indução magnética, de acordo com a transição analisada. Isto indica que nesta parte da isoterma coexiste a fase líquida (água) e a fase gasosa (vapor d'água): nessas condições de temperatura e pressão, o líquido ferve. No supercondutor também podem coexistir material supercondutor ($B = 0$) com material não supercondutor ($B = H$).

Um metal se diferencia dos demais materiais pela forma particular como interagem os átomos que o constituem. Esta é a causa pela qual alguns elétrons se desprendem dos átomos e se movimentam entre eles com bastante liberdade. Isso permite diferenciar drasticamente um metal de um isolante. A corrente elétrica nos metais é uma manifestação do movimento das cargas elétricas no seu interior. Entender o porquê da movimentação quase livre das cargas negativas entre átomos carregados positivamente constituiu um problema importante, resolvido pela física que se dedica ao estudo do estado sólido.

O movimento livre dos elétrons indica que eles possuem características semelhantes às de um gás. No entanto, se os elétrons no sólido se movessem sem nenhum tipo de interação, poderíamos transportar a corrente elétrica sem consumo de energia. Tal estado corresponderia a um condutor perfeito, que não é a mesma coisa que um supercondutor.

As interações que sofrem os elétrons não são suficientemente fortes para suprimir suas características de gás, mas são capazes de impedir que a eletricidade se propague sem resistência. Como a manifestação da resistência à passagem da corrente é a produção de calor (que podemos detectar colocando simplesmente nossa pele em contato com o metal), conclui-se que essa 'fricção' é exercida entre os elétrons e os próprios átomos que constituem o sólido. Outra evidência de que ocorre interação entre os elétrons e os átomos: à maior temperatura corresponde maior resistência elétrica. Esse resultado pode ser compreendido se lembrarmos que a temperatura aumenta a entropia de um sólido, tornando maior a amplitude das vibrações dos átomos em volta da posição de equilíbrio que ocupam em baixas temperaturas. Tendo os elétrons necessidade de se propagar entre os átomos, seu caminho ficará mais restrito quanto maior for a temperatura. De fato, a descoberta da supercondutividade foi possível graças ao interesse que existia no início do século em decidir se era correta a interpretação da origem da resistência elétrica. Com tal objetivo, foi medida a resistividade dos metais em temperaturas tão baixas quanto os meios tecnológicos da época o permitiam. Pelos argumentos apresentados, deveríamos esperar que, em temperaturas muito próximas ao zero absoluto, os caminhos ficassem livres de obstáculos, de tal modo que a passagem da corrente encontraria uma resistência desprezível. Surpreendentemente, observou-se que, muito antes de que isso acontecesse, alguns metais alteravam o seu comportamento de maneira brusca, transportando corrente sem nenhuma resistência. No entanto, considerando o metal antes de ele virar um supercondutor, encontramos uma dificuldade na interpretação que estamos construindo. Por que o gás de elétrons tem que continuar sendo gás? Por que não usa

suas interações para se transformar em líquido ou sólido, diminuindo assim sua entropia? As respostas a tais perguntas se acham na chamada física quântica, que também começou a se desenvolver nas primeiras décadas de nosso século.

Naquela época havia muitas incógnitas a respeito do comportamento da matéria em geral e dos elétrons em particular. Por exemplo, quando se calcula a energia térmica dos elétrons em temperaturas um pouco superiores às necessárias para induzir supercondutividade, percebe-se que suas velocidades são muito menores do que aquela necessária para explicar a condução elétrica, em termos clássicos.

A física moderna (já não tão moderna), também chamada quântica, demonstrou que não pode haver, em todo metal, mais de dois elétrons com a mesma velocidade (princípio de exclusão de Pauli). Entendemos por velocidade não apenas a quantos quilômetros por segundo se movimenta a partícula, como também em que direção avança. Como os metais possuem milhões e milhões de elétrons por centímetro cúbico, esta condição impõe a existência de elétrons com velocidades muito altas, inclusive no zero absoluto. A física moderna explica por que o estado de menor entropia (temperatura zero) não implica, necessariamente, um estado de movimento nulo, sendo compatíveis a existência de partículas com velocidades não-nulas e o conceito clássico de entropia zero. Mesmo no zero absoluto, elétrons de um metal movem-se a velocidades de cerca de três mil quilômetros por segundo. Isso não significa que haja uma corrente elétrica resultante. Os elétrons movem-se com alta velocidade, mas, qualquer que seja a direção que escolhermos, haverá sempre tantos elétrons naquela direção como na oposta. O campo elétrico é a força necessária que quebra essa simetria e origina a corrente.

Se não houvesse a explicação da física quântica para o comportamento dos elétrons nos metais, teríamos que associar suas velocidades a temperaturas de várias dezenas de milhares de graus centígrados. Isso obviamente seria absurdo, pois nessas temperaturas não existem metais em estado sólido.

A introdução dos conceitos da física moderna permitiu não só compreender o processo de condução elétrica com resistência, como também mostrar a dimensão da dificuldade enfrentada quando se pretendeu entender a origem microscópica da supercondutividade. Era preciso descobrir a origem de energias de interação, que são muito pequenas quando comparadas com a energia cinética que possuem os elétrons, mesmo no zero absoluto. Por isso, foram necessários mais de 50 anos de estudos experimentais e teóricos, com a realização de

ELÉTRONS DE COMPORTAMENTO CURIOSO

A teoria BCS explica qual é a origem da supercondutividade nos materiais tradicionais e qual é a diferença entre os supercondutores e um metal normal, do ponto de vista do comportamento dos elétrons.

Tal teoria mostra que, em determinadas circunstâncias, pode haver interações atrativas entre os elétrons do metal. Isto parece contradizer conceitos fundamentais da eletricidade: duas cargas iguais se repelem e, portanto, dois elétrons, ambos com carga negativa, deveriam repelir-se. Mas isso só se verifica para duas cargas no vácuo. Explicaremos mais adiante como dois elétrons no interior de um metal podem atrair-se.

Aceitemos por um momento a existência de forças atrativas entre os elétrons e observemos o que ocorre com um gás de elétrons na presença dessas forças. Em baixas temperaturas, o efeito das interações é significativo, tendendo os elétrons a juntar-se em pares. Numa linguagem metafórica, cada um destes pares, conhecidos sob o nome de 'pares de Cooper', poderia ser pensado como uma 'molécula' formada por dois elétrons.

Enquanto num metal comum os elétrons formam um gás (gás quântico), nos materiais supercondutores os elétrons formam um conjunto de pares. O caráter quântico dos elétrons faz com que o estado supercondutor não se constitua simplesmente num gás de pares. As leis fundamentais da física quântica exigem que esses pares sejam incapazes de se movimentar de forma independente. Uma das consequências mais surpreendentes dessas leis é que os pares de Cooper devem mover-se todos com a mesma velocidade. Deduz-se daí uma importante conclusão: o estado supercondutor é um estado *coerente* em que *todos os pares viajam com a mesma velocidade*.

Num metal normal, a corrente elétrica se estabelece quando a maioria dos elétrons viaja numa direção. Um elétron pode chocar-se contra uma impureza, um defeito ou contra a desordem induzida pela temperatura, mudando de direção e de velocidade, com uma única restrição: respeitar o princípio de exclusão de Pauli, que não permite que mais de dois elétrons ocupem estados idênticos.

Se fizéssemos circular uma corrente elétrica num metal e eliminássemos a voltagem que a produz, os choques mudariam o valor da corrente e, após milhares de choques casuais, a velocidade do gás de

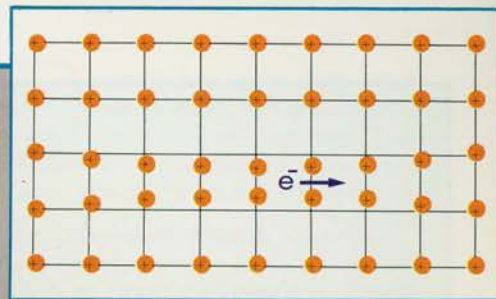
elétrons seria, em média, nula. Teríamos o mesmo número de elétrons movendo-se em direções opostas. Se induzíssemos a formação de uma corrente elétrica num anel metálico (por exemplo, variando um campo magnético), após certo tempo a corrente também seria zero. Como se sabe, só é possível manter a corrente se um campo elétrico, como aquele gerado por uma pilha, acelerar os elétrons permanentemente numa direção determinada.

Num supercondutor com corrente elétrica, os pares de elétrons podem ocupar o mesmo estado quântico, não estando sujeitos, portanto, ao princípio de exclusão, válido para os elétrons individuais. Para deter a corrente, deve-se deter simultaneamente todos os pares — que se movem com uma certa velocidade — ou destruí-los e passar ao estado normal. É bastante intuitivo pensar que uma impureza, um pequeno defeito no material ou ainda as vibrações dos átomos em torno de sua posição de equilíbrio não seriam capazes de deter espontaneamente os milhares de trilhões de pares que se movem com essa velocidade e que, se a energia térmica for insuficiente para destruir os pares, a corrente flui indefinidamente. O material apresenta então resistência zero.

A pergunta básica que devemos responder é: como dois elétrons podem se atrair para formar um par? Os metais são formados por um conjunto de íons de carga positiva (que conformam uma estrutura geométrica espacial) e um gás de elétrons de carga negativa (que se movimentam entre os íons). A distribuição de íons define o que se conhece como rede cristalina; os elétrons que viajam são chamados elétrons de condução.

Os íons e os elétrons se atraem, pois possuem cargas opostas. Assim, quando um elétron viaja pela rede cristalina, atrai os íons, que se deslocam ligeiramente de sua posição de equilíbrio.

Por serem partículas pesadas, os íons possuem certa inércia; quando o elétron se distancia, eles demoram um certo tempo para retornar à posição original. À medida que se desloca, o elétron vai deixando uma 'trilha' no cristal, marcada pelo afastamento dos íons da posição de equilíbrio. Um outro elétron encontrará o cristal deformado e se deslocará na direção de maior densidade de íons, seguindo a trilha deixada pelo primeiro elétron (ver figura).



A passagem de um elétron, com a sua carga negativa, através da rede cristalina formada por íons positivos, provoca um deslocamento destes, que se afastam de sua posição normal. Tal efeito está vinculado à aparição de forças atrativas entre pares de elétrons, que dão origem a pares de Cooper, elementos fundamentais na explicação da supercondutividade dada pela teoria BCS: o material é supercondutor quando as forças atrativas dominam a cinética dos elétrons.

Dessa forma, o segundo elétron seguirá o primeiro. Tal imagem — um primeiro elétron viajando pela rede e seguido pelo segundo — é de fácil visualização, mas não é rigorosa. Na verdade, o efeito que o primeiro produz sobre o segundo é igual ao efeito que este produz sobre o primeiro. O resultado é, portanto, uma força atrativa entre ambos os elétrons. Trata-se de uma interação mediada pelo deslocamento da rede cristalina e retardada no tempo, mas suficiente para formar pares de elétrons. Quando tais forças dominam a cinética dos elétrons, o material é supercondutor.

Ao longo de vários anos, centenas de experiências confirmaram essas idéias nos supercondutores tradicionais. No entanto, como já foi dito, é possível que, nos novos materiais supercondutores, o mecanismo que dá origem ao fenômeno da supercondutividade seja diferente. Há, no entanto, uma objeção possível e significativa: as forças atrativas induzidas pelas deformações da rede cristalina são muito fracas, e uma temperatura de alguns graus ou décimos de grau é suficiente para destruir os pares.

As propostas dos físicos teóricos para explicar a nova supercondutividade poderiam ser classificadas, esquematicamente, em dois grupos: ou se trata de uma manifestação completamente diferente da supercondutividade tradicional ou se trata de um estado semelhante ao proposto pela teoria BCS, mas com interações atrativas que possuem uma outra origem. No marco desta última postura — mais conservadora que a primeira —, foi demonstrado que interações de origem magnética ou de transferência de carga entre íons poderiam dar lugar, nestes complexos materiais, a interações atrativas mais fortes que as provocadas pelo deslocamento dos íons da rede.

EM BUSCA DE UMA TEORIA

O fenômeno da supercondutividade em altas temperaturas é semelhante ao descoberto por Kamerlingh Onnes no início do século, em temperaturas próximas do zero absoluto. Mas não há dúvida de que a origem microscópica das novas descobertas é de outra natureza. Apesar de terem aparecido em pouco tempo diversas teorias tentando explicar a nova supercondutividade, não existe ainda suficiente evidência experimental que permita descartar umas ou aceitar outras. A necessidade de contar com uma teoria adequada é evidente: ela não apenas permitiria compreender o fenômeno profundamente, como também facilitaria a busca de materiais apropriados para uso em escala industrial.

As mais importantes teorias propostas até o momento podem ser classificadas em dois grupos: umas postulam que as interações que dão origem à supercondutividade são de caráter magnético; outras dizem que as flutuações de carga desempenham o papel dos fônons no caso da supercondutividade em baixas temperaturas. Descreveremos rapidamente essa segunda alternativa, já que se trata do mecanismo que estamos pesquisando atualmente.

Alguns materiais semelhantes aos supercondutores em altas temperaturas, co-

mo o La_2CuO_4 , são semicondutores, isto é, perdem gradualmente a capacidade de conduzir a corrente elétrica, na medida em que são esfriados. Somente quando são inibidos com estrôncio e bário (o que implica substituir os íons do lantano pelos íons destes elementos), transformam-se em metais e, se a concentração do inibidor for suficiente, tornam-se supercondutores. Nestes materiais, quando cada íon de estrôncio ou bário substitui um íon de lantano na fórmula original, produz-se uma carga elétrica capaz de movimentar-se pelo material e transportar corrente. Tais cargas se deslocam fundamentalmente pelos planos de cobre-oxigênio da estrutura do material cerâmico.

A experiência de inibir um semicondutor para transformá-lo num metal é conhecida há muito tempo. A novidade consiste em obter um supercondutor que iniba um semicondutor. A idéia de uma supercondutividade originada nas flutuações de carga é a seguinte: quando uma carga elétrica se desloca pelos planos já citados de cobre-oxigênio, produz nas suas vizinhanças uma redistribuição dos elétrons do cobre e do oxigênio. Tal distribuição não é estática; trata-se de flutuações que acompanham a carga em movimento. Isso pode ser representado pelo esquema:



Costuma-se dizer que a carga viaja 'vestida' por uma nuvem de flutuações. As forças coulombianas dão origem a esta deformação da estrutura eletrônica nas proximidades de uma carga que se desloca pelo material.

Duas cargas que se deslocam no mesmo plano podem partilhar essas flutuações, aproveitando-se cada uma do entorno gerado pela outra. Forma-se assim um par semelhante ao par de Cooper. À diferença do que ocorre com os fônons, a energia de ligação de um par gerado por flutuações de carga pode ser consideravelmente grande e, portanto, suportar temperaturas altas.

Esse fenômeno não ocorre em qualquer material. Para que isso aconteça é necessária uma estrutura eletrônica particular, que pode ser obtida somente em compostos que possuem mais do que uma classe de átomos.

Como já foi dito anteriormente, nenhuma das teorias que se discute no momento tem a aceitação da comunidade científica, não apenas pela carência de dados experimentais suficientes para sua comprovação, mas porque nenhuma atingiu um desenvolvimento que permita prever de forma inequívoca novos efeitos ou propriedades demonstráveis no laboratório.

NUM LABORATÓRIO DE BARILOCHE...

O estudo dos novos supercondutores abrange muitos aspectos da ciência dos materiais. A descoberta das interações responsáveis pela conversão dos elétrons em supercondutores em temperaturas tão altas é um enigma à espera de solução. É preciso adaptar as teorias macroscópicas às características da nova supercondutividade para estabelecer o marco a ser respeitado pelas teorias microscópicas. As teorias macroscópicas serão, além do mais, a fundamentação apropriada para discutir as possíveis aplicações tecnológicas das descobertas que se avizinham.

Em laboratórios do Centro Atômico Bariloche, na Argentina, pesquisamos o comportamento dos materiais cerâmicos em temperaturas superiores à crítica, procurando respostas para uma série de perguntas. Entre elas, podemos citar, por

exemplo: quais são os mecanismos que determinam a condutividade elétrica no estado normal? Como a desordem ou os defeitos atômicos influem na condutividade elétrica? Qual é a relação de dependência com a temperatura? Que influência exerce cada uma das espécies atômicas que constituem o material nas suas diversas propriedades?

Com o objetivo de encontrar correlações entre algumas propriedades do estado normal e o supercondutor, pesquisamos a influência da composição química na resistividade elétrica e nas características supercondutoras. Comprovamos assim a importância da concentração do oxigênio na condutividade elétrica e no comportamento supercondutor. Os resultados obtidos — entre eles, a verificação de que os campos magnéticos necessários

para destruir a supercondutividade ultrapassam as centenas de milhares de gauss — levam a concluir que a supercondutividade de alta temperatura crítica é muito sensível à presença de defeitos estruturais. A densidade de elétrons supercondutores cai profundamente e pode, inclusive, anular-se em algumas regiões, para se recuperar rapidamente nas regiões onde a estrutura corresponde à ideal.

É preciso realizar um bom número de experiências e análises teóricas que permitam adaptar a teoria de Landau e Ginzburg aos novos supercondutores. Por outro lado, é um verdadeiro desafio tecnológico compatibilizar tanto as condições necessárias para atingir o estado supercondutor como as propriedades destes novos materiais com as severas exigências das aplicações práticas.



Fig. 5. Monocristais supercondutores de $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$. (Microfotografia eletrônica de varredura. Cortesia de E. Manghi e G. Polla, Divisão Física do Sólido, Comissão Nacional de Energia Atômica, Argentina.)

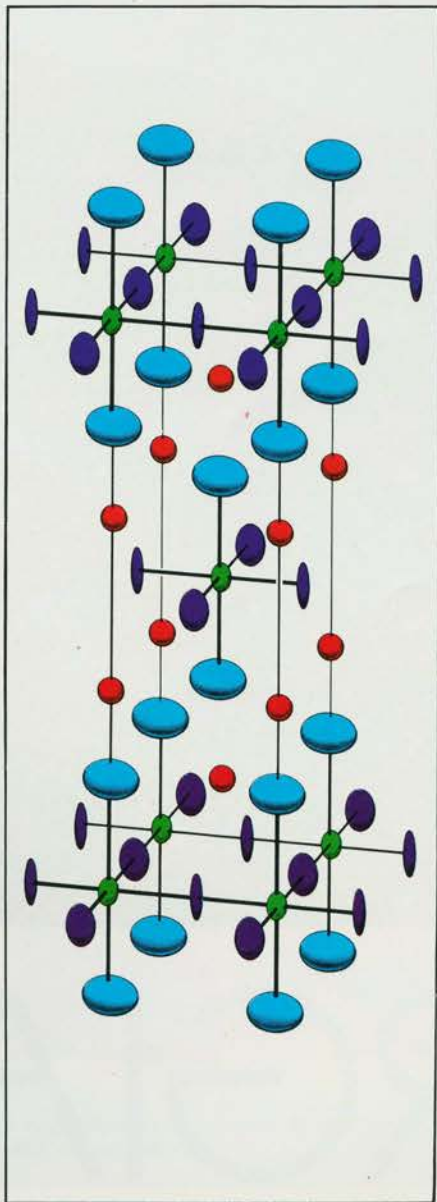
Fig. 6. Estrutura cristalina de um supercondutor cerâmico do tipo $\text{La}_{2-x}\text{Ba}_x\text{CuO}_2$. Os oxigênios (■) formam com o cobre (■) estruturas bidimensionais (planos). Os oxigênios (■) encontram-se fora desses planos, afastados do cobre, a distâncias maiores do que as anteriores. O (■) corresponde a La/Ba.

milhares de experimentos, a fabricação de muitas novas ligas supercondutoras, a proposta de dezenas de modelos, antes que J. Bardeen, L.N. Cooper e T.R. Schrieffer (BCS) pudessem sintetizar os conhecimentos prévios e formular uma nova teoria que explicasse satisfatoriamente o grande volume de informações acumulado.

Em 1986, K.A. Muller e J.G. Bednorz comprovaram a existência da supercondutividade em materiais cerâmicos em temperaturas maiores que as consideradas limites naturais. Como consequência, despertaram grande interesse pela origem da nova supercondutividade. A descoberta dos supercondutores com temperaturas cada vez mais próximas da temperatura ambiente sugere a possibilidade de uma nova revolução tecnológica. Isso acontecerá se técnicos e pesquisadores conseguirem resolver as dificuldades práticas associadas aos materiais cerâmicos supercondutores.

Existem no universo 105 elementos diferentes. Alguns abundantes na Terra; outros sintetizados pelo homem. Toda a matéria, orgânica e inorgânica, é composta desses 105 elementos. Os materiais simples, como o mercúrio, o supercondutor de Kamerlingh Onnes, são formados por apenas uma classe de átomos. As ligas são sistemas mais complexos, em que se misturam dois ou três metais diferentes. Os novos supercondutores são compostos muito complexos, com quatro a cinco elementos distintos. Por causa do método usado na sua fabricação e de sua textura, são chamados de materiais cerâmicos (figura 5).

O primeiro a ser descoberto foi o formado por lantano (La), bário (Ba), cobre (Cu) e oxigênio (O). Logo em seguida, percebeu-se que, substituindo o bário pelo estrôncio



(Sr), conseguiam-se supercondutores melhores. Um composto descoberto no Texas, em 1987, contém ítrio (Y), bário, cobre e oxigênio, e possui uma temperatura crítica de 93 K. Os novos materiais encontrados nos primeiros meses de 1988 são compostos de bismuto (Bi), cálcio (Ca), bário, cobre e oxigênio. O composto de maior temperatura crítica que se conhece (aproximadamente 125 K ou -148°C) possui tálio (Tl) em vez de bismuto.

Os novos supercondutores têm em comum a presença de cobre e oxigênio. Em todos os casos, quando se constitui a rede cristalina, os átomos de oxigênio e cobre distribuem-se em planos. Presume-se que a supercondutividade em tais materiais esteja fortemente associada ao comportamento dos elétrons nesses planos (figura 6).

A busca de supercondutores melhores não é simples. Levando em conta que o cobre e o oxigênio são ingredientes essenciais, quantos compostos, contendo esses elementos, poderiam ser produzidos misturando-se em diferentes proporções os elementos da tabela periódica? Quantos materiais fantásticos, supercondutores ou não, encontram-se escondidos na tabela periódica? O desafio dos cientistas que se dedicam ao estudo dos materiais é encontrá-los; sua obrigação moral é que eles sejam utilizados em benefício do homem.

Nota: este artigo, escrito originalmente em espanhol, foi preparado pelas equipes de texto e de arte de Ciência Hoje, revista produzida na Argentina, cujo primeiro número coincide com esta edição de Ciência Hoje.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- DE GENNES, P.G. *Superconductivity of metals and alloys*, Benjamin, 1966.
- KHURANA, A. 'Superconductivity seen above the boiling point of nitrogen', *Physics Today*, vol. 40, n° 4, p. 17, 1987.
- LONDON, F. *Superfluids*, V61. I, Wiley, 1950.
- LYNTON, E.A. *Superconductivity*, Methuen, 1969.
- MENDELSSOHN, K. *Quest for absolute zero*, Mc Graw-Hill, 1966.
- MULLER, K.A. et BEDNORZ, J.G. 'La découverte de la superconductivité à haute température', *La Recherche*, n° 195, p. 53, 1988.

CARVÃO

Mesmo sendo o combustível mais disponível no país, o carvão fóssil ou de pedra tem sofrido muitas críticas, em consequência de seu efeito poluidor. Existem, porém, alternativas para que esse problema seja eliminado com tecnologias mais modernas e mais baratas do que as tradicionais.

ENERGIA SEN



foto Image Bank — M. Melford

Gilberto Wageck Amato
Fundação de Ciência e Tecnologia

A POLUIÇÃO

Fatores estratégicos e econômicos exigem que as necessidades energéticas de um país sejam atendidas por um somatório de alternativas. Entre estas, o carvão está destinado a ocupar espaço importante no Brasil, seja de forma direta, pela combustão que gera gases quentes para fins industriais, seja de forma indireta, pela termoeletricidade e gaseificação. Este último processo deverá ser incrementado nos próximos anos, pois já é possível compatibilizar o gás aqui produzido a partir do carvão com o gás natural de procedência argentina, que provavelmente nos chegará na próxima década através de um gasoduto a ser instalado no sul do país.

A figura 1 compara as reservas de carvão disponíveis no território nacional com as de petróleo, levando em conta seu valor calórico como combustível. Existem no país recursos da ordem de 31 bilhões de toneladas de carvão, das quais 92% localizadas no estado do Rio Grande do Sul. Elas representam, em equivalente calórico, cerca de 20 vezes as reservas brasileiras de petróleo. Quanto à utilização, o maior consumidor de carvão fóssil é o estado de Santa Catarina, que dispõe de 8% das reservas (ver 'Na gangorra do petróleo', em *Ciência Hoje*, nº 24).

Os carvões brasileiros são geralmente considerados de má qualidade, quando analisados exclusivamente pelo seu conteúdo em material combustível e em materiais inertes (cinzas e resíduos), que chegam a 50%. Se lançarmos mão de tecnologias desenvolvidas para carvões diferentes daquele de que dispomos, os resultados não serão

2 RENDIMENTO COMPARADO DE COMBUSTÍVEIS

Fontes primárias e secundárias	Massa específica (kg/m³)	Poder calorífico (kcal/kg ou kcal/m³)
Gás liquefeito de petróleo	556	11.730
Gasolina	743	11.220
Óleo combustível médio	995	10.130
Óleo diesel	851	10.730
Petróleo médio	867	10.800
Carvão vapor 3.100	—	3.100
Carvão vapor 6.000	—	6.000
Carvão vapor médio	—	4.460
Carvão metalúrgico nacional	—	6.800
Gás canalizado 4.300	—	4.300
Lenha	280	2.524
Carvão vegetal	—	6.800
Cana-de-açúcar média	—	1.070
Alcool etílico	789	7.090
Bagaço de cana	—	2.257
Xisto	2.100	1.458

Fonte: Balanço Energético Nacional, MME, 1986

A massa específica dos derivados de petróleo é medida a 20°C. A cana-de-açúcar, para efeito de comparação, tem 50% de umidade.

1 RECURSOS E RESERVAS ENERGÉTICAS BRASILEIRAS

Especificação	Unidade	Reserva total	Equivalência energética (1.000 tEP)
Petróleo	m³ × 10³	344.694	298.850
Gás natural	m³ × 10³	92.734.000	84.573
Óleo de xisto	m³ × 10³	818.000	709.206
Carvão mineral <i>in situ</i>	t × 10³	30.993.094	6.006.155 (1)
Hidráulica	GW ano (2)	106,5	271.000/ano
Energia nuclear	t U ₃ O ₈	301.490	2.100.000 (3)
Turfa	t × 10³	487.290	153.410

Fonte: Balanço Energético Nacional, MME, 1986

A equivalência energética é medida em toneladas de energia produzida (tEP). No caso do carvão (1), os coeficientes de conversão são variáveis, admitindo-se recuperação de 50% na lavra subterrânea e de 90% na lavra a céu aberto. A energia hidráulica considerada, medida em gigawatts (2), é a energia 'firme'. Na medição da energia nuclear (3), são consideradas as perdas de mineração, sem levar-se em conta a reciclagem de plutônio e urânio residual. A turfa energética é medida seca.

satisfatórios. Porém se utilizarmos as tecnologias adequadas, sob o ponto de vista da conversão, da utilização dos subprodutos e do controle ambiental, nosso carvão pode ser considerado de bom insumo energético (figura 2).

Há quatro décadas a Fundação de Ciência e Tecnologia (Cientec) vem pesquisando o carvão fóssil brasileiro. Nos últimos dez anos seus esforços se concentraram na pesquisa dos processos de combustão e gaseificação. A fundação foi responsável pelo desenvolvimento de estudos que levaram ao aproveitamento integral do carvão na indústria de cimento, sob a forma de combustível e de matéria-prima, pois suas cinzas, incorporadas à massa, resultam no chamado cimento pozolânico, já amplamente usado na construção civil.

Mais recentemente, a Cientec concebeu o projeto Unitec (Unificação de Tecnologias Disponíveis), em que uma central para distrito industrial recebe como insumos carvão ROM (sem beneficiamento), cinzas de outros consumidores de carvão, calcário e água, gerando a partir daí energia, va-

por e materiais para construção. A Cientec tem obtido considerável sucesso no aperfeiçoamento do processo de combustão e conta hoje com 20 fornalhas instaladas ou em fase de instalação. O sistema de combustão — a chamada tecnologia Cicom —, em leito fluidizado, assegura um nível de conversão de quase 100%, graças às condições favoráveis de contato entre combustível e comburente.

O mesmo tipo de reator é utilizado para a gaseificação. Para isso foi desenvolvido processo de geração de um gás de baixo poder calorífico (1.220 kcal/Nm³, em que Nm³ ou normal-metro cúbico é o m³ em condições normais de temperatura e pressão), equivalente ao que vinha sendo obtido em leito fixo pela Companhia Rio-

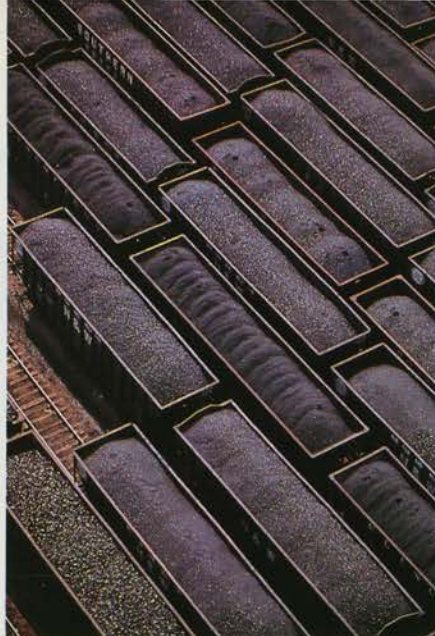


Foto Image Bank — Jay Sreis

grandense de Nitrogenados (CRN), em Rio Grande (RS). Encontra-se também em andamento um processo para geração de gás de médio poder (Cigás, 2.500 kcal/Nm³). Outro projeto da Cientec a partir do carvão é uma cal hidráulica pozolânica — batizada de Aglotec — que a médio prazo deve estar presente na construção civil com diversas utilidades, como pisos, rebocos e assentamento de tijolos. Todos esses produtos foram concebidos com tecnologia adequada às características do carvão brasileiro. Quando se trata dos danos que os processos industriais podem trazer ao meio ambiente, as tecnologias adequadas são também o melhor caminho, pois o risco que oferecem é mínimo, como o gaseificador desenvolvido pela Cientec comprova.

3

PRINCIPAIS REAÇÕES QUÍMICAS NA GASEIFICAÇÃO DO CARVÃO

Reação	Entalpia de reação (kcal/mol)	Características da reação	Papel na gaseificação
(1) $C + O_2 \rightarrow CO_2$	-94,1	Altamente exotérmica. Rápida, completa-se quanto ao consumo de oxigênio.	Na gaseificação com ar-vapor e com oxigênio-vapor, fornece calor para as reações (3) e (4).
(2) $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$	-57,8	Altamente exotérmica. Rápida, completa-se quanto ao consumo de oxigênio.	Reação de matéria volátil do carvão com oxigênio (ou ar), quando estes são alimentados concorrentemente com o carvão.
(3) $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$	+31,4	Endotérmica. Lenta, favorecida por temperaturas acima de 730°C. Raramente atinge o equilíbrio a 1.100°C, quando a decomposição da água já está teoricamente completa.	Reação básica de gaseificação, que produz componentes básicos de gás de carvão.
(4) $C + CO_2 \rightarrow 2CO$	+41,2	Endotérmica. Componente semelhante ao da reação anterior. É, porém, considerada mais lenta que aquela.	Reação secundária de gaseificação, enriquece o gás em CO.
(5) $C + 2H_2 \rightarrow CH_4$	-17,9	Exotérmica. Favorecida por pressões elevadas e temperaturas inferiores a 620°C.	Ocorre especialmente nos processos onde o carvão entra em contato com pressões elevadas de H ₂ , a temperaturas mais baixas.
(6) $CO + H_2O \rightarrow H_2 + CO_2$	-9,8	Levemente exotérmica. Favorecida abaixo de 730°C. Aproxima-se do equilíbrio em função da decomposição do vapor. Ocorre na superfície do carvão. É influenciada pela reatividade do carvão e possivelmente pela atividade catalítica das cinzas.	Utilizada no reator catalítico de deslocamento para ajustar a proporção H ₂ /CO, conforme a síntese que se pretenda obter.
(7) $CO + 3H_2 \rightarrow CH_4 + H_2O$	-49,3	Muito exotérmica. Ocorre em reator catalítico especial.	Utilizada na produção de gás de elevado poder calorífico. Ainda não foi demonstrada em escala comercial.

As reações mais importantes que ocorrem em um processo a pressão atmosférica são as de número (1), (3) e (4). Quando se aumenta a pressão no gaseificador, consegue-se produzir maior quantidade de metano, resultando num gás de maior poder calorífico. O aumento de pressão facilita a distribuição do gás, já que não há necessidade de compressores.

Por gaseificação de carvão entende-se o processo endotérmico que visa a gerar gases combustíveis a partir da reação do carvão com agentes gaseificantes (vapor d'água, ar, oxigênio, hidrogênio, gás carbônico, ou uma mistura desses elementos). Assim, a gaseificação se distingue de outras formas de utilização de carvão, como a pirólise e a carbonização, que ocorrem em atmosferas inertes, e a liqüefação, que se desenvolve em meio líquido. Os gases combustíveis gerados são basicamente o monóxido de carbono (CO), o hidrogênio (H) e, dependendo do processo utilizado, o metano (CH). De acordo com o elemento usado, o processo de gaseificação apresenta reações características (figura 3). Quando se aumenta a pressão no gaseificador, consegue-se produzir maior quantidade de metano e o resultado será um gás com maior poder calorífico. O aumento de pressão facilita a distribuição do gás, já que não há necessidade de compressores.

Pode-se fornecer calor externa ou internamente, através da queima de parte do carvão com oxigênio. Os processos desenvolvidos até agora utilizam a queima do carvão como fonte de energia. Já estão sendo aperfeiçoados processos que utilizam o aquecimento por fonte externa, como por exemplo mediante o acoplamento de uma planta de gaseificação a uma de energia nuclear, que fornece o calor necessário à gaseificação. Na queima de carvão, o oxigênio pode ser suprido por ar ou oxigênio puro, obtendo-se respectivamente um gás de baixo ou de médio poder calorífico.

O poder calorífico de um gás é medido pela quantidade de calor que cada unidade de volume libera no processo de queima. Quando se usa ar como fonte de oxigênio, introduz-se também no gaseificador o nitrogênio, que é inerte na queima do gás e junto com o oxigênio diminui a quantidade de calor que pode ser liberada por unidade de volume. Desta forma obtém-se um gás de baixo poder calorífico. No caso de



Foto Image Bank — Sebastião Barbosa

se utilizar oxigênio puro, não se introduz nitrogênio, aumentando-se assim o poder calorífico por unidade de volume, com o que se obtém um gás de médio poder calorífico. Pode-se obter ainda um gás de alto poder calorífico pelo aumento das quantidades de metano. Os gases têm diferentes aplicações energéticas de acordo com seu poder calorífico (figura 4).

O processo Cívogás de gaseificação desenvolvido pela Fundação de Ciência e Tecnologia, do Rio Grande do Sul, que se destina à produção de gás de baixo poder calorífico, é o único até o presente que utiliza carvão, tecnologia, materiais e equipamentos nacionais. Os demais, desenvolvidos a partir de carvões estrangeiros bastante diferentes dos nossos, não foram postos em operação em sistemas que usam car-

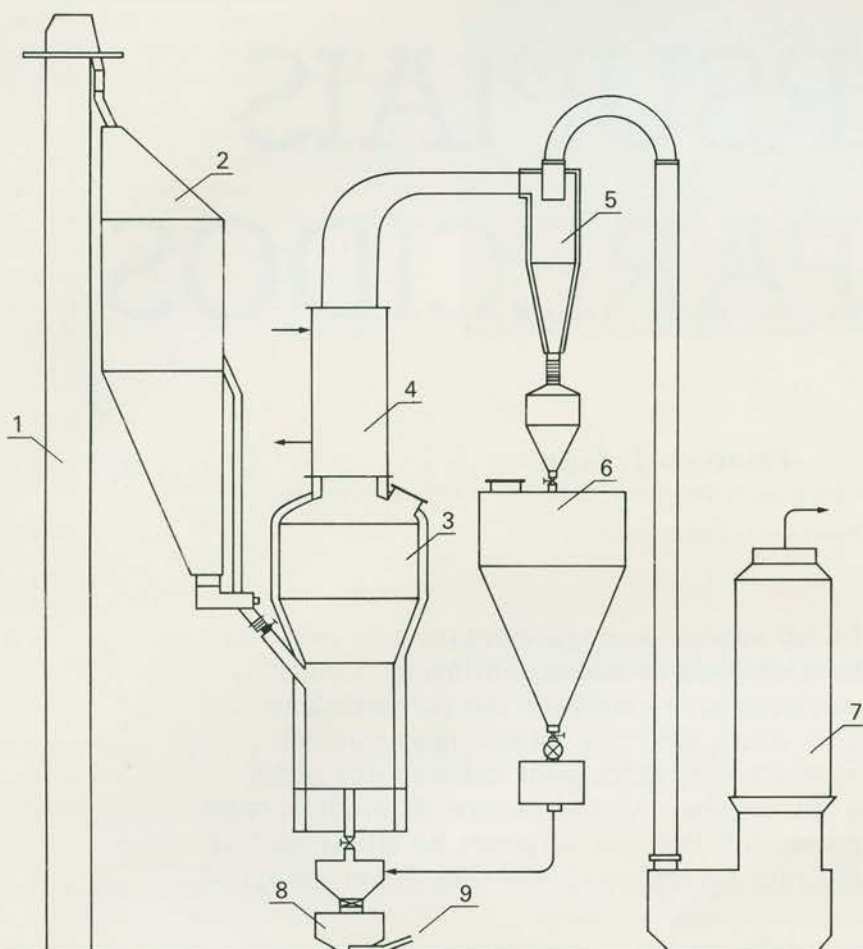
vão brasileiro. Um protótipo utilizando o novo processo está em funcionamento no campus da Cientec, em Cachoeirinha (RS). O projeto básico de uma usina comercial de 28 gigacalorias (Gcal) já foi concluído e sua demonstração está prevista para curto prazo (figura 5).

O gaseificador é de leito fluidizado, que oferece maiores vantagens quando se empregam carvões nacionais. Ele opera isotermicamente em torno de 900° C, com pressão abaixo de 1,6 atmosfera e fluxo ascendente de ar e vapor d'água, seus agentes gaseificantes. O ar é fornecido por um tubo soprador e enviado ao recuperador de calor. A água é bombeada até o mesmo recuperador, onde se evapora, misturando-se ao ar. A mistura adequada dos agentes gaseificantes é superaquecida, de modo que o leito permaneça fluidizado, autotérmico e estável.

O carvão, em grânulos de menos de dez milímetros (cerca de 95% do volume com menos de 5 mm), entra no gaseificador através de dosadores variáveis na parte superior do equipamento, sobre o leito de partículas em reação. As cinzas são retiradas parte pelo fundo e parte pelo sistema de limpeza de partículas do gás. Este não apresenta produtos líquidos condensáveis ou alcatrões, porém contém uma razoável carga de cinzas volantes que arrasta consigo. Quente e sujo antes de seguir para o sistema de limpeza, ele é resfriado em um recuperador de calor, que aquece o ar e gera o vapor d'água, tornando-se assim a unidade auto-suficiente em vapor.

4 CARACTERIZAÇÃO DO GÁS

Classe do gás	Poder calorífico (kcal/Nm ³)	Aplicações energéticas
Baixo poder calorífico (BPC)	800 a 1.600	Aciarias, forjarias, fundições, indústria cerâmica e de vidro, indústria alimentícia.
Médio poder calorífico (MPC)	2.700 a 3.600	Combustível industrial passível de ser distribuído por uma rede.
Alto poder calorífico (APC)	8.000 a 9.000	Para ser transportado a longas distâncias. Indústrias em geral.



1. Elevador de canecas
2. Silo de carvão
3. Reator do tipo leito fluidizado
4. Trocador de calor
5. Ciclones

6. Silo de cinza leve
7. Lavador contracorrente
8. Silo de cinza pesada
9. Transportador de cinzas

O sistema de limpeza é composto por equipamentos convencionais de separação sólido-gás, isto é, ciclones ou multiciclones, em um primeiro estágio, e um lavador de gás no estágio seguinte. Com isso obtém-se um gás limpo e frio, de poder calorífico entre 1.000 e 1.400 kcal/Nm³. Sua eficiência térmica situa-se entre 63 e 70% para os diversos carvões nacionais testados na usina-piloto de Cachoeirinha, que já conta com mais de três mil horas de operação.

É óbvio que, *lato sensu*, qualquer atividade humana representa algum nível de agressão ao meio ambiente. Na prática, podemos afirmar que uma tecnologia é preferível, do ponto de vista ambiental, quando a comparamos com as outras opções existentes. A geração da hidroeletricidade,

por exemplo, produz alterações profundas na natureza em decorrência da construção de barragens, que tantos problemas causaram em nosso país. Um exemplo de que o carvão, se operado convenientemente, não causa danos ambientais são as caldeiras em leito fluidizado das unidades de uma grande fábrica de cigarros em Santa Cruz do Sul e Blumenau (SC). Sua atividade passa despercebida, pois não há vestígios de cinzas nem de chuva ácida.

Vale lembrar que nas últimas décadas a engenharia nacional vem resolvendo muito bem o problema de geração de termoeletricidade, com a utilização de carvão ROM por queima pulverizada. O que resta agora é encontrar soluções para os problemas relacionados ao impacto ambiental, que de-

veriam ser complementares à rota tecnológica escolhida, e não suplementares. Os processos adotados pela Cientec podem dar uma boa idéia de como contornar de maneira racional os três pontos tidos como críticos na indústria do carvão: os resíduos de alcatrões e águas fenólicas, a emissão de particulados (cinzas) e a chuva ácida.

O problema de alcatrões e águas fenólicas é causado pela existência de um gradiente de temperaturas, próprio de processos em leito fixo (grelha). Na reação fluidizada, por ser um processo isotérmico, a inexistência desse gradiente e o rápido aquecimento do combustível fresco — o gás recém-formado no reator — fazem com que se dê o craqueamento dos líquidos de maior massa molecular.

A utilização das cinzas residuais é a melhor solução para o segundo problema. Elas podem servir para a fabricação de blocos com cal (Cical), para a composição de material de aterro ou para a pavimentação de estradas, com significativa redução dos custos finais em relação aos materiais convencionais. Esta tecnologia (Cicasol) mistura cal e solo às cinzas e já foi empregada com sucesso em várias estradas, como as de Imbituba (SC), do Pólo Petroquímico do Rio Grande do Sul e de Hermenegildo, praia do extremo sul brasileiro.

A questão dos derivados de enxofre (S) que causam a chuva ácida pode ser resolvida, entre outros meios, pela utilização de calcário no combustor de leito fluidizado, o que permite a remoção dos compostos sulfurados de forma estabilizada (ver 'Acidez na chuva', em *Ciência Hoje*, n° 34). Em assuntos de meio ambiente não se pode justificar um procedimento pela existência de 'um mal pior'. Em todo caso, é oportuno comparar o carvão e os derivados de petróleo sob o ponto de vista de seu potencial de geração de chuva ácida. Para produzir uma mesma quantidade de calor, o óleo combustível gera um dano ambiental maior (4,9 mg S/kcal) do que o carvão (3,6 mg S/kcal).

Não se pode comparar o carvão com fontes de energia como o GLP (gás liquefeito de petróleo), o óleo BPF, a gasolina e o álcool carburante, pois não é um combustível de tipo universal no que diz respeito à sua aplicação. Não podemos, por exemplo, imaginar o carvão fóssil sendo utilizado diretamente na propulsão de um automóvel ou servindo como combustível doméstico. Mesmo na aplicação industrial sua utilização pode sofrer algumas restrições, por exemplo quanto à dificuldade na distribuição, pela falta de 'capilaridade' no sistema de transporte. Uma coisa, porém, torna-se hoje muito clara: diante dos recursos e tecnologias disponíveis, o carvão fóssil deve ser encarado não como um problema, mas como uma solução. ■

NO RASTRO DOS MARSUPIAIS DESAPARECIDOS

Francisco J. Goin

Divisão de Paleontologia dos Vertebrados, Museu de La Plata, Argentina

Os marsupiais sul-americanos vivos representam uma pequena parte da fauna de mamíferos de nosso continente. Contudo, poucos grupos alcançaram uma variedade tão surpreendente ao longo da era Cenozóica. Entre as formas mais notáveis sobressaem os groeberídeos, marsupiais extintos dos quais conhecemos apenas uns poucos restos. Que tipo de animais eram eles? Com que se pareciam? Por que surgiram há 40 milhões de anos e logo desapareceram do registro fóssil sem deixar vestígios?

Se você descrever uma sequência de acontecimentos à maioria das pessoas, elas lhe dirão qual pode ser o desenlace. Isto porque podem articular esses fatos em suas mentes e raciocinar a partir deles para concluir que deverá ocorrer uma determinada coisa no final.

Poucas, porém, são capazes — se você lhes mostra um desenlace — de elaborar por conta própria os passos necessários para atingi-lo.

A. Conan Doyle, *Um estudo em vermelho*

No ano de 1952 Bryan Patterson, do Museu de História Natural de Chicago, surpreendeu a comunidade paleontológica com um trabalho intitulado 'Um novo e extraordinário marsupial deseadeense'. Descrevia uma pequena e fragmentada mandíbula fóssil com uns dez milímetros de comprimento, proveniente de níveis sedimentares atribuíveis à formação Divisadero Largo, na província ar-

gentina de Mendoza. Este achado, de cerca de 40 milhões de anos de antiguidade, era tão peculiar que não coincidia com nenhuma das formas conhecidas de mamíferos sul-americanos, tanto fósseis quanto atuais. A mandíbula era extremamente curta e alta, apresentando quatro molares pequenos e um grande incisivo anterior similar ao dos roedores, porém diferenciando-se destes por sua inserção intra-alveolar, disposta paralelamente e muito próxima à sínfise mandibular (a área onde se unem as mandíbulas inferiores), por sua vez exageradamente expandida, anquilosada e quase vertical. O próprio Patterson começou a estudar o fóssil acreditando que se tratava de um roedor, sobretudo porque a má preparação técnica do exemplar impediu-o de constatar a presença de outros dentes entre o incisivo e o primeiro molar. Rapidamente, porém, o autor começou a suspeitar de que se tratava de um primata, como ele mesmo anotou: "Durante algum tempo fiquei persuadido de que me encontra-

va com um membro dos prossímios, talvez um Plesiadapidae tardio e altamente especializado, o que teria sido sem dúvida uma contribuição surpreendente, embora não inconcebível, à fauna sul-americana."

Finalmente, após minuciosas comparações, o autor concluiu que o enigmático fóssil era um marsupial aparentado provavelmente aos cenolestídeos, grupo de pequenos animais atualmente representado somente pelos *ratones runchos*, restritos aos habitats sul-americanos da cordilheira dos Andes. O fóssil em questão foi denominado *Groeberia minopriori* em homenagem aos eminentes geólogos Pablo Groeber e José Minoprio, e em virtude de suas notáveis peculiaridades a espécie foi classificada dentro de uma nova família de marsupiais, os groeberídeos.

Fig. 1. Vista lateral do crânio do pequeno e enigmático marsupial sul-americano que viveu há aproximadamente 40 milhões de anos. A altura total do crânio é de cerca de 3 cm.





fotos Luis Martinez

Fig. 2. À esquerda: vista frontal do crânio de *Groeberia*. Pode-se apreciar o comprimento do focinho e os enormes incisivos superiores e inferiores. Os ramos mandibulares estão completamente fundidos. Centro: face direita em semiperfil, mostrando a grande altura do corpo mandibular e o robusto arco zigomático que delimita a parte inferior da órbita. À direita: face esquerda do mesmo crânio, permitindo observar a enorme implantação do primeiro incisivo superior, como também o aspecto geral de toda a série dentária. Entre os dentes superiores, assinala-se que os molares (dentes mais posteriores) sofreram maior desgaste que o canino e os pré-molares.

Foi preciso esperar 18 anos para que aparecessem novos estudos sobre os groeberídeos. Desta vez foi o grande paleontólogo norte-americano George G. Simpson quem descreveu em 1970 novos e mais completos restos provenientes do mesmo sítio paleontológico. Tratava-se agora da parte anterior ou facial de um crânio e de um fragmento da mandíbula inferior, com ambos os incisivos. Simpson supôs que pertencessem a uma espécie distinta e ainda menor que a anterior, denominando-a *Groeberia pattersoni*, em homenagem ao primeiro pesquisador que se ocupara desses mamíferos.

Apesar do novo achado, a posição sistemática dos groeberídeos entre os mamíferos continuava incerta. Ocorre que muitos dos traços que permitem diagnosticar o esqueleto dos marsupiais dependem de detalhes da anatomia craniomandibular ou dentária. Esses detalhes, contudo, não haviam sido preservados em nenhum dos exemplares até então conhecidos. Não bastasse isso, os preparadores técnicos do novo resto fóssil, certamente influenciados por seu aspecto semelhante ao dos roedores, ‘fabricaram’ um diastema (espaço) entre os incisivos e os molares superiores — exatamente como foi feito com a mandíbula original descrita por Patterson —, destruindo sem querer uma série de dentes intermediários. Na realidade, esse procedimento é desculpável, levando-se em conta o mau estado de conservação do exemplar e a dificuldade de limpar-se manualmente um material tão pequeno.

Apesar de tudo, o novo exemplar mostrava algumas características muito notáveis em sua região facial, tão peculiares como haviam sido para Patterson os traços mandibulares que estudara. Destacavam-se em especial a grande altura do focinho, muito curto se comparado ao de outros marsupiais, a presença de dois grandes incisivos em cada pré-maxilar e a existência de órbitas relativamente grandes e ligeiramente orientadas para a frente. Com as evidências disponíveis, Simpson concluiu que apenas até certo ponto os hábitos daquele animal seriam comparáveis aos dos roedores: “Não vejo como relacionar a combinação de características próprias a *Groeberia* com qualquer dieta igualmente exclusiva ou qualquer forma específica de vida similar”, escreveu.

Um dado paleofaunístico tornava, contudo, mais interessantes as especulações sobre os hábitos de vida dos groeberídeos: sua aparição na América do Sul era anterior à chegada dos primatas e dos roedores, e não se conhecem groeberídeos contemporâneos a estes grupos em nosso continente. Teriam eles sido ‘deslocados’ por algum tipo de interação competitiva com esses novos grupos, ou simplesmente os roedores e/ou primatas teriam ocupado os nichos ecológicos deixados vagos pelos groeberídeos, cuja extinção nesse caso decorreria de outras causas? (Ver ‘Marsupiais e evolução’.)

Recentemente uma expedição paleontológica à mesma localidade fossilífera de Divisadero Largo, organizada pelo Museu de

La Plata, encontrou os restos mais completos e mais bem preservados de groeberídeos até agora conhecidos (figura 1). É um exemplar adulto com toda a região facial do crânio e a mandíbula correspondente, ambos com as séries dentárias quase completas. Embora os estudos do material ainda não tenham sido concluídos, vários aspectos merecem destaque:

1. Os groeberídeos são indiscutivelmente marsupiais. O novo achado permitiu reconhecer claramente três das características que distinguem esse grupo de mamíferos: sua fórmula dentária superior inclui três dentes pré-molares e quatro molares; o palato apresenta um par de grandes reentrâncias em sua região posterior; a apófise angular da mandíbula inferior mostra a típica inflexão que caracteriza os marsupiais. No entanto, é difícil reconstruir a história evolutiva dos groeberídeos. Não se conhecem entre marsupiais fósseis ou vivos traços cranianos ou dentários que possam ser considerados ancestrais aos desses enigmáticos mamíferos. Os groeberídeos aparecem e desaparecem do registro fóssil sul-americano sem deixar vestígios, e sua notável combinação de características não permite incluí-los em nenhuma das classificações de marsupiais propostas até hoje.

2. Os groeberídeos não eram nem herbívoros nem carnívoros estritos, alimentando-se provavelmente à base de frutos duros, sementes e insetos. Seus poderosos incisivos não apresentam facetas de desgaste em bisel, como ocorre com os roedores, e muito provavelmente trabalhavam na captação

MARSUPIAIS E EVOLUÇÃO

A teoria da evolução constitui um dos grandes conceitos unificadores da biologia moderna. Nas palavras de Charles Darwin, a evolução dos seres vivos implica descendência com modificação canalizada através da seleção natural. Ou seja, é uma história de mudanças transmitidas de geração a geração e que representam um avanço ou uma vantagem em suas possibilidades de sobrevivência e de reprodução.

Um importante fenômeno evolutivo é o denominado 'irradiação adaptativa', processo de expansão e diversificação dos organismos que geralmente representa o desenvolvimento de adaptações (morfológicas, fisiológicas etc.) a diferentes modos de vida ou a distintos nichos ecológicos. Segundo Rosendo Pascual e Mariano Bond, paleontólogos do Museu de La Plata, os marsupiais sul-americanos já haviam desenvolvido no início da era Cenozóica (há aproximadamente 65 milhões de anos) os principais tipos ecológicos que exibiram desde então. Essa irradiação incluiu grupos de hábitos alimentares onívoros, carnívoros estritos e insetívoros-

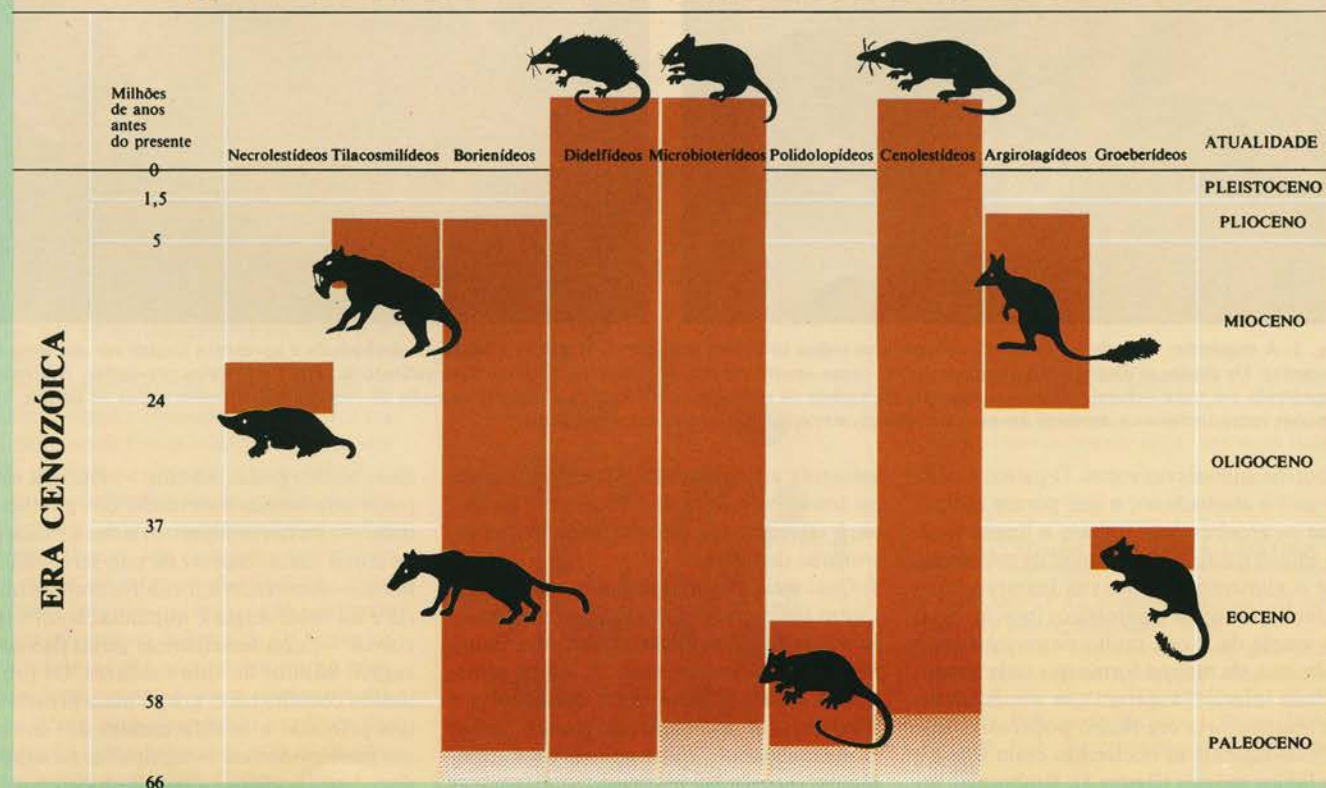
frugívoros. Em contrapartida, os marsupiais não desenvolveram grandes formas estritamente herbívoras, uma vez que os nichos ecológicos correspondentes aos grandes ruminantes já haviam sido ocupados pelos desdentados (representados atualmente pelos tamanduás e preguiças) e por várias ordens de ungulados nativos, hoje extintos.

Entre os grupos extintos de marsupiais, os carnívoros foram representados pelos borienídeos e os tilacoscimídeos. Os argirolagídeos eram pequenos herbívoros altamente especializados. Os polidolopídeos, e provavelmente também os groeberídeos, alimentavam-se de frutos, insetos e sementes. Os necrolestídeos eram formas provavelmente cavadoras e de hábitos insetívoros. Os únicos grupos que persistiram até a atualidade foram os generalizados didelfídeos (os gambás), os microbioterídeos (o *monito del monte*) e os cenolestídeos (os *ratones runchos*).

Outro fenômeno evolutivo que ocorreu repetidas vezes na história dos marsupiais é o denominado 'convergência'. Entre a enorme diversidade de seres vivos, exis-

tem formas que alcançaram tipos de vida muito semelhantes, embora oriundos de ancestrais muito diferentes. Os golfinhos estão perfeitamente adaptados à vida na água, porém não ocorreria a ninguém classificá-los junto aos peixes ou aos ictiossauros. Essas 'convergências' ocorreram numerosas vezes durante a história da vida na Terra. A América do Sul contribuiu precisamente com exemplos clássicos de convergência entre seus mamíferos nativos e aqueles de outras partes do mundo. Entre os próprios marsupiais, por exemplo, encontram-se várias espécies da família dos borienídeos que são convergentes com outros mamíferos carnívoros, como os cães e os furões. No caso dos groeberídeos, existem algumas semelhanças gerais com certos primatas do grupo dos prossímios (como o aiê-aiê) que sugerem hábitos de vida similares. Podemos falar então de convergências entre os groeberídeos e os prossímios? Provavelmente sim, porém com as evidências de que dispomos hoje não nos aventuramos a ir além de aproximações muito gerais a essa questão.

QUADRO EVOLUTIVO DOS MARSUPIAIS SUL-AMERICANOS



Principais famílias de marsupiais que evoluíram na América do Sul, ao longo da era Cenozóica. As silhuetas não estão em escala (várias figuras foram modificadas de Kirsch, *American Scientist*, vol. 65, 1977).

e fragmentação inicial do alimento (figura 2). Os dentes posteriores aos incisivos têm coroa curta e se dispõem sem espaços intermediários, como acontece em muitos primatas. Entre os dentes superiores, o terceiro pré-molar aparece notavelmente torcido sobre seu eixo vertical, oferecendo uma borda afiada em sua face oclusal. Tal estrutura parece especialmente adequada para partir carapaças de insetos, sementes e pequenos frutos, mesmo aqueles de invólucro lenhoso. Por sua vez, os molares apresentam um grau de desgaste que permite inferir uma intensa trituração do alimento. Todos os dentes têm uma grossa capa de esmalte, como ocorre nos primatas

que elas se orientavam um pouco mais adiante do que em outros marsupiais, como os gambás de hoje. Finalmente, existem evidências de que o forte incisivo inferior funcionava, durante os processos mastigatórios, não só em contato com os primeiros incisivos superiores mas também com os segundos incisivos e os caninos. Este mecanismo, pouco freqüente nos mamíferos, parece indicar um complexo sistema de captação e preparação do alimento na parte anterior da boca. Realmente é muito difícil precisar como era a mastigação dos groeberídeos diante de tal variedade de estruturas dentárias e de uma mandíbula inferior completamente anquilosada. Prova-

milares àqueles deduzidos dos groeberídeos, como *Dactylopsila* (figura 4), têm um aspecto morfológico que recorda em parte o dos groeberídeos. Porém, aqui também as diferenças são maiores que as semelhanças: o focinho de *Dactylopsila* é muito mais comprido, o número e a forma dos dentes são diferentes e os incisivos apresentam um grau distinto de desenvolvimento e implantação intra-alveolar. Finalmente, existem alguns primatas do grupo dos prossímios, especialmente *Daubentonia madagascariensis* — o aiê-aiê — da ilha de Madagascar (figura 5), que coincidem em seu aspecto geral com o crânio de *Groeberia*: ambos têm o focinho extremamente curto, ór-



fotos Luis Martinez

Fig. 3. À esquerda: vista do palato de *Groeberia* com todos os dentes superiores. O palato é bastante abobadado e apresenta frestas em sua metade posterior. Os dentes se dispõem um junto ao outro, como ocorre em muitos primatas. O dente mais saliente da série é o terceiro pré-molar. À direita: mandíbula em vista oclusal. Note-se a robustez de ambos os ramos mandibulares e a espessa camada de esmalte que envolve todos os dentes. Os espaços entre incisivos e molares devem-se à não-preservação dos dentes intermediários.

e outros animais onívoros. O palato é muito alto e abobadado, o que parece indicar que os groeberídeos tinham a língua muito móvel e musculosa, capaz de movimentar o alimento durante sua ingestão e trituração. Os arcos zigomáticos (que formam as maçãs da face), muito desenvolvidos e robustos, da mesma forma que toda a mandíbula inferior, sugerem que a musculatura mastigatória era muito poderosa e que provavelmente as bochechas eram fortes e os lábios móveis (figura 3). Embora as órbitas não se tenham preservado totalmente, a enorme expansão lateral dos arcos zigomáticos e seu bordo anterior sugerem

velmente a língua tinha papel importante no transporte do alimento dentro da boca, e talvez na sua trituração contra as estruturas dentárias.

3. Qual seria a aparência dos groeberídeos? Como já observara Simpson, parece impossível relacionar esses marsupiais com algum modo específico de vida. A única semelhança evidente entre eles e os roedores é a hipertrofia dos incisivos; porém, como já mencionamos, essa é apenas uma semelhança superficial, enquanto as diferenças craniomandibulares e dentárias entre os dois grupos são enormes. Alguns marsupiais australianos de hábitos alimentares si-

bitas convergentes adiante — embora este traço seja menos acentuado nos groeberídeos —, incisivos hipertrofiados e molares de coroa curta. Apesar de não serem idênticos — sobretudo em sua fórmula dentária e na morfologia e implantação dos incisivos —, suas semelhanças gerais parecem sugerir hábitos de vida similares. Os prossímios constituem o grupo mais primitivo dos primatas e se diferenciam dos macacos mais modernos — agrupados na subordem Anthroipoidea — por seu focinho mais comprido, a caixa cerebral um pouco menor e a confluência das fossas temporais e orbitais. Na realidade, os costumes do

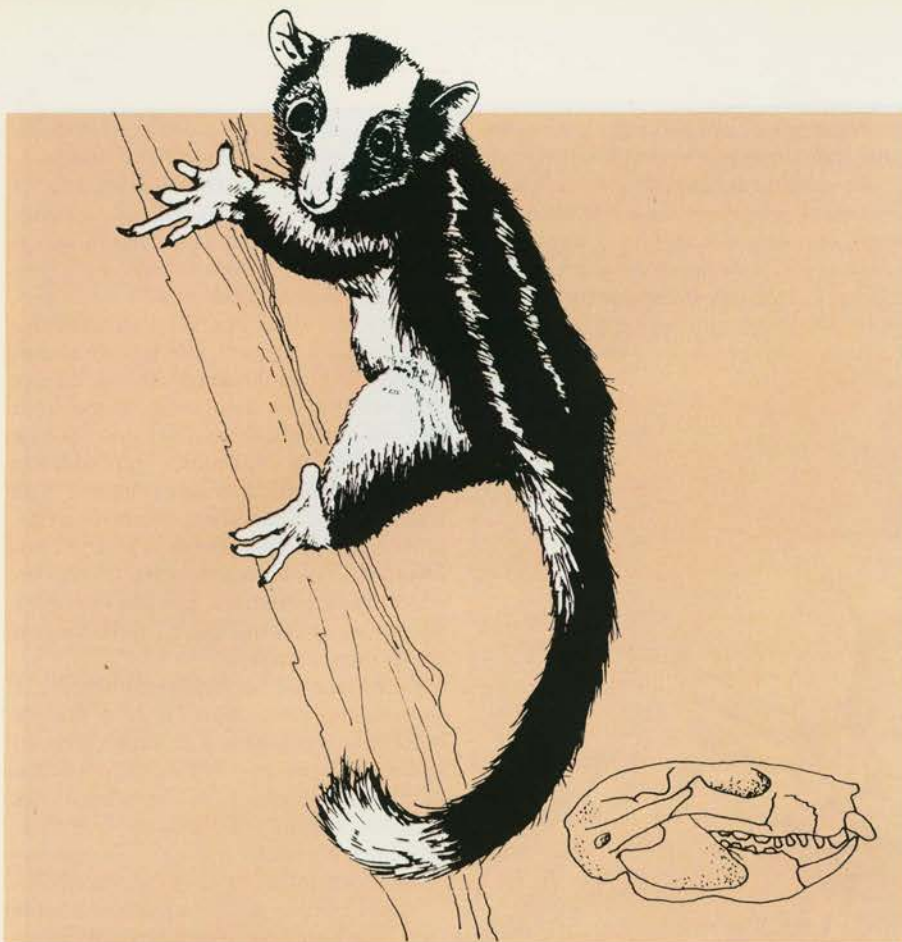


Fig. 4. Aspecto geral de *Dactylopsila*, pequeno marsupial australiano de hábitos arborícolas. Embaixo, à direita, vista lateral do crânio.

aiê-aiê são pouco conhecidos. Parecem ser animais muito tímidos, noturnos e restritos às selvas tropicais de Madagascar. São arborícolas e alimentam-se basicamente de insetos e larvas extraídas da casca de troncos e ramos. O aiê-aiê tem uma fórmula dentária simplificada em relação à dos groeberídeos, pois carece de dentes caninos e pré-molares. Essa diferença entre ambos poderia ser explicada pelo maior componente frugívoro — isto é, ingestão de frutos, brotos e sementes — que parecem ter tido os groeberídeos com relação a esses prossímios, cujos hábitos são essencialmente insetívoros. A maneira pela qual o aiê-aiê se alimenta é muito interessante. Não só utiliza seus incisivos para escavar a casca e o oco das árvores, como dispõe de uma espetacular 'ferramenta' natural: o dedo médio de ambas as mãos é extremamente comprido e fino, como um arame com que o aiê-aiê arranha e espeta a madeira dos troncos em sua busca de insetos. Disporiam os groeberídeos de uma estrutura similar? Infelizmente essa informação não nos é fornecida pelos testemunhos disponíveis, mas é interessante assinalar que uma adaptação tão extraordinária não é exclusiva do aiê-aiê. O já mencionado marsupial australiano *Dactylopsila* — cuja dieta é similar à admitida para os groeberídeos — também apresenta a mesma adaptação no quarto dedo de cada mão.



Fig. 5. *Daubentonia madagascariensis*, um primata primitivo do grupo dos prossímios que vive atualmente na ilha de Madagascar. Embora o crânio (visto acima, à direita) apresente algumas semelhanças gerais com o de *Groeberia*, os dois animais são muito diferentes.

Durante boa parte deste século, várias características estruturais presentes nos primatas foram consideradas como típicas adaptações à vida nas árvores: dedos com unhas em lugar de garras, polegares oponíveis pelas extremidades e órbitas próximas e relativamente anteriores no esqueleto craniano. Supunha-se que essas peculiaridades permitiam aos primatas agarrarem-se melhor aos troncos e galhos com seus membros, e que a confluência das órbitas (e, portanto, a superposição dos campos visuais de ambos os olhos) permitia uma avaliação estereoscópica das distâncias de salto de galho em galho. Em 1974, contudo, M. Cartmill, um especialista norte-americano em primatas, assinalou que a maior parte dos mamíferos arborícolas não-primatas carece dessas características. De fato, muitos esquilos, felinos, coatis e vários marsupiais apresentam garras, polegares não oponíveis e olhos dispostos lateralmente, a despeito de uma existência bem-sucedida nas árvores. Cartmill propôs um modelo explicativo alternativo e concordante com essas evidências: a hipótese da 'predação (ataque à presa) visual'. Segundo essa hipótese, a confluência orbital e as especializações neurológicas a ela relacionadas constituem uma adaptação predadora similar à existente entre os felinos e as corujas, permitindo àque-

les animais avaliar a distância a que se encontram as presas sem necessidade de mover a cabeça. Nos primatas, as adaptações dos membros anteriores e posteriores lhes teriam permitido aproximar-se cautelosamente de suas presas e manipulá-las após a captura. Por sua vez, a predação visualmente dirigida sobre os insetos nos níveis arbóreos baixos das selvas tropicais é uma característica de muitos prossímios atuais,

australianos — e por isso não é difícil imaginar que *Groeberia* pode ter-se derivado de um ramo de marsupiais com tais características. Levando em conta esse último aspecto, seus supostos hábitos alimentares e o caráter parcialmente convergente de suas órbitas, é razoável admitir que foram marsupiais arborícolas ou semi-arborícolas que atuavam como predadores visuais na captura de insetos.

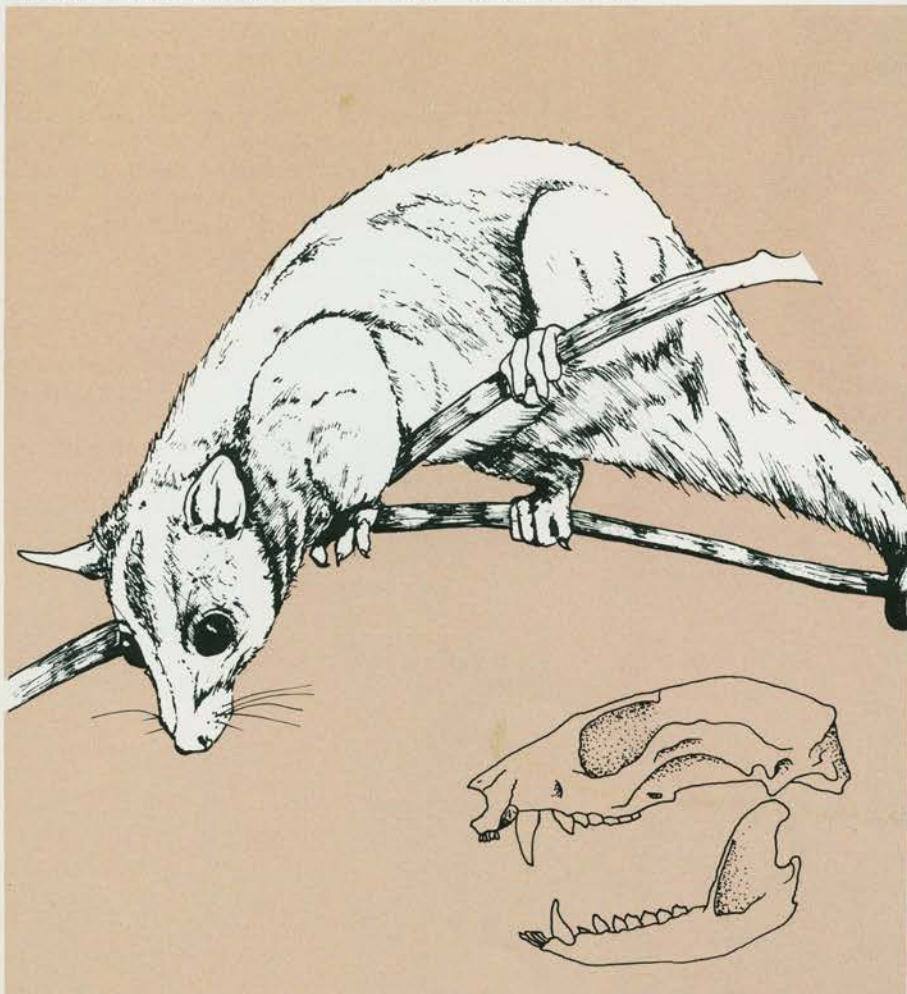


Fig. 6. *Caluromys*, pequena cuíca sul-americana de hábitos frugívoros e arborícolas. Seu crânio é muito diferente do dos groeberídeos, que, no entanto, podem ter tido alguns hábitos de vida semelhantes. Em relação a outros gambás sul-americanos, o crânio de *Caluromys* tem o focinho curto e as órbitas grandes.

assim como dos camaleões e de uma série de marsupiais de pequeno porte, como os didelfídeos sul-americanos — nossos gambás. Entre outros traços primitivos, os gambás — arborícolas em grande parte ou semi-arborícolas — conservam cinco dedos em cada extremidade, são plantígrados, têm o polegar oponível e sem garras nos membros posteriores, usam os anteriores geralmente na captura de suas presas e possuem uma cauda preênsil, que lhes permite agarrar-se ainda melhor aos galhos de árvores ou arbustos. Todos esses traços são estruturalmente ancestrais aos de muitos grupos de marsupiais — sul-americanos e

que mais poderíamos inferir sobre os hábitos desses extraordinários marsupiais extintos? Novamente alguns traços dos primitivos marsupiais que ainda vivem hoje na América do Sul podem ajudar nossa especulação sobre os groeberídeos. Entre os representantes dessa família de marsupiais, as cuícas do gênero *Caluromys* apresentam características que se assemelham às inferidas para os groeberídeos (figura 6). São pequenos animais de hábitos basicamente arborícolas e frugívoros e, comparados com outros didelfídeos, suas órbitas são relativamente grandes e o focinho é curto — embora

não tão curto quanto o dos groeberídeos. Em 1981, os biólogos norte-americanos J. Eisenberg e D. Wilson publicaram uma série de resultados correlacionando o tamanho cerebral relativo e as estratégias demográficas dos didelfídeos existentes. Sugeriram que a delicada coordenação motora requerida pela vida nas árvores teria favorecido pressões seletivas, conduzindo ao aumento do tamanho cerebral nas formas mais arborícolas. Além disso, assinalaram que esse aumento se associa a uma série de adaptações ou 'síndromes' reprodutivas que incluem uma vida relativamente mais longa, menos filhos por ninhada, lento desenvolvimento dos indivíduos juvenis e aumento dos cuidados maternos. Os dois últimos traços poderiam, por sua vez, estar associados a uma situação de aprendizagem social mais complexa.

O conceito de 'síndrome reprodutiva' é sumamente interessante e já foi a base de hipóteses concernentes à própria origem do homem. Eisenberg e Wilson encontraram os maiores coeficientes de encefalização nas espécies do gênero *Caluromys*, que compartilham algumas características consideradas excepcionais entre os didelfídeos: escasso número de filhos por ninhada (de um a seis), longevidade relativamente alta (até 62 meses) e um ritmo metabólico comparativamente elevado. Os autores concluíram que esse pequeno marsupial (cujo peso varia entre 170 e 360 gramas, de acordo com a espécie) teria acumulado pressões seletivas condutoras a uma estratégia reprodutiva que, em parte, coincide com a dos atuais prossímios noturnos. Vemos, portanto, que dois marsupiais de parentesco distante, como *Caluromys* e *Groeberia*, mostram algumas características convergentes com as dos prossímios atuais. Se nossa suposição sobre os hábitos arborícolas de *Groeberia* estiver correta, isso significa que os groeberídeos apresentavam uma 'síndrome reprodutiva' semelhante à observada em *Caluromys*? Talvez nunca o saibamos, porém um enunciado desse tipo constitui boa hipótese de trabalho.

Uma última questão: por que os groeberídeos aparecem e desaparecem do registro fóssil tão abruptamente? A resposta correta provavelmente foi a de Simpson, há 18 anos: "Um indicio possível é o de que essas faunas pertencem a uma zona temperada da Argentina e que faunas mais remotas são muito pouco conhecidas no norte do continente sul-americano [figura 7]. Parece razoável supor, embora não haja evidências diretas, que esses grupos tenham se dirigido para o que são hoje (e muito provavelmente eram então) os trópicos, sendo recolhidos em nosso registro apenas quando se dispersaram por lugares que, para eles, eram áreas marginais."



Fig. 7. A seta indica o sítio fossilífero de Divisadero Largo, na província argentina de Mendoza, onde se encontraram restos de groeberídeos. Simpson supôs que os groeberídeos evoluíram em áreas intertropicais, de modo que sua presença em Divisadero Largo corresponderia a uma dispersão posterior por zonas que eram, para eles, marginais.

Reconstruir um animal extinto com base em alguns dentes e um pedaço de crânio constitui uma operação de alto risco. Não obstante, dificilmente um paleontólogo encontra atividade mais prazerosa. Neste artigo recorremos a uma ferramenta muito útil para os estudiosos do passado: o 'atualismo', que consiste em observar estruturas e processos que existem hoje na natureza, para deles inferir, até certo grau e com muitas restrições, o que pode ter ocorrido nas formas fósseis. Compreende-se, assim, o caráter altamente especulativo e hipotético de nossas inferências e suposições. É de esperar que novos achados e futuras evidências geológicas, faunísticas e paleoecológicas permitam confirmar, descartar ou reinterpretar as idéias aqui expostas. O que fica de inquestionável é que os extintos groeberídeos confirmam mais uma vez a extensa irradiação adaptativa alcançada pelos marsupiais ao longo da era Cenozóica. Tal irradiação incluiu tipos morfológicos, fisiológicos e ecológicos muito distintos e variados, entre os quais *Groeberia* sobressai por suas peculiaridades exclusivas e pelos enigmas que cada novo achado coloca em relação a ele.

Nota: este artigo, escrito originalmente em espanhol, foi preparado pelas equipes de texto e de arte de Ciência Hoy, revista produzida na Argentina, cujo primeiro número coincide com esta edição de Ciência Hoje.



Fig. 8. Reconstrução do provável aspecto dos groeberídeos em vida.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- CARTMILL, M. 'Rethinking primate origins', *Science*, vol. 184, n° 4.135, 1974.
EISENBERG, H.F. e WILSON, D.E. 'Relative brain size and demographic strategies in didelphid marsupials', *The American Naturalist*, vol. 118, n° 1, 1981.
PATTERSON, B. 'Un nuevo y extraordinario

marsupial deseadiano', *Revista del Museo Municipal de Ciencias Naturales de Mar del Plata*, n° 1, 1952.

SIMPSON, G.G. 'Addition to the knowledge of *Groeberia* (Mammalia, Marsupialia) from the mid-Cenozoic of Argentina', *Breviora*, vol. 362, 1970.



foto Arquivo de Rui Barbosa — FCRB

AS MOÇAS DE JOSÉ DE ALENCAR

Maria Valéria Junho Pena

Instituto de Economia Industrial, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Este é um exercício em sociologia. Como tal, utiliza o romance de José de Alencar como poderia utilizar entrevistas, o *Cântico dos cânticos*, diálogos ouvidos num elevador ou notícias de jornal. Como a vida social não se entrega de imediato, sendo acessível apenas através de sua projeção por sujeitos, sejam quais forem, José de Alencar, ou sua obra literária, constitui caminho tão legítimo quanto quaisquer daqueles — e por certo mais aprazível — para o exame dessa vida que, em última análise, se apresenta sempre textualmente. Fique assim claro que recuso a idéia de que exista uma realidade social para além da representação — não existe um lugar social fora do significado. Por sua vez, o texto literário, qualquer um, prescinde do uso do social como seu código de decifração, precisamente por constituir, ele próprio, um dos códigos possíveis de decifração do social.

Mas o que se quer decifrar? A resposta pode parecer presunçosa: o feminino. Insisto, entretanto: esse é um território discursivo pouco desbravado, cuja iluminação, mesmo restrita, pode desvendar recônditos insuspeitos. Cabe prevenir que é convencional a teoria inspiradora dessa tarefa de discutir o que seja o feminino, notadamente o feminino moço, com base em alguns poucos livros de José de Alencar. Penso, em resumo, que sujeitos se transformam em atores sociais pelo desempenho de papéis cujos atributos são parte negociados e/ou impostos na própria situação da ação, parte lhes são exteriores, tendo sido negociados e/ou impostos em outras situações interativas e, desde então, legitimados por algum tipo de acordo ou infligidos por algum tipo de poder.

O exercício do papel de mulher nada tem de automático para as pessoas nascidas biologicamente com esse sexo, e é apenas depois de muita dor, aflição e complicação que pode ser alcançado com algum sucesso. Ora, a tarefa sociológica é constitutivamente comparativa, e só é possível falar da

existência de um feminino porque existe um masculino. O instante da aproximação entre homem e mulher, trazendo a evidência do Outro, é privilegiado no material que traz para a construção do Si Mesmo. Assim, tanto quanto possível, a apreensão da ação constitui um bom recurso para a compreensão da natureza dos papéis sociais. Por sua vez, a ação amorosa, porque exacerbadora, é o melhor recurso para a discussão de papéis sexuais.

José de Alencar, nos textos que aqui contemplo e em que apóio minhas conclusões — *A pata da gazela*, *A viuvinha*, *Cinco minutos*, *Lucíola* e *Senhora* —, trata de homens e mulheres no exato momento de sua aproximação, e é esse o contato que lhe interessa: o tatear inicial de uma relação cujos protagonistas, definindo-a como amorosa, definem-se a si próprios sexualmente. Uma vez estabilizada, a relação deixa de atraí-lo. Com exceção de *Lucíola*, que termina com a morte da protagonista, os romances que considero terminam quando um cotidiano conjunto, institucionalizado pelo casamento, é finalmente estabelecido. Nesse sentido, José de Alencar é um escritor dos atributos que equipam o jogo amoroso e dos seus dispositivos feminino e masculino. Em outras palavras, ao menos aqui, ele não se interessa pelos elementos de rotina da relação entre os sexos, consolidados no formato matrimonial: sua atenção se volta para os significados que terminarão por desaguar nesse formato e que frequentemente desaparecem com ele. E é justamente aí que as mulheres assumem para ele importância capital, porque é do ponto de vista delas que a situação amorosa se define, resolve e consolida. São essas as questões que meu texto revolve, examinando em primeiro lugar o que implica uma história de amor para José de Alencar e, em seguida, sua concepção de uma supremacia feminina no território sentimental. Em ambos os casos, a meu ver, ele inova os terrenos discursivos estabelecidos.



Os textos que considero não falam de política, trabalho ou lazer senão quando essencial ao movimento do casal no enredo. De certa maneira, é como se José de Alencar quisesse contrariar, um século antes, a afirmação famosa de Claude Lévi-Strauss de que o casamento jamais é um assunto privado. Se é a ação amorosa que lhe interessa, tudo mais deve subordinar-se a ela, e os personagens, embora aprisionados pelo amor, estão libertos de constrangimentos mundanos e são plenamente responsáveis por suas atitudes amorosas. Ficamos sabendo, por exemplo, que Jorge, de *A viúvinha*, depois de se inteirar de sua ruína, se finge de morto e viaja para os Estados Unidos, onde enriquece. Não importam, entretanto, os meios pelos quais a riqueza foi ganha: importa apenas que tenha sido ganha, permitindo a volta do personagem. Essa volta não é moral. Jorge procura pagar o que deve, mas a reabilitação da honra é para ele apenas um mecanismo necessário à reconquista da mulher. Em *Senhora*, Fernando é um funcionário público que, comprometido com uma mulher que não ama mas cujo dinheiro o atrai, transfere-se para Recife a fim de postergar o casamento. É insinuado que utiliza um conjunto de relações so-

ciais para conseguir tanto o emprego quanto a transferência, mas tais relações não são esclarecidas, como tampouco é explicitada a natureza de suas atividades. Em *Cinco minutos*, somos levados a crer que o protagonista tem posses, mas nada nos é dito sobre sua origem ou o que fazia antes de conhecer Carlota (depois, nada faz senão persegui-la ou estar com ela).

Claro que é possível inferir, a partir das roupas minuciosamente descritas, moradias, formas de lazer (bailes, óperas, teatros), o grupo social a que pertencem os personagens, mesmo porque parece importante para o autor definir que a renda de pelo menos um dos protagonistas permite ao par um modo de vida confortável, liberando-os assim para o enredo. Em *Senhora*, o drama entre Fernando e Aurélia é fundamentalmente produzido por ambos, e nenhum elemento externo de realce nele interfere. Ainda que a necessidade premente de dinheiro por que passa Fernando explique sua traição a Aurélia e seu noivado com outra moça, tais problemas se devem exclusivamente ao caráter perdulário do rapaz. O mesmo acontece com Jorge, em *A viúvinha*.

O papel da família como fonte de pressão sobre os protagonistas está minimiza-

do em quase todos os romances aqui citados. Aurélia e Fernando, por exemplo, são órfãos de pai, e a mãe de Aurélia também já morreu. A mãe e as irmãs de Fernando, por sua vez, não têm voz ativa na trama — sua função é apenas realçar o egoísmo do jovem, jamais imiscuindo-se na sua vida. O mesmo procedimento encapsulador está presente nos outros romances: Carolina, de *A viúvinha*, convive somente com a mãe viúva, que, embora amando-a extremadamente (como sempre amam as mães, em Alencar), nunca contraria os desejos da filha, mesmo quando esta, muito jovem ainda, decide casar-se com Jorge, moço irresponsável, preguiçoso e tão dissipado quanto Fernando Seixas, de *Senhora*. Carlota, de *Cinco minutos*, é absolutamente dona de si própria; também seu pai já está morto ao iniciar-se a ação e a mãe jamais se opõe aos seus desejos. Amélia, de *A pata da gazela*, é a única protagonista que tem pai e mãe vivos, mas ambos fornecem como que um pano de fundo para a sua ação. Os diálogos entre ela e o pai revelam-no como personagem anódino, que teme contrariá-la. A indecisão e os sucessivos equívocos da filha não o abalam, e, por mais inconvenientes que sejam seus noivos, ela se casa como, quando e com quem quer. Por fim, Lúcia é também órfã quando conhece Paulo e se inicia o relato de *Lucíola*.

Os homens estão igualmente libertos de constrangimentos familiares e suas mães, quando vivas, são sempre viúvas. É verdade que eventualmente, como em *A viúvinha*, um homem mais velho assume o papel de conselheiro do jovem protagonista, mas essa influência, não legitimada por nenhuma forma de autoridade, não tem poder de pressão. De resto, e talvez por isso mesmo, as advertências jamais são ouvidas.

Em resumo, suprimem-se praticamente todos os pais, embora, em vários casos, as mães sejam mantidas, especialmente as das moças. A supressão da figura paterna é um dos elementos importantes a permitir que se fale de um confinamento dos personagens ao terreno amoroso. Libertos da expressão familiar autoritária por excelência, os filhos ganham maioridade para o enredo, que se torna assim uma pura história sentimental. A permanência das mães tem sentido diverso. No caso dos rapazes, sobrevivem apenas as que, não tendo riqueza, não poderiam manipular a pobreza dos filhos. Quanto às moças, parece que as mães são essenciais à composição de sua respeitabilidade; quando já morreram, como no caso de Aurélia, são sempre (exceto em *Lucíola*) substituídas por uma acompanhante de meia-idade. Para Alencar, não há donzela sem mãe. É ela que, representando a família, impede que a filha seja vista como pertencente ao mundo. Mundana é Lúcia, que anda sozinha.

Eliminada a possibilidade de pressão externa, o autor abandona a tradição do grande relato amoroso que leva os amantes a pagar com a desgraça o dom da disposição sentimental. Razões políticas e de lealdade feudal frustraram Tristão e Isolda, razões morais e sociais estiveram por trás do trágico fim da relação entre Armando e Margarida Gauthier; todas as razões mataram Romeu e Julieta. Alencar não se interessa por esse tipo de tragédia. Nesses romances, apenas uma vez ele o aflora, de passagem, na relação entre Pedro e Emília, pais de Aurélia. Mesmo a semelhança entre a 'dama das camélias' e Lúcia esgota-se nos meios que adotam para sobreviver. Nada, nenhum pai zeloso ou injuriado, impede que Paulo e Lúcia escolham um destino feliz para seus sentimentos. É a própria moça quem decide pagar com a castidade seus pecados de cortesã, buscando a redenção através do sofrimento. Os personagens estão totalmente liberados para o enredo, que se desenvolve apenas em virtude dos seus movimentos. São eles os responsáveis por seus destinos.

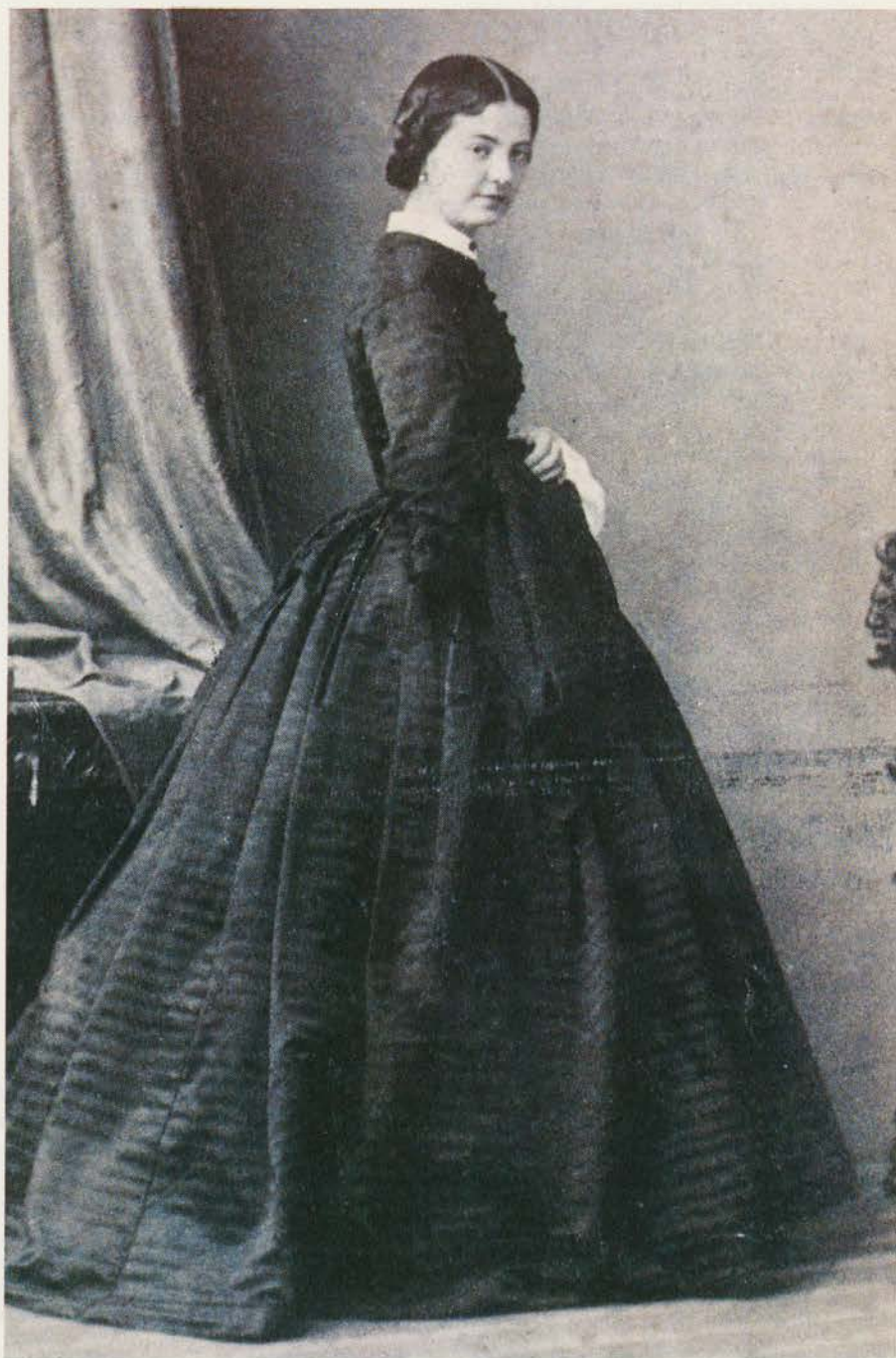
Mas isto tem conseqüências; minimizadas as forças do mundo, Alencar se transforma num escritor sem heróis ou heroínas. Sem oponentes de qualquer monta, seus protagonistas não têm o que dominar ou vencer. Aurélia, Lúcia, Carolina, Carlota ou Amélia estão longe da ansiedade da batalha contra o destino. Querem tão-somente ganhar o homem que escolheram. Igualmente, Paulo, Horácio, Jorge, Leopoldo ou Fernando estão distantes do ideal heróico. São inconstantes, desonestos, preguiçosos, e a luta em que se empenham e já os esgota não é contra o poder ou a sociedade, mas contra seu próprio caráter.

A simpatia de Alencar dirige-se claramente aos personagens femininos. Em seus romances, são as mulheres que arriscam, que têm coragem, lutam por seus desejos, são morais e, sobretudo, conseguem dar uma destinação feliz às suas vidas.

A rigor, existem em Alencar duas experiências diferentes de feminilidade: a da jovem solteira e quase sempre donzela e a da matrona viúva. Se ambas estão em etapas da vida em que a presença masculina não é parte da rotina, opõem-se no entanto no modo como se relacionam com essa ausência. As moças, ao se apaixonarem, estão buscando incorporar os homens, mas essa incorporação, embora esperada, não se completou ainda. Nesse caso, o contato entre os mundos feminino e masculino é sobressaltado, porque eminentemente desestabilizador. Traz embutido um futuro a ser conquistado, sem contudo fornecer a certeza da conquista. O amor é vivido com alarme porque coloca radicalmente a questão da autopreservação.

As viúvas, de seu lado, já se desincorporaram dos homens e, nesse sentido, são criaturas acalmadas. Nelas, o controle da feminilidade é facilmente obtido em virtude da experiência de, já se tendo apaixonado, terem contudo rotinizado (e portanto domado) a paixão através do casamento com o objeto desejado. Algumas referências permitem intuir que, como suas filhas, elas foram veementes na aproximação amorosa, ganharam seus maridos, usufruíram-nos e, acima de tudo, sobreviveram a eles, ao sobressalto e à veemência. Plenitude seria a palavra certa para designar sua relação com o mundo: libertas da ansiedade, dedicam-se aos chás, à música, à leitura.

Embora personagens de fundo, sem participação no drama principal, as mulheres mais velhas e viúvas podem ser vistas como epílogo das vidas das moças, epílogo impenetrável aos homens, que só têm acesso a essa situação como interlocutores não amorosos. A plenitude do feminino passa pelo casamento, a que as jovens se dedicam com tanto afincio. Todavia, não se esgota nele. Ao contrário. A calma feminina é obtida com a viuvez, exigindo portanto o aniquilamento masculino. É nas moças, porém, que se concentra o interesse do autor, nelas e nos passos iniciais do processo vital que finalizará na viuvez, conformando o feminino adulto.



fotos Arquivo de Rui Barbosa — FCRB

ROMANCE EM CIRCUITO PRIVADO

Nos romances urbanos de José de Alencar (*Cinco minutos*, *A viuvinha*, *Lucíola*, *Diva* e *Senhora*), para cada narrativa existe sempre um autor-primeiro, que conta uma história — na forma de carta, manuscrito ou relato oral — a um interlocutor particular: uma mulher. As narrativas de *Cinco minutos* e *A viuvinha* são cartas dirigidas a ‘D...’, prima do narrador e autor da correspondência. Nos demais romances, as cartas, manuscritos ou relatos chegam aos olhos e ouvidos de uma senhora de cabelos brancos, ‘G.M.’, que assume a responsabilidade de sua publicação.

Este aspecto recorrente da ficção de Alencar — a criação de um circuito de confidências de onde derivam as narrativas — tem sido analisado a partir do estatuto da verdade, que obriga o romance do século XIX a disfarçar seu caráter de criação ficcional: “É uma história a que lhe vou contar, minha prima. Mas é uma história e não um romance” (*Cinco minutos*); “A história é verdadeira; e a narração vem da pessoa que recebeu diretamente (...) a confidência dos principais atores deste drama curioso” (*Senhora*). Cria-se, a partir desse circuito de falas confidentes, uma moldura verossímil e uma aura de confiabilidade na palavra impressa, tomada então pelo leitor como palavra da verdade, reprodução fiel de uma experiência vivida.

Há, entretanto, nessa emissão de confidências, uma particularidade que a crítica vem desconsiderando: o receptor final dos textos é uma mulher, de quem se espera uma operação de leitura que não se limite ao devaneio e tampouco funcione apenas pela via da identificação com os personagens, mas se complete no julgamento, etapa necessária para a emissão de opinião.

Que não se compreenda, porém, a destinação feminina das narrativas alencarianas como medida estratégica para formar um público restrito e privilegiado — o público das mulheres. O romancista romântico quer que suas



obras repousem não só nas “banquinhas de costura” como também nas “estantes empoeiradas” (*Lucíola*), espaços em que alcançam o livro a mão feminina e a mão masculina.

O interesse de Alencar na mulher-leitora acontece porque o escritor vê no público feminino não um equivalente substituto do grande público, mas um grupo que pode aparecer como porta-voz, e até mesmo como educador do público leitor mais amplo. Assim concebendo a leito-



ra, Alencar atribui-lhe um poder que, exercido no restrito espaço do lar, não havia sido ainda conquistado em outras esferas da vida social. Poder baseado na mesma competência que o discurso da sociologia reconhece nas heroínas dos romances, aquela baseada na “manipulação de técnicas de controle do território familiar”.

Se a superioridade do caráter das moças de Alencar consiste em bem saber tirar partido do talismã da virgindade, seduzindo habilmente o homem para levá-lo ao casamento, a superioridade das mulheres — moças ou avós — como leitoras assume outro alcance. Através da leitura, as mulheres dominam uma face diferente das relações domésticas: sua aprovação ou repulsa decide se o livro chega-

rá ou não às mãos de outros membros da família e do pequeno círculo de amigos que se encontram em serões ou saraus. Na perspectiva da mulher que lê, as relações familiares não se concebem, portanto, como anteparo ao ‘mundo habitual’.

Bem conduzida por narradores que tudo explicam, que tudo fazem para manter um forte vínculo de sinceridade entre quem conta e quem lê, a leitora competente pode construir, a partir da emissão de opiniões no ambiente privado, o esboço de uma esfera pública literária. O estágio ideal desse processo é realizado pela senhora G.M., em *Lucíola*, que reúne as cartas de Paulo, o amante da cortesã Lúcia, publica-as em livro e ainda assina uma carta-prefácio ‘Ao autor’, onde expressa uma pequena crítica sobre a correspondência, dessa forma transformada em texto de romance.

Admirado pelos leitores de jornal que acompanhavam seus romances publicados na forma de folhetim, Alencar sofreu o silêncio da crítica de seu tempo. Reagindo à indiferença da opinião literária, o autor romântico cerca seus romances de prefácios e posfácios e aposta na esfera privada como lugar de onde pode emergir a ausente opinião. Elege a mulher que lê, também uma personagem de sua literatura, como figura decisiva para a conquista do apreço de uma sociedade de leitores.



Maria Helena Werneck

Departamento de Letras,
Pontifícia Universidade Católica, RJ



Foto Jorge H. Paps — Coleção MAM/RJ — Doação S.A. White Martins

A análise que vem sendo realizada sobre a figura da mulher na ficção tende, em resumo, a concluir pela perpetuação dos principais arquétipos que compõem seu imaginário: de um lado, a mulher como criatura privada, submissa e dependente, sempre disposta a sacrificar-se por uma causa, em geral moral; de outro, a filha de Eva, decaída, presa de seus desejos e, como tal, descontrolada e incontrolável, vale dizer, perigosa.

Algumas heroínas podem ilustrar a tese. No primeiro caso estão a Fanny de *Mansfield Park* (Jane Austen), a Lívia de *Ressurreição* (Machado de Assis) ou Isabel Archer de *Portrait of a lady* (Henry James). O mesmo James ilustraria esse ideário em outro romance, *The Bostonians*, em que, consternado, conta como Verena, dividida entre seus valores libertários e as exigências restritivas do homem que ama, abre mão dos primeiros, sacrificando-se em nome do amor.

Por outro lado, a mulher tomada por sua sexualidade, irracional e desestabilizadora, emerge com clareza de um diálogo entre Otelo e Iago (em *Otelo*, de Shakespeare): tendo o segundo relatado todos os supostos desvarios de Desdêmona, o marido, num de seus raros atos de sensatez, dúvida e pergunta por que, afinal, teria ela

procedido de forma tão absurda. Uma única palavra de Iago sela a sorte da moça: luxúria (*lust*). Essa mulher tornada irracional pelos seus sentidos, merecedora da morte ou do desprezo, é provavelmente o tipo ficcional mais frequente — a adúltera. É encarnada por Ema Bovary e Ana Karenina (que dão nome aos romances de Gustave Flaubert e Leon Tolstoi, respectivamente), por Hester Prynne (*The scarlet letter*, de Nathaniel Hawthorne), por Odette (*À la recherche du temps perdu*, de Marcel Proust), pela talvez adúltera Capitu (*Dom Casmurro*, de Machado de Assis), pela solteira Ofélia, que morre louca e afogada, ou sua sogra, mãe de Hamlet, morta por envenenamento (*Hamlet*, de Shakespeare), ou Ana Rosa (*O mulato*, de Aluísio de Azevedo), que não morre nem enlouquece, mas perde o bebê que esperava e se casa com o homem que, a mando do próprio pai, assassinara seu amante. Tem sido largamente documentado que o preço do prazer feminino, feitas as contas, é excessivamente alto: o opróbrio, a loucura, a morte, quando não os três ao mesmo tempo.

Alencar é francamente normativo: só o amor legítima o contato sexual, cuja plenitude deve ser alcançada apenas no casamento. Lúcia, a única entre todas que não controla sua sexualidade solteira, termina

por pagar com a vida a consequência da mesma, morrendo em resultado de um aborto. À primeira vista, o escritor também não escapa à representação mais elementar da mulher: Aurélia (*Senhora*), Carolina (*A viuvinha*) ou Amélia (*A pata da gazela*) movimentam-se num território doméstico normatizado e seu interesse dramático termina com o anel de casamento. Perseguindo obsessivamente esse objetivo, podem parecer personagens pouco elaboradas, porque desprovidas de ambigüidade: concentradas no amor, o mundo exterior não lhes concerne. Mas é precisamente aqui que Alencar acrescenta novos dados ao papel da mulher, salientando seu domínio no terreno amoroso graças à supremacia de seu caráter em relação ao homem.

A superioridade do caráter feminino assume duas vertentes. Na primeira, expressa em *A viuvinha* ou *Cinco minutos*, ela não desafia a dominância masculina e apenas assinala uma maior dedicação das mulheres ao objeto amado. O homem permanece o centro do universo feminino. *Cinco minutos* é exemplar na ênfase dada à potência de sua heroína, que, entretanto, a extrai de sua devoção a um objeto masculino. Carlota apaixona-se por um desconhecido e conquista-o por meio de um complicado jogo de esconde-esconde, que inclui até um naufrágio na baía de Guanabara. Só ao final do livro, já na Grécia, resolve a moça revelar ao namorado que estava condenada pela tuberculose. É então que todo o seu domínio se manifesta e, vencendo ciência, médicos e doença, sob o estímulo literal de um beijo, ela decide viver no momento em que morria.

Ela tornou-se lívida; sua voz suspirou apenas:

— *Agora!*

Apertei-a ao peito e coleí os meus lábios aos seus. Era o primeiro beijo de nosso amor, casto e puro, que a morte ia santificar.

Sua fronte se tinha gelado, não sentia a sua respiração nem as pulsações de seu seio.

De repente ergueu a cabeça.

Se visse (...) que reflexo de felicidade e alegria iluminava nesse momento o seu rosto pálido!

— *Oh! quero viver! exclamou ela.*

E com os lábios entreabertos aspirou com delícia a aura impregnada de perfume que nos envolvia o golfo de Ischia. Desde esse dia foi pouco a pouco restabelecendo-se, ganhando as forças e a saúde; sua beleza reanimava-se e expandia-se como um botão que, por muito tempo privado de sol, se abre em flor viçosa.

s mulheres de Alencar são perseverantes em seu amor, o que expressa, de um lado, a superioridade do caráter feminino sobre o masculino e, de outro, a garantia da virtude masculina. Em *A viuvinha*, na noite de seu casamento, após descobrir-se arruinado, Jorge simula um suicídio, emigra para outro país, enriquece o suficiente para pagar todas as suas dívidas e retomar com dignidade o amor de sua mulher. Esta, durante os cinco anos em que o julgou morto, vestiu-se de negro e jamais o deixou de amar. Ao reaparecer, ele a encontra a postos. Foi a certeza da perseverança da moça que deu alento ao marido na farsa de seu suicídio e em suas aventuras na América.

A segunda vertente da superioridade feminina apresenta-se, no entanto, de forma ofensiva ao homem. Embora estejam, mesmo aí, referidas sempre ao objeto masculino e seja nessa direção que orientem suas principais ações, as mulheres procuram humilhar e amesquinhar seus parceiros. Este é o caso em *Senhora* e em *A pata da gazela*.

A pata da gazela é um texto escancaradamente trocista: como na história de Cinderela, tudo gira em torno de um fetiche, o pé. Horácio, rapaz da moda, dândi e fútil, como Fernando ou Jorge de outros romances, apaixona-se pela proprietária desconhecida de um minúsculo sapato que encontrara perdido na rua da Carioca. Intui que é Amélia a dona do pequeno pé. Ocorre que Leopoldo, moço pobre, apaixonou-se também pela jovem: não por seus pés (até porque os julgava demasiado grandes), mas por seu sorriso. O texto trata da atração inicial de Amélia por Horácio, da lealdade de Leopoldo à amada e, finalmente, da opção definitiva da jovem por aquele que, a começar por seu sorriso, termina por amá-la de corpo inteiro, e não apenas a seus pés (ou apesar de seus pés). É Amélia quem tem senso prático, é capaz de tomar decisões, não se deixa envolver por romantismos tolos, como se apaixonar por pés ou por sorrisos, procura uma relação matrimonial sensata. Dá, assim, uma lição a Horácio, demonstrando-lhe a superficialidade de seus afetos e a fragilidade de seu caráter. O rapaz, que de início parecia dotado de inegável charme, termina a história como um tolo.

Em *Senhora*, passa-se o mesmo. Desde que conhecera Fernando, Aurélia manteve-se inalterado seu afeto por ele e nem mesmo a riqueza inesperada alterou sua disposição de desposá-lo. Ao contrário, permitiu-lhe comprá-lo, cobrindo o dote de sua rival. O texto consiste numa longa ação pedagógica da jovem, após o casamento, em que ela envergonha e amesquinha o companheiro, punindo-o por sua atitude aquisitiva no mercado matrimonial.

Em *Shakespeare's division of experience*, em que analisa as personagens femininas do dramaturgo, Marilyn French acentuou a identificação realizada pelo pensamento ocidental entre o que é genuíno e o que perdura: verdadeiro é apenas o que sobrevive. Assim compreendido, o amor de verdade é o amor constante, aquele que nunca acaba. José de Alencar, sem se afastar dessa tradição, desenvolve-a em dois aspectos, e é nessa dupla manifestação do mesmo fenômeno que suas mulheres são 'melhores' que seus homens. Seja afrontando-os com sua capacidade de constância

(*Senhora*, *A viuvinha*), seja conquistando-os por sua admirável perseverança (*Cinco minutos*), as mulheres exibem a virtude por excelência feminina da permanência, como uma extensão, no nível do caráter, de sua capacidade de perenizar a humanidade. Assim é que a mulher infiel (tanto quanto a refratária a gerar) é considerada infratora e, não por outra razão, Lúcia, a única inconstante das moças, é também a única a morrer.

A fidelidade ao objeto amado até o casamento não retira das protagonistas a sensualidade e o erotismo. Mas é o amor e a

Foto Jorge H. Paps — Coleção MAM/RJ — Doação S.A. White Martins



fidelidade que legitimam o ardor sexual. Nesse aspecto, Alencar é, em certos casos, recatado. Em *Senhora*, por exemplo, o ato sexual é insinuado pela imagem que se desvia dos personagens e da cama e passeia pelas cortinas — recurso que o cinema adotaria um século depois. Por outro lado, o roupão que Aurélia veste na cena final — o mesmo da noite de núpcias, descrito com minúcia — pouco tem de recatado: “ele se abre a cada movimento que imprime-lhe o passo onduloso”.

A insinuação do ato sexual aparece também em *A viuvinha*. Após descobrir que o admirador noturno e clandestino de Carolina é seu próprio marido, afinal vivo, lemos que “duas sombras resvalaram por entre as moitas do jardim e perderam-se no interior da casa. Tudo entrou de novo em silêncio”.

Em *Cinco minutos* e *Lucíola*, contudo, Alencar é explícito quanto ao desejo feminino. O primeiro texto inicia-se quando uma mulher encapuzada toca com as mãos um desconhecido num ônibus. Em *Lucíola*, por sua vez, o desvendamento da profissão da protagonista permite ao autor uma descrição bastante explícita de uma orgia alimentar e sexual que envolve vários personagens, inclusive os dois principais.

O que surpreende não é a insinuação ou a descrição de atos dessa natureza. A idéia de que o século XIX se teria caracterizado pelo encobrimento do sexo já foi amplamente debatida e negada pelos que o estudaram. Também não é fato que os escritores brasileiros de então tenham apagado a sexualidade feminina. Machado de Assis, algum tempo depois, foi francamente realista quanto a esse aspecto. Virgília, de *Memórias póstumas de Brás Cubas*, faz um casamento de conveniência em que é bastante feliz, mas conserva Brás Cubas como amante; em outras palavras, utiliza os condicionantes do papel feminino a seu favor, maximiza seus ganhos e entra na velhice como uma senhora sexualmente feliz, mas respeitável. O que não é usual, e não obstante aparece com frequência em Alencar, é que a mulher tome a iniciativa do contato sexual. A figura feminina não é tratada como vítima de uma sexualidade reprimida, incapaz de lidar com o próprio desejo, nem é punida pelo mesmo. Provocada sua sensualidade, não se rende a ela por ser tola; sem a negar, sensatamente canaliza-a para o matrimônio.

As moças de Alencar não apenas estão adaptadas a seu mundo como aprendem a usá-lo em benefício próprio. Esse favorecimento significa, sim, a obtenção de paz e segurança através do casamento, mas não se pode censurá-las: suas irmãs de ficção que tentaram destinos mais brilhantes tiveram quase sempre um fim pouco invejável. Elas parecem ter consciência de um fa-



foto Arquivo de Rui Barbosa — FCRB

to importante: a natureza da interação social propicia, frequentemente, que ações sejam entendidas pelos outros como sintomas e, assim sendo, um ato sexual impensado poderia comprometer o conjunto de uma personalidade, que elas se esforçavam por construir como imaculada.

Mas o direcionamento da sexualidade para a família não se faz sem tensão e é difícil o processo de ordenamento do caótico. Os rodopios dançantes de Aurélia, que provocam suores frios e quentes e desmaios histéricos, assim como a abordagem francamente agressiva de Carlota a um desconhecido, sua súbita recuperação de uma doença mortal ante o estímulo de um beijo demonstram as dificuldades envolvidas nessa canalização institucional. O fato de Alencar perceber o casal e a família como as instâncias legítimas da prática sexual não implica que a ignore ou despreze. A rigor, ele vai transformá-la num cerimonial abarcante de inúmeros elementos: os gestos dos protagonistas, a modulação de suas vozes, suas vestimentas, a iluminação, a decoração — com a descrição detalhada de pânos, cortinas, tapetes e colchas —, os odores e perfumes, os alimentos, como frutas e licores.

Como algumas das moças de Jane Austen — Eleanor, de *Sense and sensibility*; Anne, de *Persuasion*; e Elizabeth, de *Pride and prejudice* —, as jovens de *Senhora*, *A pata da gazela* ou *Cinco minutos* estão à vontade em seu espaço social e sem disposição para desafiá-lo. Mas de maneira alguma se comportam como objetos da vontade alheia. Se a sensatez as faz conservadoras, a persistência as faz ganhadoras. Quando se apaixonam por um rapaz inadequado, tratam de reformá-lo: Amélia ensina Leopoldo a se vestir, Lúcia ensina Paulo a aceitar as consequências de suas escolhas, Aurélia ensina Fernando a ter caráter. Elas não se lançam em aventuras com fins pouco discerníveis, e seus noivos, ainda que não sejam modelos de virtude, são seus pares em matéria de status social.

Na aproximação do casal, a escolha e a conquista constituem privilégios femininos, embora as conveniências possam levar as mulheres a demonstrar o contrário. Uma vez tendo definido o casamento como a opção estratégica para ao mesmo tempo satisfazerem seus desejos e serem aceitas na sociedade — nenhuma quer ser incompleta, como as várias damas de companhia



idosas com que convivem e que com frequência empregam —, procuram obter o máximo de uma barganha que, considerando-se a fragilidade moral de seus noivos, poderia parecer ruim.

Em suma, como procurei assinalar, Alencar conta histórias de amor singularmente desprovidas de elementos tormentosos ou mortais e cujos personagens não são, como é comum em escritos dessa natureza, embaraçados por forças externas à relação — políticas, econômicas ou familiares. *A pata da gazela* retoma com humor a fábula de Cinderela, ironizando moços que saem às ruas perseguindo pés, e sugerindo que quem vê pés não vê corações; *Senhora* trata da instituição do dote, mas inverte os papéis da mulher e do homem como objeto de troca. *A viuvinha* permite uma reflexão sobre a coincidência cultural entre o afeto verdadeiro e o duradouro; *Cinco minutos*, expressão da centralidade do homem no universo de preocupações feminino, conclui com originalidade pelo domínio específico que, por essa razão, as mulheres podem ganhar no sistema interativo do casal; *Lucíola* vem da tradição das Camélias e Nanás, inovando-a entretanto ao retirar do drama os constrangimentos exteriores e familiares, de tal modo que sua solução repousa unicamente nos protagonistas. Nessas histórias predomina o caráter feminino, que decide o início (inclusive do con-

tato sexual), os caminhos e o final da ação; os heróis masculinos são indolentes, dependentes e manejáveis.

Embora me tenha detido nas moças, elas estão longe de esgotar a complexidade do feminino na obra de Alencar. Conquanto personagens de fundo, sem participação na trama central, as mulheres mais velhas devem ser vistas como o epílogo tranqüilo e dessexualizado da vida de Amélias, Aurélias, Carlotas e Carolinas. Também nesse aspecto as mulheres mostram ser superiores aos homens, pois que, com exceção da mãe de Amélia, as demais sobrevivem aos maridos, perdurando para o enredo. Os homens maduros, os conselheiros a que aludimos, são sempre solteiros, como se para 'durar' tivessem que se ter afastado do amor e do casamento. Parece que, aos homens, impõe-se a escolha entre a mulher e a vida. As mulheres podem ter acesso precário ao mundo, ao trabalho, à política, mas o preço que os homens pagam pela supremacia é despojar-se delas no portal de suas casas e de seus corações.

As mulheres de Alencar exibem, quase todas, considerável competência na manipulação de técnicas de controle no território privado da família, do afeto e da domesticidade. Sabem evitar que as ameaças surgidas de situações novas assumam feição predatório. Lúcia foi o caso-limite em que as normas se tornaram dissonantes, o

manejo impossível e a morte inevitável. A situação amorosa com que José de Alencar nos põe em contato permite deduzir um fenômeno sociológico relevante — o de que o mundo é, ao mesmo tempo, dois lugares diferentes, um deles habitual, em que se vive rotineiramente, e em que, em geral, o controle é mantido sem esforço perceptível; o outro perigoso, que apresenta situações alarmantes, em que novos papéis devem ser aprendidos, onde a luta pela autopreservação é inevitável e os hábitos e habilidades aprendidos no mundo rotineiro se mostram inadequados e insuficientes.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- BEAUVOIR, S. *O segundo sexo*. São Paulo, Difusão Européia do Livro, 1966.
- FRENCH, M. *Shakespeare's division of experience*. Nova York, Ballantine Books, 1981.
- GORNICK, V. 'Woman as outsider', em V. Gornick e B. K. Moran (orgs.), *Woman in a sexist society*. Nova York, Mentor Book, 1972.
- MARTIN, W. 'Seduced and abandoned in the new world: the image of woman in american fiction', em V. Gornick e B. K. Moran (orgs.), *Woman in a sexist society*. Nova York, Mentor Book, 1972.
- MILLET, K. *Sexual politics*. Londres, Abacus, 1972.
- SANTOS, W.G. dos. *Crise e castigo*. São Paulo/Rio de Janeiro, Vértice/Iuperj, 1987.

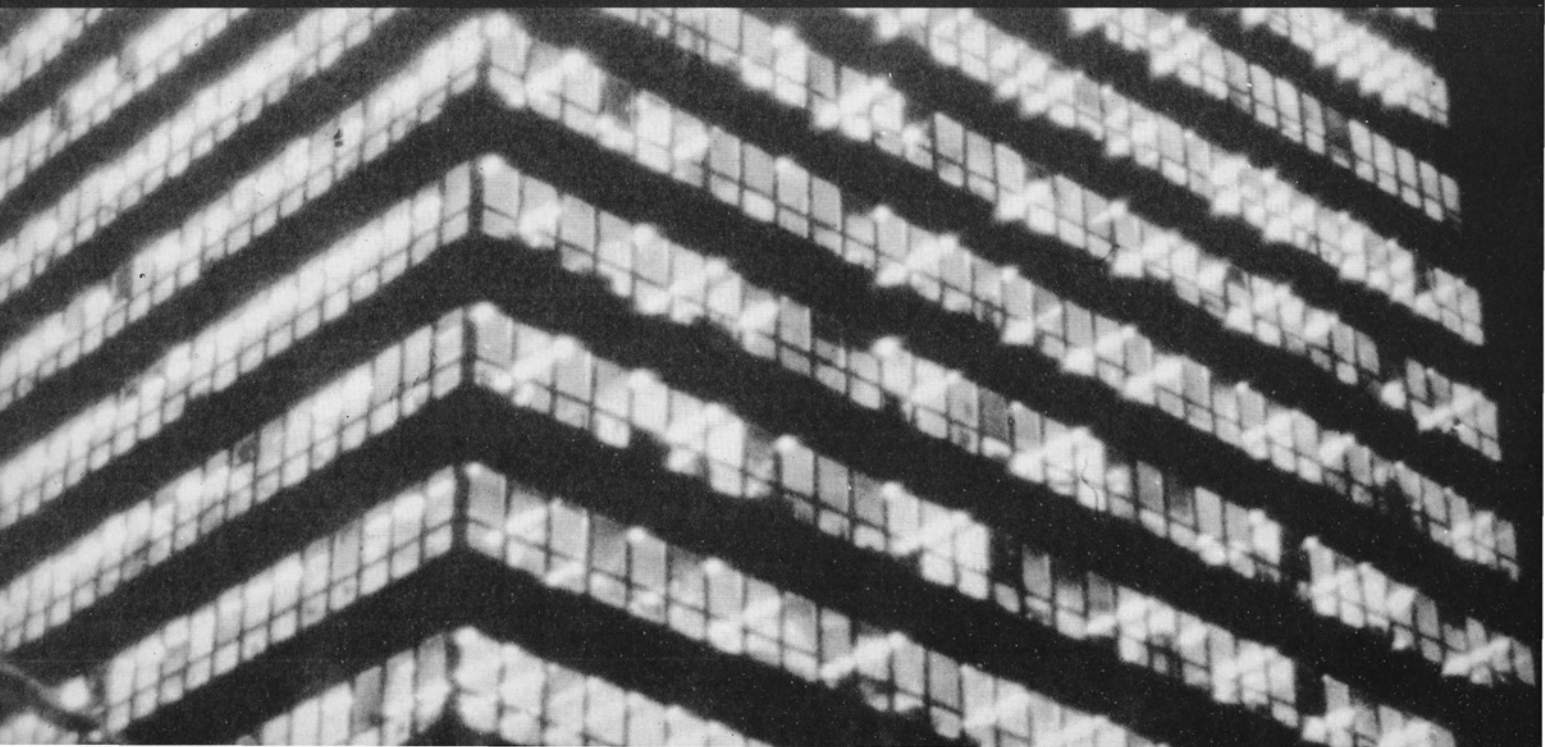
Caderneta da Caixa

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL

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



QUEM PENSA NÃO DESPERDIÇA.



O Procel e a Eletrobrás convidam você a pensar. E a pensar de forma avançada sobre um tema fundamental: a conservação de energia.

Nos países mais desenvolvidos do mundo, as pessoas já tomaram consciência de que conservar energia elétrica não significa abrir mão do conforto ou da produção. Significa usar com inteligência e bom senso esse recurso essencial à sociedade.

No Brasil, as pessoas precisam ficar em dia com esse novo tempo. E o primeiro passo é acabar com o desperdício. Ele é um atraso de vida que só traz prejuízos. A conservação aumenta, no tempo, a disponibilidade de energia elétrica, reduzindo a necessidade de recursos para construção e operação de usinas e linhas de transmissão. Em decorrência, a conservação de energia ajuda também a conservar a natureza.

Já está na hora de você saber usar bem a energia elétrica e passar essa idéia pra frente. Porque o desperdício dos outros também acaba caindo na sua conta. No seu bolso.

Além de eliminar o desperdício, existem medidas simples que dão ótimos resultados para você e para sua empresa. Procure essas informações na sua companhia de eletricidade.

1988 é o Ano I da Conservação de Energia Elétrica no Brasil. É o começo de uma nova atitude, mais racional, inteligente. E mais comprometida com o futuro.

Pense nisso. O Procel e a Eletrobrás contam com você. Quem pensa não desperdiça.

PROCEL

**Programa Nacional de Conservação
de Energia Elétrica**

Eletrobrás 

Centrais Elétricas Brasileiras SA

**MINISTÉRIO DAS MINAS
E ENERGIA**

Governo Federal - Tudo pelo social.

Como profissional da área de técnicas nucleares, tenho procurado acompanhar tudo que é publicado sobre o acidente de Goiânia, mas ainda não encontrei nenhuma referência ao tratamento das vítimas feito pelo dr. Gale. Solicito informações a respeito.

Ademir Antônio Guarnieri, Universidade Federal de Viçosa (MG)

A principal função da medula óssea é a hematopoiese, ou seja, a formação e desenvolvimento das células sanguíneas. As radiações ionizantes causam uma inibição dessa função, tanto mais severa quanto mais forte for a dose recebida. Esse efeito é mais evidente quando a exposição é aguda e uma dose elevada de radiação atinge toda a superfície corpórea do indivíduo. A forma da irradiação também é importante já que o dano causado por nêutrons é maior do que aquele produzido pelos raios gama ou beta.

A supressão da hematopoiese resulta da destruição das chamadas *stem cells*, células indiferenciadas que dão origem a todos os elementos do sistema sanguíneo: glóbulos brancos (leucócitos), glóbulos vermelhos (eritrócitos) e plaquetas. Quando a dose total de irradiação é relativamente baixa (1 a 2 Gy), a destruição das *stem cells* é mínima e a recuperação espontânea é provável. Doses superiores a 8-10 Gy determinam destruição irreversível da medula óssea, bem como dano acentuado à mucosa gastrointestinal. A recuperação espontânea desses indivíduos é improvável, ocorrendo o óbito por septicemia ou sangramento.

O transplante de medula óssea pode representar a única possibilidade de recuperação da função hematopoiética nesses indivíduos. No entanto, a morbidade associada ao transplante é tremenda, incluindo desde a rejeição da medula e infecções oportunistas até doença 'enxerto versus hospedeiro', pneumonite intersticial e complicações do uso prolongado de agentes imunodepressores.

Em vítimas de acidentes nucleares, a ocorrência de queimaduras extensas potencializa o risco de complicações associadas ao transplante de medula óssea, como realmente ocorreu em Chernobyl. Entre as vítimas desse desastre nuclear, 13 das que receberam doses superiores a 6 Gy foram submetidas a transplante. Destas, sete morreram nas três primeiras semanas, em decorrência de queimaduras, toxicidade gastrointestinal e infecções, quatro morreram após a 'pega' da medula, por complicações relacionadas diretamente ao transplante, e

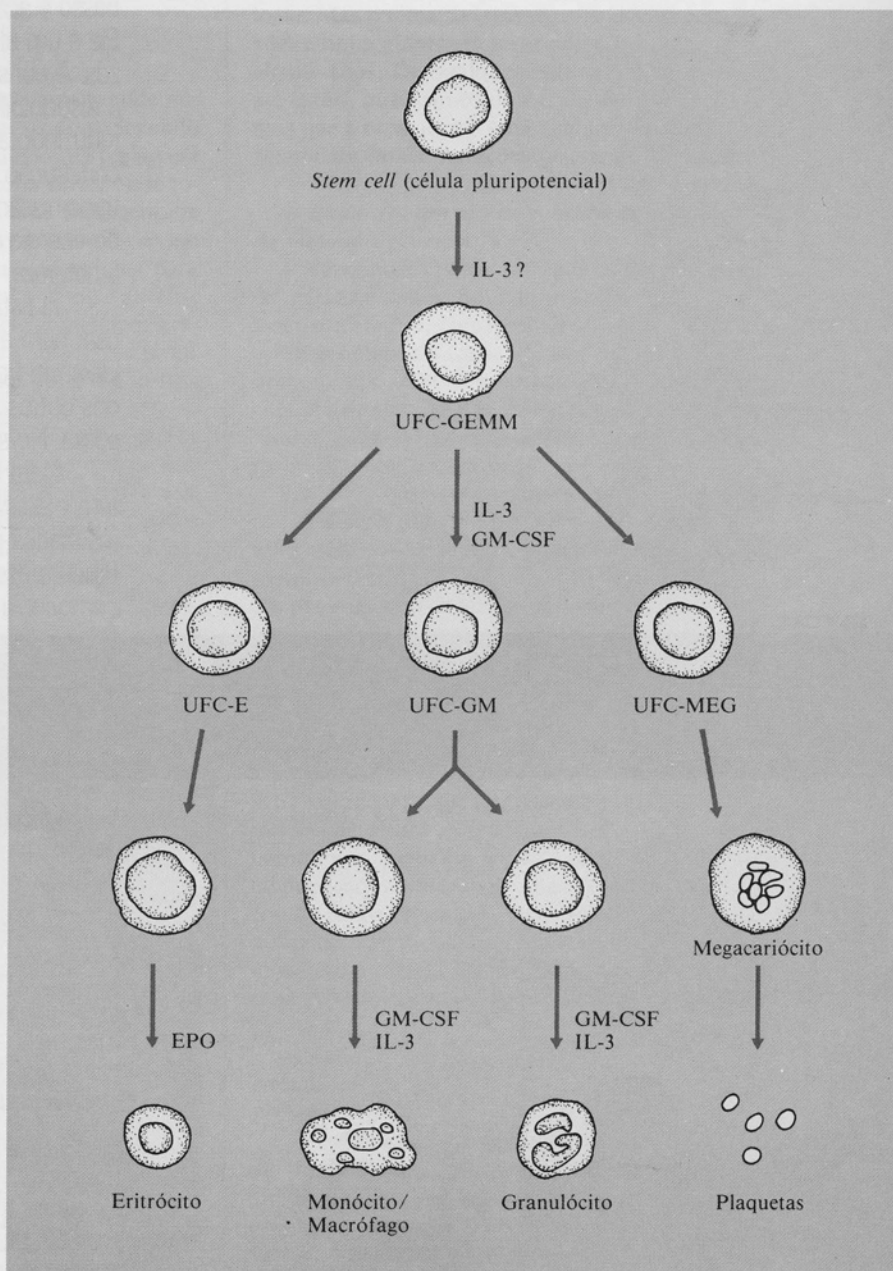


Fig. 1. O esquema representa os caminhos da hematopoiese, vendo-se: UFC-GEMM — unidade (uma célula precursora) formadora de colônias de granulócitos, eritrócitos, monócitos e megacariócitos; UFC-E — unidade formadora de colônias de eritrócitos; UFC-GM — unidade formadora de colônias de granulócitos e monócitos; UFC-MEG — unidade formadora de colônias de megacariócitos; GM-CSF — fator estimulante de colônias de granulócitos e monócitos/macrófagos; IL-3 — interleucina-3; EPO — eritropoietina.

duas sobreviveram, após uma recuperação transitória da medula transplantada, seguida de recuperação da própria medula.

Transplantes de medula óssea, porém, não podem ser realizados em grande escala em uma emergência, e seu uso está limitado a indivíduos expostos a doses mais elevadas de irradiação. Por isso outras medidas terapêuticas devem ser consideradas, principalmente para atender a indivíduos expostos a radiação na faixa de 2-6 Gy e que, portanto, apresentam depressão severa da medula óssea.

Como a irradiação causa sempre a morte de uma fração da população total de células e não de um número fixo, é sempre provável que um certo número de *stem cells* sobreviva, mesmo após a exposição em doses elevadas. Desta forma, seria teoricamente possível acelerar a recuperação hematopoética estimulando-se a proliferação dessas células primordiais. Uma vez que o risco de infecções fatais está relacionado à duração do período de neutropenia (redução dos glóbulos brancos), a redução desse período poderia significar uma mortalidade menor. Foi a partir desse raciocínio que medicamentos destinados a acelerar a produção de glóbulos brancos começaram a ser estudados.

Os precursores hematopoiéticos (as *stem cells*) podem ser estudados *in vitro* através do estabelecimento de colônias em meio semi-sólido. Seu crescimento e diferenciação dependem de proteínas específicas que agem como reguladores da hematopoiese (figura 1). Esses fatores foram denominados 'fatores de crescimento (estimulante) de colônias' (CSF), por terem sido identificados a partir de ensaios de culturas formadoras de colônias de células.

Vários fatores de crescimento de colônias foram identificados recentemente. Alguns são específicos para determinadas linhagens (por exemplo, G-CSF — fator de crescimento de granulócitos); outros determinam o crescimento de vários tipos celulares (por exemplo, multi-CSF, ou interleucina-3), o que se deve, acredita-se, à sua propriedade de estimular elementos bastante primitivos da árvore hematopoética. O GM-CSF, ou fator estimulante de colônias de granulócitos e macrófagos, é um desses fatores. Culturas de células desenvolvidas na presença dessa substância contêm neutrófilos, macrófagos, eosinófilos e alguns outros tipos celulares.

A seqüência genética que codifica a estrutura molecular de vários fatores foi determinada para vários grupos. Assim, tor-

nou-se possível a síntese de grandes quantidades desses fatores por técnicas recombinantes (ver 'Transposons: a dança dos genes', em *Ciência Hoje*, n° 22). No laboratório, GM-CSF recombinante estimula a proliferação de colônias de neutrófilos e macrófagos. Vários estudos em seres humanos foram realizados, comprovando-se a eficácia da substância na rápida elevação do nível de glóbulos brancos. Tal efeito foi documentado em portadores de AIDS, de síndromes mielodisplásicas e em carcinoma de bexiga após altas doses de quimioterapia. O acidente com Césio-137 (Cs-137) ocorrido em Goiânia permitiu que esse efei-

uma a duas semanas. A taxa da dose obviamente variou de acordo com a distância da fonte e não pode ser determinada de maneira efetiva.

Com base na dosimetria biológica e nos fatos previamente expostos, oito indivíduos severamente irradiados receberam o GM-CSF com o intuito de acelerar a regeneração hematológica. A droga foi administrada como uma infusão contínua durante 24 horas, até que surgissem sinais de recuperação por três dias consecutivos, sendo então retirada gradualmente. A estratégia adotada foi a de administrar a droga a indivíduos com taxas de granulócitos inferior-

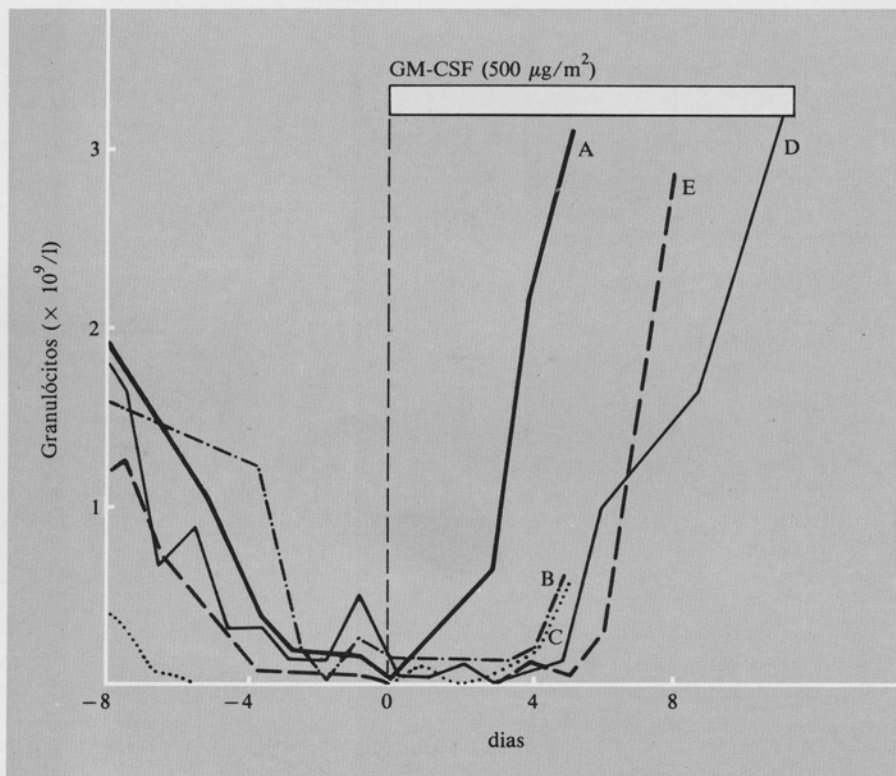


Fig. 2. Comparar o padrão da resposta do paciente A com o dos demais pacientes tratados com GM-CSF.

to fosse também documentado em vítimas de altas doses de radiação ionizante.

Os detalhes do acidente são hoje bem conhecidos e descritos (ver 'Autos de Goiânia', suplemento de *Ciência Hoje*, n° 40). Alguns aspectos, entretanto, devem ser ressaltados. Apesar de todos os dispositivos utilizados, a análise da dose de irradiação que cada indivíduo recebeu dificilmente pode ser determinada de maneira exata pelos métodos convencionais. É importante lembrar que a exposição, em certos pacientes, ocorreu durante várias horas. Em outros, foi intermitente, durante um período de

res a 500 por mm^3 (o normal é dois mil a quatro mil por mm^3) e que não apresentassem sinais de recuperação espontânea até 35 dias após o início do acidente. As medidas habituais de apoio, como transfusões de glóbulos vermelhos e plaquetas, antibióticos e isolamento, foram utilizadas em todos eles.

Dois pacientes morreram logo após a administração da droga, vítimas de septicemia prévia ao tratamento, e não devem, portanto, ser analisados. Nos demais, dois padrões de resposta puderam ser observados (figura 2). Três desses pacientes apre-

sentaram rápida elevação do número de glóbulos brancos após a introdução do medicamento e três apresentaram um padrão mais lento. Este resultado pode estar relacionado à dose média de irradiação recebida, diferente nos dois grupos. Também foi possível observar que os pacientes não tratados apresentaram um padrão de recuperação hematológica ainda mais lento (figura 3).

caz na aceleração da recuperação hematopoiética dos indivíduos expostos à radiação do Cs-137. Não devemos, entretanto, estabelecer um vínculo direto entre o uso do fator recombinante e a sobrevida desses indivíduos, visto que dois apresentaram recuperação espontânea.

Considerando, entretanto, que o risco de infecções diminui com a elevação do nível de glóbulos brancos, é provável que a dro-

Caso a interleucina-3 (IL-3, uma outra proteína que estimula a hematopoiese) já estivesse disponível por técnicas de engenharia genética para utilização clínica, seu uso poderia ter sido considerado, devido à ação que tem sobre as células hematopoiéticas mais primitivas. Existem, entretanto, várias considerações teóricas contra a medida. As vítimas do acidente de Goiânia mostravam elevado grau de contaminação interna e, portanto, irradiavam continuamente a medula óssea. A utilização da IL-3, com seu potencial de atuação em células mais imaturas, poderia ser prejudicial: haveria a possibilidade de aumentar a sensibilidade à irradiação, ao induzir a diferenciação celular. Desta forma, a estimulação de células relativamente mais maduras, pelo GM-CSF, teria a vantagem adicional de proteger as células mais primitivas dos efeitos da radiação.

O princípio de radioproteção celular vem sendo estudado com várias interleucinas isoladas ou em combinação. Os resultados atingidos no tratamento das vítimas do Cs-137 em Goiânia sugerem a utilidade dos fatores de crescimento em vítimas de acidentes radioativos. A aceleração da recuperação hematopoiética confirma a indicação desses fatores, obtidos por engenharia molecular, a pacientes portadores de câncer e submetidos a altas doses de irradiação terapêutica.

Depois de Chernobyl já veio à luz uma considerável bibliografia sobre o tratamento das vítimas de radiação, como 'The role of bone marrow transplantation for nuclear accidents: implications of the Chernobyl disaster', de R. Champlin, na publicação *Seminars in Hematology* (nº 24, 1987) e 'The human hematopoietic colony stimulating factors', dos drs. S. C. Clark e R. Kamen, na revista *Science* (nº 236, 1987). Um artigo especificamente sobre o tratamento das vítimas do Cs-137 em Goiânia será publicado proximamente pela revista inglesa *Lancet* com o título 'Use of recombinant GM-CSF in the Brazil radiation accident'. É da autoria do dr. R. Gale, que esteve no Brasil naquela ocasião, da italiana A. Butturini e de P.C. Souza, entre outros.

Daniel Goldberg Tabak

Centro Nacional de Transplante de Medula Óssea, Instituto Nacional do Câncer

Paulo Cesar de Souza

Serviço de Hematologia, Hospital Naval Marcílio Dias

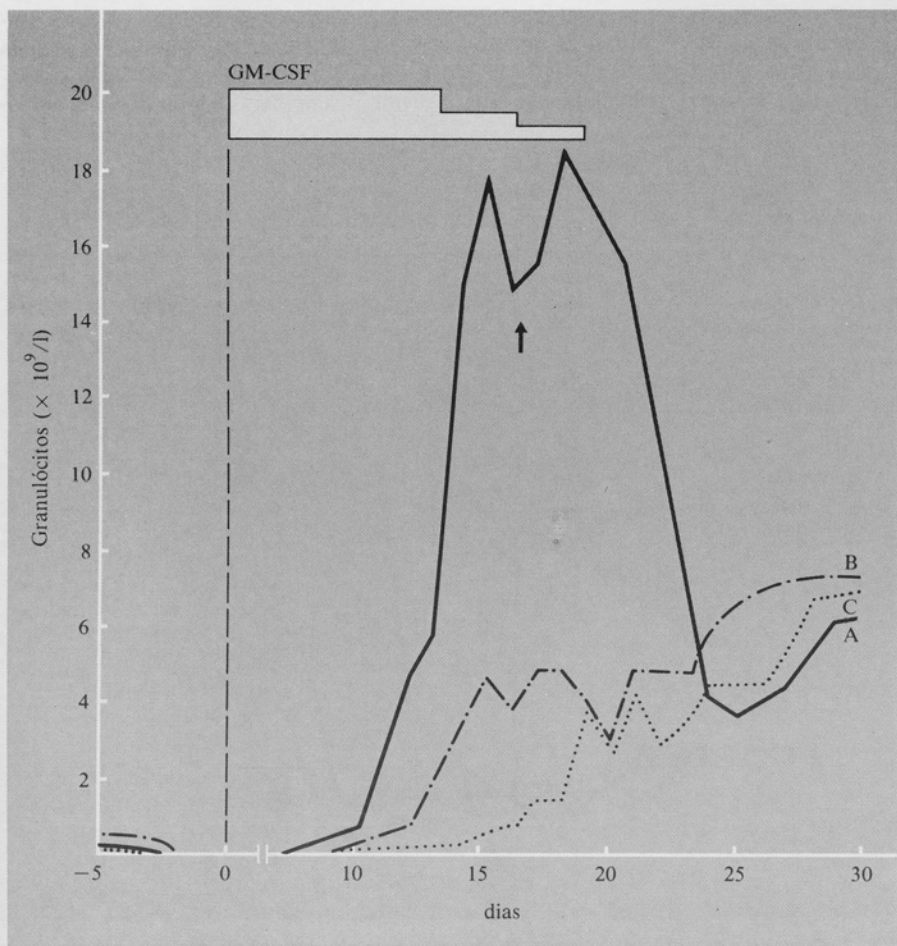


Fig. 3. Comparação da recuperação de granulócitos entre o paciente A, que recebeu GM-CSF, e os pacientes B e C, que não receberam o fator.

É importante notar que, considerando-se as próprias particularidades do acidente de Goiânia, este não foi um estudo controlado. A utilização do fator de crescimento teve como único objetivo acelerar a recuperação hematológica dos pacientes irradiados.

O declínio do número de glóbulos brancos após a redução da dose de GM-CSF (seta na figura 3) sugere que a elevação dos granulócitos foi realmente conseqüente ao seu uso. Os resultados observados indicam que a administração de GM-CSF foi efi-

ga tenha contribuído para a recuperação de dois dos pacientes tratados precocemente, ainda sem sinais de infecção e que apresentaram um período mais curto de neutropenia. Experiências com primatas tratados durante períodos superiores a um ano não descrevem efeitos tóxicos tardios. Pacientes portadores de câncer, de AIDS, ou submetidos a transplante de medula óssea também não apresentaram efeitos colaterais tardios. Em Goiânia, até o momento, os pacientes tratados não apresentam sinais tóxicos.

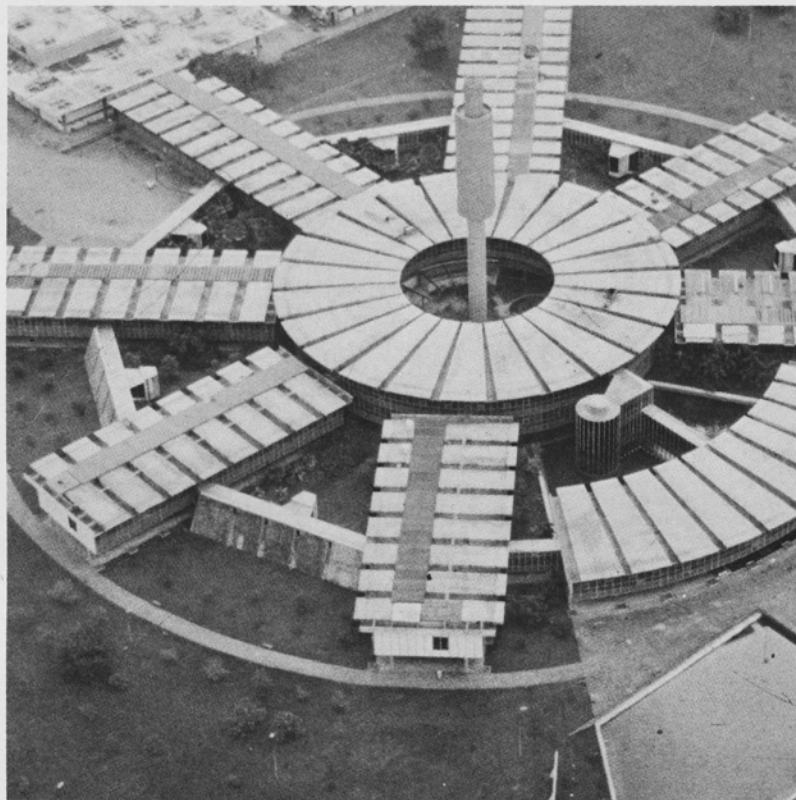
O PETRÓLEO SÓ É NOSSO QUANDO A TECNOLOGIA TAMBÉM É.

O desenvolvimento tecnológico é fundamental para o progresso de uma indústria.

E uma empresa industrial só conquista autonomia efetiva quando consegue dominar e desenvolver a tecnologia que utiliza.

Daí a importância do CENPES - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello.

O CENPES é o principal pólo de desenvolvimento de tecnologia da Petrobrás. Nele realizam-se pesquisas de novos processos e produtos, adequados às características do mercado e das nossas matérias-primas. Realizam-se também projetos de engenharia básica, que são o primeiro passo para a implantação de instalações



industriais.

A pesquisa e a engenharia básica integram-se, assim, no esforço constante de aprimorar a tecnologia, o que assegura à Petrobrás uma posição competitiva em relação às empresas do mesmo gênero.

A área de atuação do CENPES inclui também o aperfeiçoamento

do pessoal técnico de nível superior, além de proporcionar serviços de informação técnica e propriedade industrial (marcas e patentes).

A partir de 1973, o CENPES passou a funcionar em modernas instalações na Cidade Universitária (Ilha do Fundão), no campus da Universidade Federal do

Rio de Janeiro. É um conjunto de 16 prédios e construções auxiliares, que totalizam cerca de 44.000 m² de área construída e onde se aloja a maior parte de seus quase 1600 empregados, dos quais 760 são portadores de títulos universitários.

Como resultado de sua intensa atividade, o CENPES

já domina cerca de 50 tecnologias fundamentais para a Petrobrás. É, no seu constante esforço de inovação, está sempre se valendo da colaboração de outras companhias, instituições científicas e universidades.

Nesses 22 anos de atividades, o CENPES contribuiu decisivamente para que a Petrobrás se tornasse uma empresa tecnologicamente forte, ocupando um lugar de destaque entre as mais avançadas companhias de petróleo.



PETROBRÁS

ESTAÇÃO CIÊNCIA



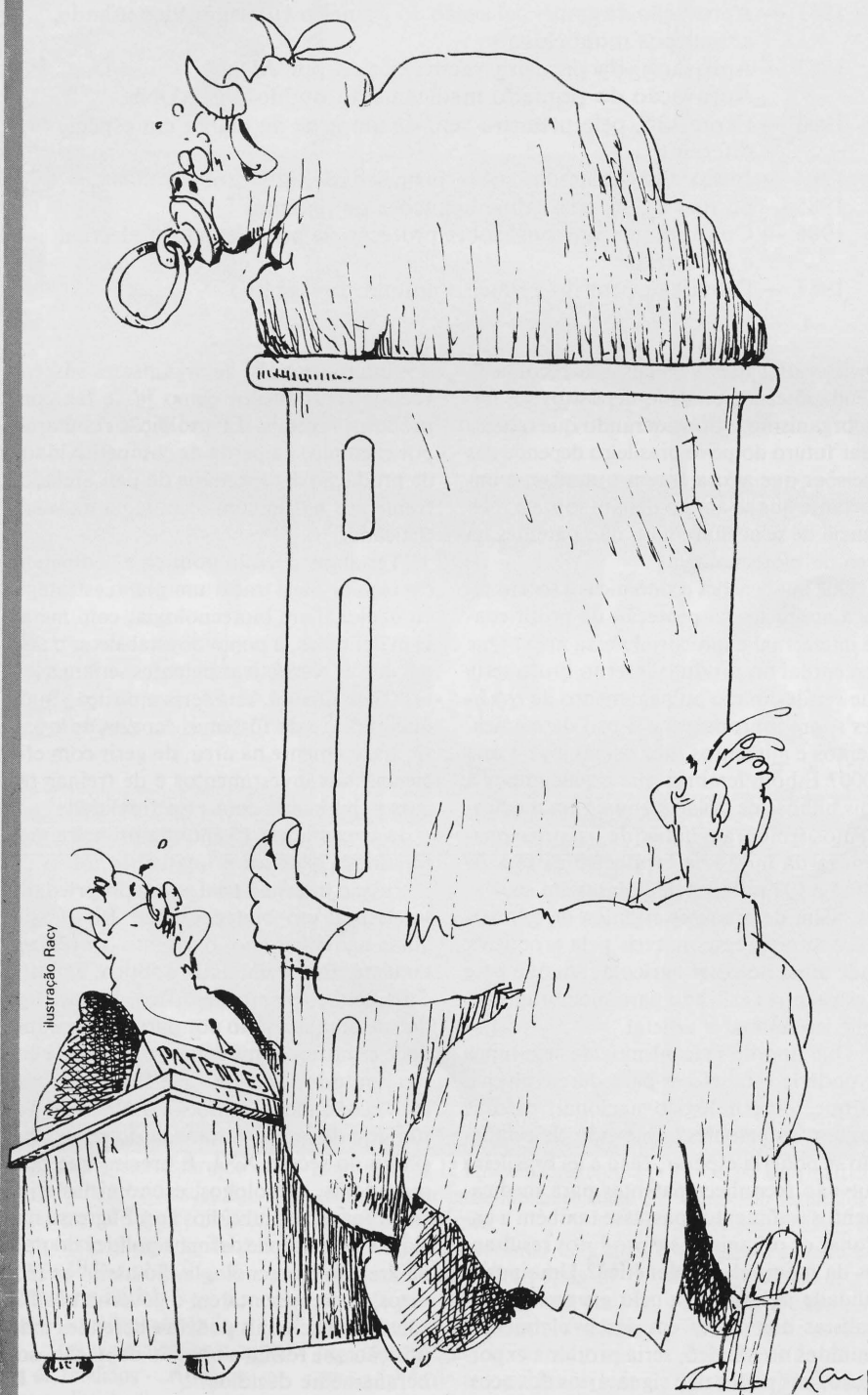
O que era apenas ficção agora é realidade.
Viaje pelo mundo da Ciência e Tecnologia.
Embarque na Estação Ciência,
à rua Guaicurus, 274 Lapa, São Paulo.

MCT CNPq

PATENTES EM BIOTECNOLOGIA

Glaci Zancan

Departamento de Bioquímica, Universidade Federal do Paraná



A biotecnologia é tão antiga quanto a civilização, pois já em tempos imemoriais o homem utilizava microorganismos para obtenção de alimentos e bebidas fermentadas. Mas só no fim do século XIX, com o aproveitamento prático do conhecimento científico em biologia, surgiram os processos de fermentação industrial. Depois, o avanço da biologia molecular permitiu o conhecimento dos mecanismos fundamentais da hereditariedade. Com o isolamento do primeiro gene, em 1973, abriu-se para o homem a possibilidade de manipular a informação genética. A velocidade dos acontecimentos mostra que já não há barreiras intransponíveis em biologia. O homem pode criar novos organismos vivos, adaptados aos seus interesses. É apenas uma questão de tempo e de recursos.

O interesse de grupos econômicos foi logo despertado para a possibilidade de pesquisadores utilizarem o imenso potencial genético dos seres vivos, produzindo bens e organismos que facilitem a vida humana. Já em 1976 surgiu nos Estados Unidos a primeira empresa de medicamentos obtidos por engenharia genética, que agora começam a ser comercializados. A manipulação do material genético de plantas e animais provocará, sem dúvida, uma revolução nas áreas de saúde, alimentação e meio ambiente. O vulto dos investimentos (4,7 bilhões de dólares, em 1988, nos Estados Unidos) nos diferentes campos da biotecnologia confere caráter irreversível à revolução biotecnológica.

Considerando a importância da proteção econômica dos 'inventos' na área de biotecnologia, realizou-se em Genebra, em novembro de 1984, a primeira sessão do Comitê de Especialistas, reunidos pela Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI) e pela União Internacional de Proteção à Propriedade Industrial. Em julho de 1986 essas entidades expediram um questionário, com aproximadamente uma centena de questões, sobre proteção legal na área de biotecnologia. As perguntas formuladas envolviam processos, organismos e usos. Perguntava-se, por exemplo, se um híbrido obtido pelo cruzamento de duas linhagens parentais vegetais é patenteável. Ou se são patenteáveis o uso de uma enzi-

ma para a preparação de um medicamento; o uso de uma variedade de trigo para produção de um novo alimento; o processo de criação de gado por inseminação artificial, transferência de embriões ou superovulação; o processo de isolamento de um microorganismo que produz um novo antibiótico. O questionário perguntava ainda se uma eventual garantia de patentes para animais, plantas, microorganismos e linhagens celulares seria extensiva a novos animais, plantas, microorganismos e linhagens celulares deles derivados. Os organismos deveriam ser depositados no processo de patenteamento? E ainda: quando e em que condições as amostras dos organismos poderiam ser liberadas?

As perguntas englobam o patenteamento de produtos e processos que envolvem mutagênicos, ADN, hormônios, plasmídeos, enzimas, vacinas, antígenos, antibióticos, vírus, microorganismos, vetores, fungos, bactérias, algas, hibridomas, células vegetais, protoblastos, calo vegetal, sementes, plantas, células/embriões/órgãos/espécies e linhagens celulares animais.

O referido questionário foi respondido por 26 países, entre eles Gana, México e Cuba. O Brasil, que se fez representar em todas as reuniões realizadas, não respondeu, embora o questionário permitisse justificar qualquer posição. Da análise dos documentos da Comissão de Especialistas, emitidos em 1987 e 1988, pode-se deduzir que há uma tendência ao reconhecimento da proteção intelectual aos processos e aos produtos, embora nenhuma decisão tenha sido tomada. Quanto aos usos, o assunto ainda desperta muita controvérsia. Recentemente, por exemplo, o Congresso norte-americano suspendeu a concessão de patentes para animais transgênicos, até que se discutam melhor as implicações econômicas e ambientais que a questão envolve.

O Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) do Ministério da Indústria e Comércio reuniu em setembro de 1987 um grupo de trabalho para analisar o assunto. Alguns documentos foram elaborados e estão, no momento, sendo discutidos no âmbito de um grupo técnico constituído pela Comissão Interministerial de Biotecnologia. Os documentos do INPI são, em princípio, favoráveis à regulamentação da proteção à matéria viva.

Deve ser destacado que o Brasil não reconhece patentes de produtos e processos relacionados a medicamentos e alimentos (lei nº 5.772, de 21/12/71), nem é signatário das convenções internacionais que regulamentam a proteção da descoberta de

SUCESSÃO DE EVENTOS EM BIOTECNOLOGIA

- 1973 — Clonagem do primeiro gene
- 1974 — Expressão do gene clonado em bactéria
- 1975 — Publicação de normas para uso do ADN recombinante (ADNr)
- 1976 — Criação da primeira empresa para exploração da tecnologia do ADNr
- 1980 — Patenteamento da primeira bactéria manipulada
- 1981 — Aprovação da comercialização do primeiro *kit* diagnóstico usando anticorpos monoclonais
- 1982 — Aprovação da primeira vacina obtida por ADNr
Aprovação do primeiro medicamento obtido por ADNr
- 1983 — Expressão, pela primeira vez, de um gene de planta em espécie diferente
- 1984 — Início das discussões sobre propriedade intelectual
- 1985 — Só nos EUA, três mil solicitações de patentes
- 1986 — Consulta internacional sobre proteção da propriedade intelectual e industrial
- 1987 — Patenteamento do primeiro animal transgênico

novas variedades vegetais e o reconhecimento internacional de depósitos de microorganismos. Considerando que o bem-estar futuro do povo brasileiro depende das decisões que agora forem tomadas, é importante que se abra o debate sobre a relevância de se aceitarem ou não patentes na área de biotecnologia.

Que implicações econômicas e sociais teria a aceitação da proteção da propriedade intelectual e industrial nessa área? Que percentual do produto interno bruto teria que ser destinado ao pagamento de *royalties* sobre a produção e o uso de medicamentos e alimentos, por exemplo, no ano 2000? É bom lembrar que o país importa dois bilhões de dólares anuais em medicamentos (embora o índice de transnacionalização da indústria farmacêutica seja de 83%) e 107 milhões de dólares em sementes, além de matrizes e sêmen de animais reprodutores, responsáveis pela produtividade atual do setor agrícola, em que pese o esforço já realizado para melhoramento genético animal e vegetal.

Que tipo de mecanismos de segurança se poderia estabelecer para desenvolver o parque biotecnológico nacional, caso se aceitem as patentes? Que tipo de retaliação se poderia esperar, caso a lei brasileira que não reconhece patentes para medicamentos e alimentos passasse também a englobar os organismos e produtos resultantes da manipulação genética? Uma possibilidade já levantada pelo grupo de especialistas dos países em desenvolvimento, reunidos no México, seria proibir a exportação, aos países não signatários dos acordos

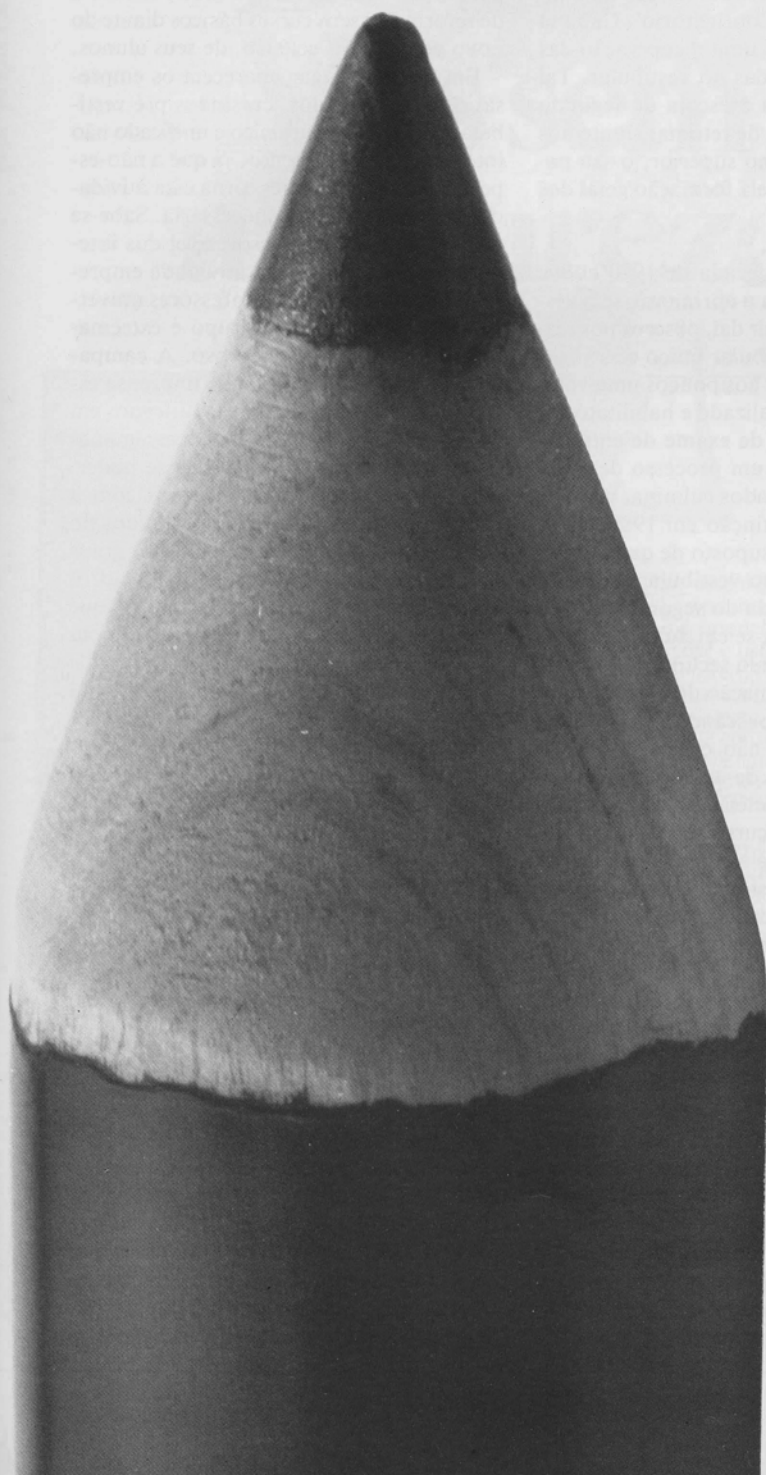
internacionais, de organismos suscetíveis de reprodução, como já se faz com produtos vegetais. Tal proibição resultaria, por exemplo, na perda de competitividade da produção agropecuária do país afetado, frente aos países com tecnologia mais sofisticada.

Teríamos decisão política e competência técnica para traçar um plano estratégico nacional em biotecnologia, com metas bem definidas, a ponto de estabelecer o ano em que as respectivas patentes seriam aceitas? Sem dúvida, esta seria a posição mais inteligente, caso fôssemos capazes de investir maciçamente na área, de gerir com eficiência tais investimentos e de treinar recursos humanos com essa finalidade.

Já se passaram 15 anos da primeira manipulação genética e quatro do início da discussão internacional sobre propriedade intelectual em biotecnologia. No Brasil, ainda não discutimos o assunto convenientemente. Este é um tema político, embora exija conhecimento científico. Requer um debate amplo e sério por parte da comunidade científica, empresários e sociedade como um todo, uma vez que suas repercussões econômicas, sociais e ambientais terão grande impacto na vida do povo brasileiro no século XXI. É preciso que pesquisadores, tecnólogos, economistas e juristas forneçam subsídios ao Congresso nacional para que ele defina a política do país na área de biotecnologia. Só assim os técnicos que representarem o governo nos fóruns internacionais poderão defender uma posição que reflita a opinião da nação, soberanamente decidida. ■

**O MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO APRESENTA O
QUE TEM FEITO PELA
PESQUISA EDUCACIONAL.**

**CONFIRA NA PONTA
DO LÁPIS.**



O Brasil conta com o INEP, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais do Ministério da Educação. São 50 anos de dedicação à formação da juventude, à comunidade científica e tecnológica, ao ensino de todos os níveis.

O INEP-MEC documenta, pesquisa, divulga, orienta e publica. Basta visitar a nova biblioteca situada no saguão do Ministério, em Brasília, ou conhecer a Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, o "Em Aberto" e o Jornal do Professor, que veicula curso de Matemática por correspondência para todos os professores do primeiro grau.

O INEP está promovendo profundo exame da avaliação do ensino de primeiro grau em todo o País e já dispõe do diagnóstico com o qual o MEC procederá ao aperfeiçoamento do ensino e da aprendizagem.

A sua nova sede, no Distrito Federal, abrigará o Pedagogium (memória da educação no Brasil), o Clube de Ciências e a Escola do Futuro, laboratório do amanhã.

O Ministério da Educação escreve a nova história do ensino público no Brasil.

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
GOVERNO FEDERAL**
TUDO PELO SOCIAL.

VESTIBULAR 1988: SELEÇÃO OU EXCLUSÃO?

Durante as décadas de 1950 e 1960, o concurso vestibular caracterizou-se como um exame de entrada na universidade e, com raras exceções, tornou-se específico para o curso a que se destinava. Nessa época a habilitação traduzia-se por um desempenho mínimo nos exames propostos, o que produziu alguns efeitos importantes. A nota mínima exigida ora não era atingida por um número suficiente de candidatos nas carreiras ou instituições de menor prestígio, ora era atingida por um número excessivo naquelas de maior prestígio. No primeiro caso, a situação provocou o abaixamento *a posteriori* da nota mínima; no segundo, criou a figura do 'excedente'.

Na tentativa de corrigir esse último problema, os exames vestibulares passaram a exigir conhecimentos cada vez mais específicos, transferindo-se muitas vezes conteúdos próprios do ensino superior para o ensino secundário. Tais distorções tiveram efeitos desastrosos tanto para a escola secundária como para o próprio ensino superior. A escola secundária, incapaz de especializar-se nos níveis exigidos pelos inúmeros exames vestibulares existentes, repassou aos chamados cursos preparatórios (cursinhos) a responsabilidade de 'treinar' os estudantes. O número de candidatos já justificava, nesse período, a utilização maciça de testes de múltipla escolha, que, aplicados quase sempre sem o devido preparo técnico, se concentravam em exercícios de pura memorização. O ensino superior, principalmente nas carreiras de maior prestígio, passou a estruturar-se a partir de pré-requisitos artificialmente transferidos para o curso secundário, ocasionando, em geral, erros conceituais graves na aprendizagem dos conteúdos.

Foi nesse contexto que, com a lei nº 5.540, surgiu a reforma universitária de 1968. Quanto ao vestibular, propunha uma retomada progressiva do caráter de exame de saída do segundo grau, com a peculiaridade de ser exclusivamente classificatório, perdendo, pois, o caráter habilitatório que vigorara até então. Surgiram em várias regiões do país os vestibulares unificados, a exemplo dos vestibulares por área de conhecimento adotados em São Paulo na segunda metade da década de 1960.

Dentro do espírito da lei nº 5.540, a implantação do 'primeiro ciclo geral de estudos' na universidade pressupunha um vestibular único, isto é, sem diferenciação por cursos, exigindo igualmente de todos os candidatos os mesmos conteúdos do chamado 'ciclo comum obrigatório'. Caberia a este primeiro ciclo uma recuperação das deficiências detectadas no vestibular. Tal uniformidade trazia à escola de segundo grau a possibilidade de retomar, junto aos postulantes ao ensino superior, o seu papel de responsável pela formação geral dos cidadãos.

Até o final da década de 1970 houve uma tendência a aprimorar-se o vestibular único. A partir daí, observamos reações à idéia de vestibular único classificatório e vemos surgir aos poucos uma volta ao vestibular especializado e habilitatório, com características de exame de entrada. Ao mesmo tempo, um processo de desagregação dos unificados culmina, praticamente, com sua extinção em 1988.

Partindo do pressuposto de que a lei nº 5.540/68 conferia ao vestibular um caráter de exame de saída do segundo grau, o seu espírito baseava-se em duas premissas fundamentais: o curso secundário deveria voltar-se para a formação do cidadão num mundo moderno, buscando dar-lhe uma formação eclética, não especializada; os primeiros semestres da universidade deveriam corrigir as deficiências observadas na formação geral do curso secundário e encaminhar os alunos à escolha vocacional de uma carreira profissional. Diante da crescente importância das competências multidisciplinares nas atividades profissionais modernas, a especialização deveria se dar o mais tardiamente possível. É, portanto, algo incompreensível do ponto de vista pedagógico a escalada atual para um vestibular especializado e para o desmantelamento dos unificados. Teremos que procurar uma explicação de natureza mais sociológica e política para esse comportamento.

Numa análise das forças sociais, políticas e corporativas envolvidas nesta problemática, desponta, em primeiro lugar, o conservadorismo da comunidade universitária, que deseja manter um ensino reservado à elite e ignora a proletarianização cada

vez maior da docência nas escolas de primeiro e segundo graus e as condições em que o ensino é praticado. Esse segmento nunca aceitou a idéia de remediar as deficiências crescentes que a escola elementar produz em seus calouros e muito menos a de reformular seus cursos básicos diante do novo perfil, mais eclético, de seus alunos.

Em segundo lugar aparecem os empresários dos chamados 'cursinhos pré-vestibulares'. O vestibular único e unificado não interessa a esse segmento, já que a não-especialização dos exames torna essa atividade em grande parte desnecessária. Sabe-se que uma fração não desprezível dos interesses econômicos dessa atividade empresarial é controlada por professores universitários. O *lobby* desse grupo é extremamente organizado e poderoso. A campanha desencadeada na grande imprensa este ano contra os vestibulares unificados em função das fraudes observadas em algumas instituições é uma evidência desse poder. Professores pouco familiarizados com a problemática do vestibular e imbuídos do mito da influência do exame sobre os graus anteriores de ensino completam o quadro, apoiando provas discursivas e redação, que só fazem diminuir a abrangência curricular das mesmas.

O argumento de que o vestibular influi na prática pedagógica do segundo grau é visto como um paradigma tanto por professores universitários quanto pela sociedade em geral. A constante observação de um desempenho sofrível dos candidatos é interpretada pelo senso comum como decorrência da queda de qualidade do ensino nos graus anteriores, que estaria funcionalmente associada à introdução de provas objetivas de múltipla escolha no vestibular, à lei que propõe um exame único e finalmente aos unificados regionais.

Várias pesquisas têm mostrado a dificuldade de associarmos este caráter funcionalista ao vestibular. No estudo realizado em 1980 pela equipe do projeto 'Vestibular: instrumento de diagnóstico do sistema escolar', elaborado pela Fundação Cesgranrio, fica claro que, nas condições em que opera a escola de segundo grau no estado do Rio de Janeiro (e não há motivos para se pensar que seja muito diferente no resto do país), supor uma influência benéfica

ou maléfica dos exames vestibulares é, no mínimo, uma fantasia.

Em primeiro lugar é preciso compreender por que, apesar da forte seleção social que ocorre na escola de primeiro e segundo graus, os cerca de seis por cento de indivíduos de uma geração que conseguem concluir o segundo grau e se candidatam a uma vaga no ensino superior ainda apresentam uma distribuição, em relação ao nível sociocultural e ao desempenho acadêmico, com forte variância.

A partir das leis nº 4.024/61 e 5.692/71, a elaboração de um plano curricular e os critérios de avaliação foram descentralizados e transferidos às escolas. Se, do ponto de vista teórico, essa medida pode ser vista como um passo progressista, a contrapartida necessária, que seria um controle final sobre o desempenho da escola por parte da sociedade (representada pelos órgãos governamentais competentes), não ocorreu (e não ocorre) por diversas razões. Nesse contexto torna-se ao menos pragmaticamente explicável o retorno do caráter habilitatório do vestibular. O diploma de segundo grau já não representa mais um referencial sequer aproximado de uma competência cognitiva mínima.

A análise de alguns indicadores do estudo citado, entretanto, é suficiente para mostrar a total inviabilidade do argumento da possível influência — benéfica ou maléfica — do vestibular na qualidade do ensino de segundo grau. O próprio preceito legal de que o exame vestibular deve se ater à avaliação de uma “escolaridade normal de segundo grau” perde o sentido diante da realidade.

Quanto às condições de trabalho dos professores de segundo grau, a pesquisa mostra que, em média, cada professor tem sob sua responsabilidade 412 alunos, leciona em 2,5 colégios simultaneamente e dá mais de 27 horas efetivas de aula por semana, dispondo de menos de duas horas pagas por semana para planejamento, preparação, elaboração de cursos, provas e sua correção. Observou-se ainda que a orientação pedagógica da escola fica a cargo de cada professor, praticamente inexistindo um projeto definido e estruturado no próprio estabelecimento.

Quanto à parte cognitiva propriamente dita, a situação é ainda mais precária. À época da pesquisa, o vestibular unificado no Rio de Janeiro preparava suas provas, já havia quatro anos, com base num programa elaborado segundo a tecnologia universalmente conhecida da taxonomia de ob-

jetivos comportamentais, criada pelo pesquisador norte-americano Benjamin Bloom. Com essa técnica, as questões formuladas nos exames procuravam medir esses objetivos no nível de abrangência e complexidade em que eram propostos nos programas.

A análise das provas escolares recolhidas pela equipe da pesquisa, numa amostra de 83 das 686 escolas de onde provinham os candidatos ao vestibular, mostrou que:

1 - Cerca de 80% das questões testavam apenas conhecimento e compreensão — os níveis mais baixos da taxonomia de Bloom —, ao passo que, no vestibular, apenas 30% das questões eram formuladas nesses níveis; as demais questões testavam níveis mais complexos de aplicação, análise, síntese e avaliação.

2 - A distribuição dos conteúdos não obedecia à distribuição proposta no programa e alguns deles, considerados de baixo desempenho no vestibular, estavam totalmente ausentes nas avaliações das escolas.

3 - Apenas 20% dos professores declararam que utilizavam o programa do vestibular para preparar seus cursos.

4 - Apenas 40% das questões eram formuladas sob a forma de múltipla escolha, quando, à época da coleta de dados, todas as provas do vestibular utilizavam essa técnica de avaliação.

Nada leva a crer que de 1980 para cá esse quadro tenha melhorado. Ao contrário, tudo indica que a crise econômica dessa década tenha agravado mais ainda a situação.

Em particular tem sido observado um aumento da rotatividade dos professores de primeiro e segundo graus como consequência da queda do prestígio social da carreira de magistério.

A grande heterogeneidade observada quanto às classes de origem dos candidatos se dá, porém, em proporções bastante alteradas em relação ao total da população. Ocorre a partir daí o que chamaremos de pré-seleção social na escolha da carreira. Ao analisar o perfil sociocultural dos candidatos às diversas carreiras, observamos um forte viés nessa escolha. Tal fenômeno, já descrito em outros contextos sociais, aparece no Brasil de forma extremamente marcante. A cada carreira estão associados candidatos com perfis socioculturais muito bem definidos. Forma-se assim uma escala de prestígio social das carreiras, com implicações bastante importantes para a compreensão da estrutura político-social do país.

Esta escala mostrou-se extremamente estável ao longo dos anos. As médias do nível sociocultural dos inscritos e dos classificados nas carreiras das instituições públicas (figura 1) mostram claramente a importância da pré-seleção das carreiras no momento da inscrição no vestibular. O exame vestibular propriamente dito produz uma seleção social secundária nesse processo.

O porquê desta pré-seleção social das carreiras envolve dois mecanismos psicossociais distintos. O primeiro diz respeito ao

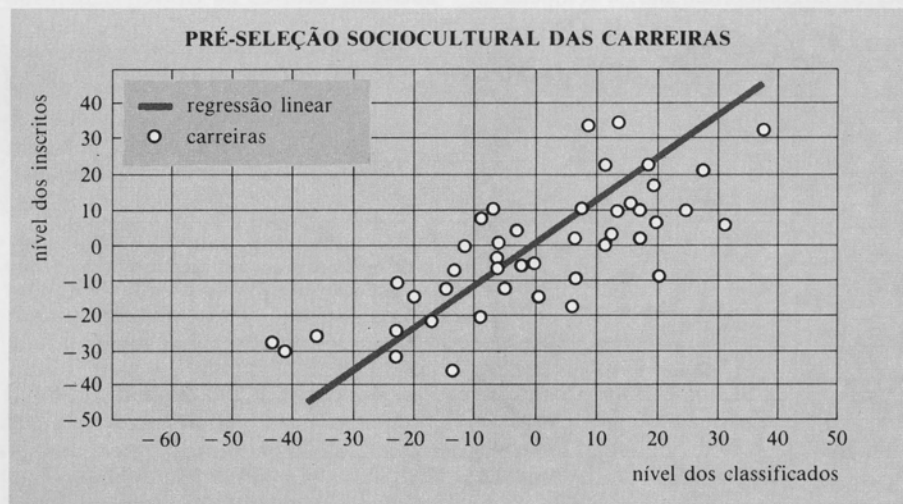


Fig. 1. O nível dos inscritos em cada carreira é aproximadamente o mesmo dos classificados. As escalas foram obtidas por análises estatísticas apropriadas e são uma combinação de indicadores como renda familiar, nível de instrução dos pais, ocupação do pai e turno (diurno ou noturno) que frequentou no segundo grau. No eixo vertical, o nível sociocultural médio dos inscritos; no horizontal, o dos classificados. O zero representa a média geral para todas as carreiras.

universo de representações criado pelo indivíduo para 'explicar' sua escolha. O segundo é o processo que desconecta essas representações do forte viés sociocultural observado nesta escolha. No primeiro notam-se motivações extremamente individualistas e egocêntricas (vocação, chamado, missão etc.), porém fortemente influenciadas pelo meio social em que está inserido o candidato. O sucesso das atividades profissionais no âmbito restrito da família e do tecido social próximo (colegas de escola, amigos, líderes locais etc.) é o principal substrato dessa decisão. No segundo, o processo básico detectado mostra claramente que existe uma polarização entre um 'gostar mais de ciências' e um 'gostar mais de humanidades' entre os candidatos. Este 'gostar mais' constitui a principal vocação a nível consciente da maioria dos estudantes. Por hipótese, a escolha da carreira é feita compatibilizando o caráter ciência-humanidades das carreiras com esta 'vocação' consciente. É fundamental notar que, para as classes sociais de menor posição, a escolha se restringe principalmente a carreiras de menor prestígio, que não fazem parte do espectro considerado pelas classes altas.

Bem mais conhecida da literatura sociológica é a relação entre o nível sociocultural dos candidatos e suas notas no vestibular (figura 2). Apesar de se tratar de dados obtidos no vestibular de 1979, a estabilidade das escalas sócio-econômicas permite que sejam aplicadas, com as devidas reservas, ao comportamento do vestibular de

RELAÇÃO ENTRE PREENCHIMENTO DE VAGAS E NÍVEL SOCIOCULTURAL

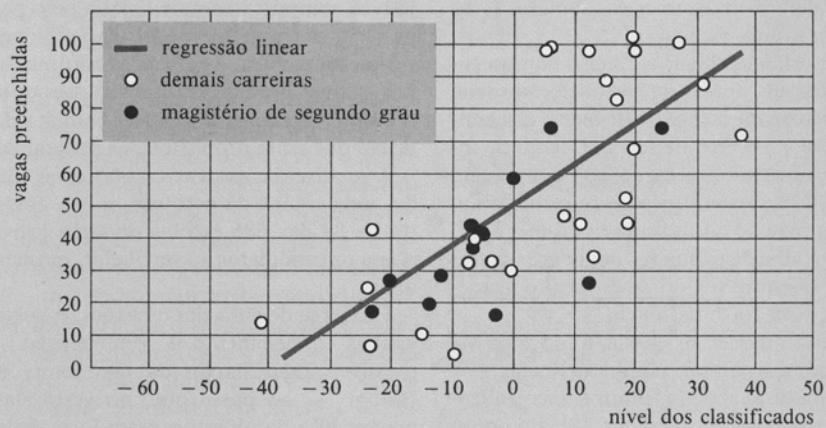


Fig. 3. As carreiras que levam ao magistério de primeiro e segundo graus (pontos pretos) são as que apresentam maior número de vagas ociosas. No eixo vertical, os percentuais de vagas preenchidos; no horizontal, o nível sociocultural médio dos classificados.

1988. O resultado da invariância da distribuição sócio-econômica entre os candidatos do unificado de 1987 e do vestibular isolado da UFRJ deste ano nos anima a reforçar essa inferência.

Em 1988, a desunificação dos vestibulares e a política de aumentar os níveis mínimos de desempenho nos grandes centros urbanos do país reeditaram em larga escala a problemática dos vestibulares da década de 1960. O efeito mais importante e mais grave este ano foi a alta percentagem de vagas não preenchidas nas universidades públicas federais, principalmente no Rio de Janeiro, e em algumas universidades estaduais em São Paulo. O caso mais aberrante ocorreu na Universidade Esta-

dual do Maranhão, onde apenas 17 candidatos foram aprovados para um número de vagas na casa dos milhares.

No Rio de Janeiro foi possível analisar alguns dados das universidades federais que evidenciam as consequências perversas dessa política. A partir dos números divulgados pela imprensa foi possível calcular o percentual de vagas não preenchidas em cada carreira. Embora os exames vestibulares tenham sido isolados, a filosofia dos concursos foi muito semelhante. Nas carreiras de médio e baixo prestígio social, o percentual de vagas não preenchidas ocorreu de forma análoga nas três universidades analisadas: UFRJ, Uni-Rio e UFF. Com base nessa constatação, podemos analisar os dados em conjunto, isto é, calcular o percentual de vagas não preenchidas no sistema formado por essas três instituições (figura 3). Salta aos olhos, de imediato, o fato de que carreiras que levam ao magistério de primeiro e segundo graus estão entre as que apresentam maior número de vagas ociosas. Pode-se calcular também que houve um aumento da renda familiar média — entre 10 e 15% em valores constantes — dos novos calouros, em relação a seus colegas dos anos anteriores.

As análises aqui abordadas permitem uma avaliação abrangente entre o discurso e a prática, nas universidades públicas, em relação ao acesso. No discurso, a partir do início do movimento das associações docentes, a luta pela autonomia da universidade pública incluía discussões acaloradas sobre a democratização do acesso ao ensino. Aos poucos, no entanto, o assunto foi sendo esquecido e a Associação Nacional dos Docentes do Ensino Superior

Dados do vestibular de 1988 — UFRJ, UFF e Uni-Rio

RELAÇÃO ENTRE DESEMPENHO E NÍVEL SOCIOCULTURAL

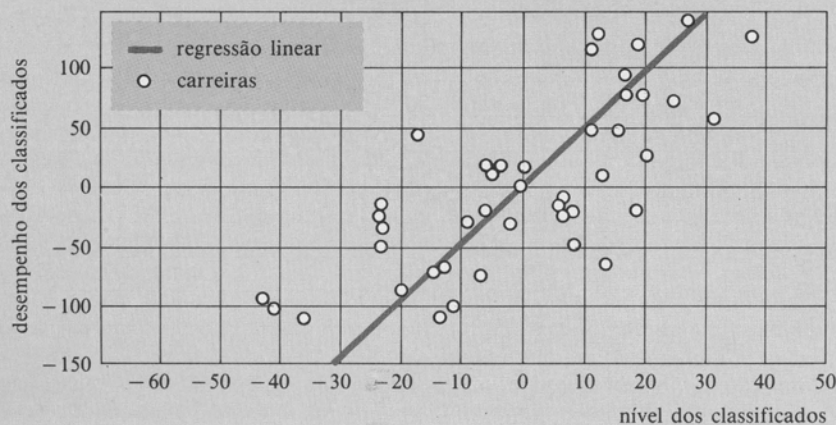


Fig. 2. O eixo horizontal mede o nível sociocultural médio dos classificados nas carreiras. O desempenho médio (pontos no vestibular) dos classificados para as diversas carreiras, representado no eixo vertical, é fortemente estratificado socialmente (o zero da escala vertical corresponde ao desempenho médio de todas as carreiras).

(ANDES) tem tomado um rumo nitidamente corporativo-sindicalista, abandonando suas lutas originais. É surpreendente que os fatos e análises do vestibular 1988 tenham passado despercebidos aos mesmos grupos que pressionaram a Assembléia Constituinte para incorporar na nova carta uma política de aumento de vagas nas universidades públicas e de manutenção de sua gratuidade. Estes dois pleitos se chocam frontalmente com a prática que essa análise do vestibular exhibe. Para que aumentar o número de vagas, se elas se tornarão ociosas? Como ter argumentos para manter a gratuidade, se uma política deliberada impede o acesso dos menos favorecidos? Como usar o argumento da pressão sobre a escola de segundo grau para justificar essa política de acesso — defendido unanimemente pelos reitores das universidades onde ocorreu o não-preenchimento das vagas —, se nas universidades públicas é barrada a entrada daqueles que poderiam se tornar docentes dos graus anteriores de ensino mais bem preparados e assim melhorar-lhes o nível?

Tais indagações merecem algumas qualificações adicionais. A interação universidade-comunidade não pode se limitar a programas de extensão assistencialistas como tem ocorrido. Sua responsabilidade vai muito além. Em particular, a formação de docentes para os graus anteriores de ensino deveria ser uma de suas principais prioridades. Se os candidatos são fracos (em razão do baixo prestígio dessas carreiras), cabe à própria universidade contribuir para sua valorização. Por que não instituir cursos de recuperação, aumentando em alguns semestres o currículo dessas carreiras? A lei permite até o dobro da carga horária total mínima do curso.

Sabe-se que hoje mais de 80% dos professores das escolas de segundo grau no Rio de Janeiro são formados (quando o são) em faculdades particulares de baixa qualidade. Sabe-se também que os cursos de licenciatura nas universidades federais têm hoje em dia baixíssimo prestígio na comunidade e que as atividades de pesquisa em ensino praticamente desapareceram nessas instituições.

Como conciliar o discurso da democratização do país e da universidade com a manutenção e o aumento dos privilégios da classe alta que frequenta hoje, mais que ontem, as universidades públicas? Como defender, nesse contexto, a gratuidade do ensino para um grupo cada vez mais privilegiado com refeições ao preço de US\$ 0,00003 num país de subnutridos? Nunca é demais lembrar que as universidades federais — que reúnem cerca de 300 mil estudantes num país de 140 milhões de habitantes — consomem mais de 50% da verba do Tesouro Nacional alocada ao Ministério da Educação. Será que há esperança de um dia a universidade pública, gratuita e autônoma em nosso país tomar consciência de suas reais responsabilidades sociais, descer da torre de marfim em que se encontra e retomar seriamente o seu papel de formadora de docentes para os graus anteriores de ensino?

Sergio Costa Ribeiro

Laboratório Nacional de Computação Científica, CNPq

PRAIAS AMEAÇADAS

A praia do Leblon, uma das mais procuradas do Rio de Janeiro, pode ter seus dias contados se não for devolvida a areia dela retirada. As frequentes dragagens feitas para a limpeza do canal do Jardim de Alá estão gerando um déficit no sistema de sedimento, contribuindo para a aceleração do processo de erosão que a costa sofre naturalmente. Em épocas de ressaca, os problemas se acentuam deixando as avenidas litorâneas intransitáveis e os moradores do bairro carioca aflitos.

Qualquer praia passa por períodos de erosão e assoreamento ('emagrece' no inverno e 'engorda' no verão). A tendência, em tempo bom, é aumentar a extensão da faixa de areia, recompondo o perfil alterado com as ressacas. No entanto, essa recuperação é lenta e muitas vezes agrava-se pela intervenção direta do homem.

A construção de vias muito próximas ao mar interfere na movimentação de sedimentos ao longo da costa. Os muros de contenção das avenidas funcionam como paredes refletoras, interrompendo a dissipação de energia das ondas e fazendo com que elas voltem com mais força, carregando grandes quantidades de areia. Isso acarreta graves consequências, que vão desde

a invasão das avenidas por avalanches de areia até os descalçamentos dos muros de contenção, quebra dos emissários de esgoto e rachaduras nas estruturas vizinhas.

Casos como o do Leblon repetem-se em vários pontos do litoral do país. Na praia de Cambuí, em Vitória, a erosão chegou a um quilômetro. Piratininga e São João da Barra, no estado do Rio de Janeiro, são outros exemplos de praias que tiveram seus muros atingidos. Em Fortaleza, as praias de Meireles e Iracema sofreram processos semelhantes. Ainda no Nordeste, toda a orla de Olinda, desde a embocadura do rio Capibaribe até a ilha de Itamaracá, encontra-se ameaçada pela erosão do mar.

O que mais se observa é o uso inadequado de estruturas para conter a erosão, como espigões ou quebra-mares. Na verdade, essas obras nada mais fazem do que reter areia nas proximidades, resolvendo o problema local, mas trazendo consequências em praias adjacentes. No caso específico do Leblon — cada praia merece um estudo particular —, a solução mais adequada e que não afeta a fisiografia local consiste em devolver a areia ao sistema. Segundo Paulo César Rosman, professor do Programa de Engenharia Oceânica da Coordena-

ção dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia (Coppe) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, essa obra não custaria muito à Prefeitura, pois a quantidade de areia a ser lançada é relativamente pequena, da ordem de 500 mil m³. No entanto, ele alerta para que se faça uma análise granulométrica da areia e um estudo detalhado sobre a movimentação das ondas, para que não haja interferência no perfil original da praia.

Um outro fator que interfere, a longo prazo, na interação entre o mar e a costa é a taxa de elevação do nível do mar. Pesquisadores norte-americanos e europeus observaram em praias do hemisfério Norte que essa taxa chegou a 15 cm nos últimos cem anos. Em praias onde a declividade é de 1/20, essa elevação representa um recuo da faixa de areia da ordem de 3 m.

É no mínimo curioso constatar que até agora não se fizeram medições no hemisfério Sul. Considerando a crescente urbanização do litoral brasileiro, urge estudar a possibilidade de se realizarem tais levantamentos para incluí-los em planejamentos futuros de avenidas litorâneas.

“É importante destacar também a necessidade de se instalar um maior número de ►

ondógrafos no país”, comenta Enise Valentini, que compõe, junto com Rosman, Carlos Eduardo Parente Ribeiro e Claudio Freitas Neves, o grupo de engenharia costeira dentro do programa de oceanica da Coppe. Só o Ministério de Transportes do Japão instalou na costa daquele país 45 ondógrafos, capazes de avaliar o estado do mar em tempo real e analisá-lo através de vários computadores para orientação do tráfego da marinha mercante. No Brasil, apesar da larga extensão de sua costa, os dedos de uma única mão são suficientes para contar o número de ondógrafos em funcionamento.

Esse tipo de deficiência levou a Coppe a investir no desenvolvimento de técnicas, sistemas e instrumentos para observação de fenômenos marinhos, como medição e análise de ondas. Até a década de 1940, prevaleceu a instrumentação mecânica no mar. “A palavra eletrônica era vista no meio oceanográfico como nome feio”, conta Carlos Eduardo Parente Ribeiro. “As válvulas queimavam com muita facilidade e consumiam muita energia.” Com o advento da eletrônica de estado sólido, surgiram componentes não perecíveis, de menor tamanho e menor consumo de energia. O panorama mudou ainda mais quando se introduziram os *chips*, onde milhares de circuitos que antes ocupavam uma placa enorme passaram a concentrar-se em pequenas chapas. Esses avanços permitiram a modernização e o aprimoramento dos instrumentos marinhos, hoje basicamente criados



São João da Barra (RJ) é uma das praias que teve seu muro de contenção atingido.

nos centros oceanográficos. A equipe da Coppe mantém pessoas, sob a coordenação de Parente, que procuram projetar e desenvolver tais instrumentos. Os requisitos de confiabilidade, baixo consumo de energia, robustez, tamanho reduzido, portabilidade, resistência à corrosão e incrustação e baixo custo constituem elementos quase sempre conflitantes. Quando bem-sucedidos, porém, os projetos são assimilados pela indústria.

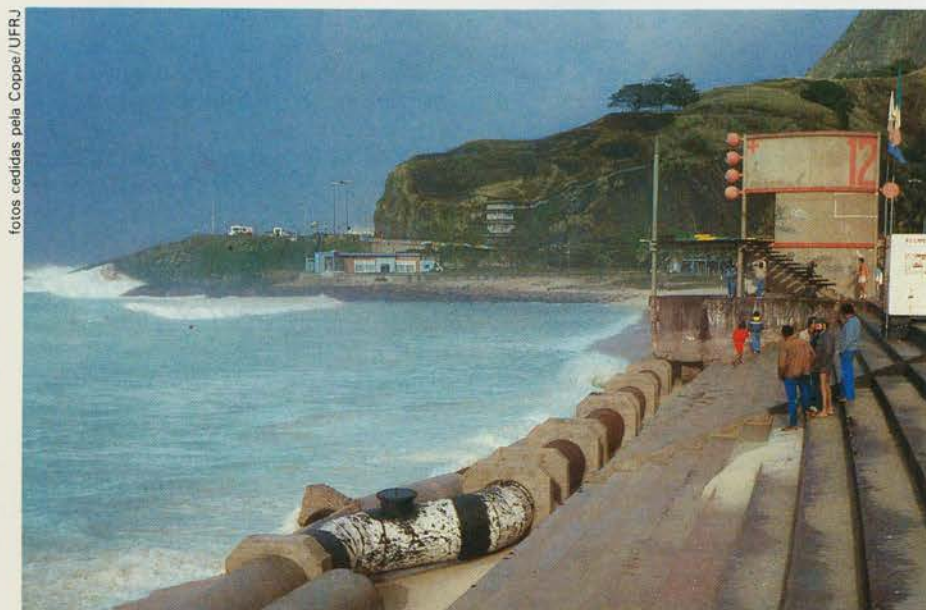
Preocupados com a rápida urbanização das regiões costeiras e visando a um melhor aproveitamento dos seus recursos, os

professores da Coppe têm se dedicado ao estudo de técnicas apropriadas para a construção de emissários de esgotos domésticos e industriais, lançamento de oleodutos, construção ou ampliação de portos, terminais e marinas, exploração de recursos minerais no mar e desenvolvimento de instalações diversas de apoio e proteção à navegação.

Recentemente, procurando integrar os trabalhos da universidade com os interesses da comunidade, o grupo criou o Projeto Litoral Rio, que pretende identificar, diagnosticar e investigar os diversos problemas que se apresentam na costa fluminense, de modo a fornecer subsídios aos órgãos competentes para solucioná-los.

Essa perspectiva coincide com a aprovação, em abril deste ano, do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, sob a responsabilidade da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM). Seu objetivo é conscientizar a população sobre os problemas do litoral brasileiro, fornecer material para estudo, treinar pessoal e arregimentar as universidades nacionais para melhorar o nível de ensino na área. As normas para sua implementação, no entanto, ainda se acham em formulação no âmbito da CIRM. Enise Valentini mostra-se esperançosa com o projeto de se estabelecerem critérios para o uso e a exploração da costa. “Talvez assim consigamos minimizar os problemas, corrigir os erros antigos e não os propagar para o futuro.”

Alicia Ivanishevich
Ciência Hoje, Rio de Janeiro



Ressaca de agosto de 1988 na praia do Leblon, Rio de Janeiro.

fotos cedidas pela Coppe/UFRJ

PLANTE VERDE PARA COLHER MADURO.

Plantar dinheiro sempre foi o sonho de muita gente.

Pois bem. Com a Poupança Verde - Sistema Cooperativo do BNCC, este sonho rende juros e correção monetária de verdade.

É igualzinha às outras cadernetas de poupança, com todas as suas isenções e a garantia do Governo Federal.

E o melhor é que rende também crédito rural.

Seus recursos financiam os projetos dos agricultores do país.

Na época da sua safra, plante seus lucros na Poupança Verde do BNCC.

E veja o que é colher maduro.

SISTEMA COOPERATIVO

BNCC

SENACoop



SICREDI

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA

GOVERNO FEDERAL

TUDO PELO SOCIAL



APLIQUE SEUS LUCROS NA POUPANÇA VERDE DO BNCC.

VÊM AÍ AS ÁGUAS DE MARÇO...

Entre as doenças que nos são transmitidas pelos animais, a raiva monopolizou por muitos anos a atenção dos órgãos de saúde pública. Ultimamente, no entanto, a ocorrência de surtos epidêmicos de leptospirose em vários estados, com o aumento do número de mortes, despertou as autoridades para a premência da realização de um programa nacional de controle da doença, a exemplo do que se fez com relação à raiva. O combate à leptospirose, contudo, afigura-se difícil. É consenso entre clínicos e epidemiologistas que a maior incidência da doença está relacionada às precárias condições de habitação, saúde, educação e emprego em que vive a maior parte da população brasileira. Sem ações básicas nessas áreas, são reduzidas as chances de se alcançar sobre ela um controle eficaz.

A leptospirose é uma zoonose — nome genérico das doenças transmitidas por animais — de ampla distribuição geográfica. É transmitida por bactérias do gênero *Leptospira*, que podem ter como portadores diferentes animais, entre os quais o porco, o boi, o cão e o rato. O homem é apenas um hospedeiro transitório e casual da leptospira — nele termina a cadeia epidemiológica (figura 1). Já os animais domésticos e silvestres podem ser portadores assintomáticos ou apresentar manifestações patológicas muito discretas, tornando-se reservatórios de leptospirose por períodos variáveis, segundo a espécie. Os maiores disseminadores da doença entre os homens são os roedores, principalmente os ratos. Estando entre os chamados 'portadores sãos', eles nada sofrem com a infecção e podem ser transmissores do mal durante todo o seu período normal de vida.

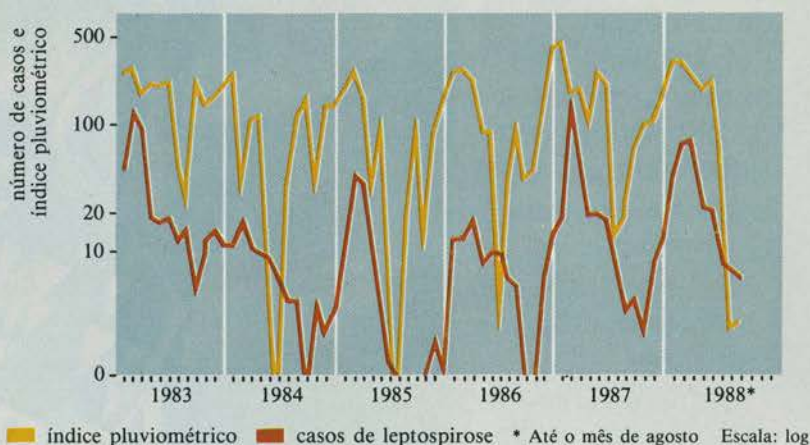
A leptospirose dissemina-se de forma cíclica. Em determinadas fases da doença, o

animal infectado elimina leptospirose pela urina, contaminando o meio ambiente. Em certas condições de luminosidade, umidade e temperatura — frequentes em esgotos e margens de córregos, onde os ratos proliferam —, essas bactérias podem sobreviver por longos períodos, contaminando outros animais ou o homem. A infecção pode resultar também de contato com sangue ou tecido de animais portadores, mordidas

trado até agosto também já supera os limites epidêmicos (figura 4).

A leptospirose tem sido muitas vezes relacionada à ocupação, sendo inclusive legalmente definida como 'doença profissional'. Isto não corresponde, contudo, ao que indicam os dados coletados pelo CCZ na cidade de São Paulo. Segundo Maria de Lourdes Nobre Simões, da Seção de Róedores do centro, o grupo de risco da doen-

2 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO E CASOS DE LEPTOSPIROSE HUMANA NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO



desses animais ou ingestão de água ou alimentos por eles contaminados, mas na grande maioria dos casos ela resulta do contato com a urina de animais infectados ou com a água e o solo por ela contaminados.

O Centro de Controle de Zoonoses (CCZ) de São Paulo, considerado 'referência nacional' para zoonoses urbanas no Brasil, vem acompanhando a evolução da leptospirose no município de São Paulo. Os dados coletados mostram que a doença é endêmica na cidade — ocorre em todos os meses pesquisados —, com picos epidêmicos que se concentram de janeiro a março, meses em que os índices pluviométricos são mais elevados (figura 2). Nos últimos cinco anos, observa-se uma elevação tanto na incidência da doença quanto no número de óbitos por ela provocado no município (figura 3). Os anos de 1983 e 1987 foram considerados epidêmicos, uma vez que o número de casos ultrapassou os limites de controle em quase todos os meses. Em 1987 registraram-se 365 casos, 76% dos quais no verão. Em 1988, o número de casos regis-

tra não se restringe aos que, por sua atividade, estão expostos à infecção, como agricultores, tratadores de animais ou limpadores de esgotos: ele inclui, atualmente, todos os que, em razão das condições precárias do saneamento básico nos locais onde moram ou trabalham, estão sujeitos ao contato com águas contaminadas.

O CCZ tem intensificado sua ação naquelas áreas de São Paulo que, pela infestação de ratos, a presença de córregos e a ocorrência de enchentes, são consideradas de risco. De fato, 50% dos casos de leptospirose notificados em anos epidêmicos podem, segundo Maria de Lourdes Simões, ser relacionados ao contato com a água de enchentes. As situações de calamidade pública, com enchentes generalizadas, expõem praticamente toda a população ao risco de contrair leptospirose.

Estudo epidemiológico conduzido pelo Departamento de Bacteriologia do Instituto Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro, procurou identificar, para o Grande Rio, as prováveis fontes de infecção por leptospirose de 1970 a 1982. Martha Maria Pereira, pes-

1 ESQUEMA DA CADEIA EPIDEMIOLÓGICA DA LEPTOSPIROSE



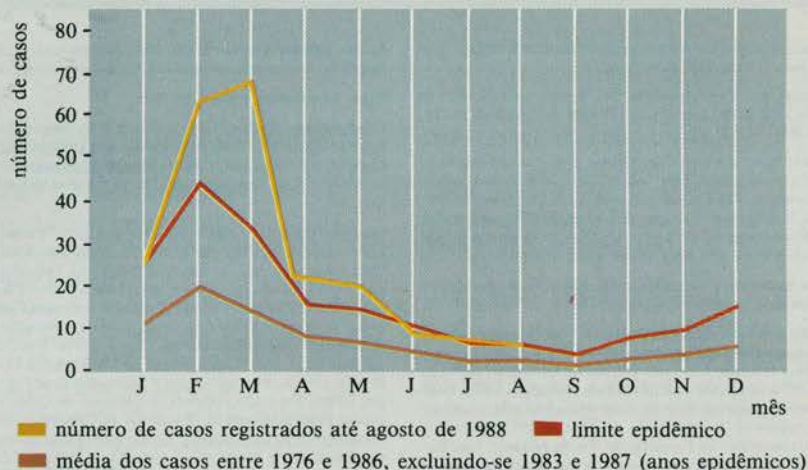
quisadora do Laboratório de Leptospirose, informa que, em 128 histórias epidemiológicas que puderam ser retraçadas, as fontes mais prováveis tinham sido: ratos (47,6%); esgotos, fossas, valas, poços e terrenos baldios (25,8%); água de chuva e enchentes (17,2%) e água de rios (9,4%). Embora tal interpretação seja em parte subjetiva, os pesquisadores acreditam que os dados revelam a importância do elo hídrico na veiculação da doença e do rato como seu reservatório e transmissor no Rio de Janeiro.

Não se conhece a extensão das populações de ratos nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro. Fernando Mauro Filho, secretário de Higiene e Saúde da Prefeitura de São Paulo, avalia que a relação é de no mínimo três ratos por habitante, o que nos levaria ao alarmante total de cerca de 30 milhões de ratos. Nas palavras de Minnekasu Katsuo, da seção de controle de roedores: "Preocupa-nos o número de notificações espontâneas de mordeduras de ratos — de 80 a cem por mês — que chegam ao CCZ e o índice de infecção desses animais."

As amostragens feitas pelo CCZ indicam que cerca de 50% dos ratos de São Paulo estão contaminados. O percentual de infecção determinado por Martha Pereira em área de favela do Rio de Janeiro em 1985 não é menos preocupante. Segundo a pesquisadora, cerca de 40% dos roedores capturados apresentavam-se infectados.

A Divisão Nacional de Zoonoses, do Ministério da Saúde, vem estimulando e capacitando os diversos órgãos de saúde pública para "o desafio do controle da leptospirose" no país. Recentemente foi criada uma comissão de especialistas e, em outubro deste ano, realizou-se o II Encontro

4 DIAGRAMA DE CONTROLE DA LEPTOSPIROSE HUMANA NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO



Nacional de Leptospirose, em Recife. Segundo Mitika Hagiwara, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de São Paulo (USP), membro da comissão mencionada e da Associação Brasileira de Especialistas em Zoonoses, as condições básicas para qualquer pretensão de controle da doença são o conhecimento da sua situação no país e a integração das ações, o que começou a ser buscado a partir de 1986.

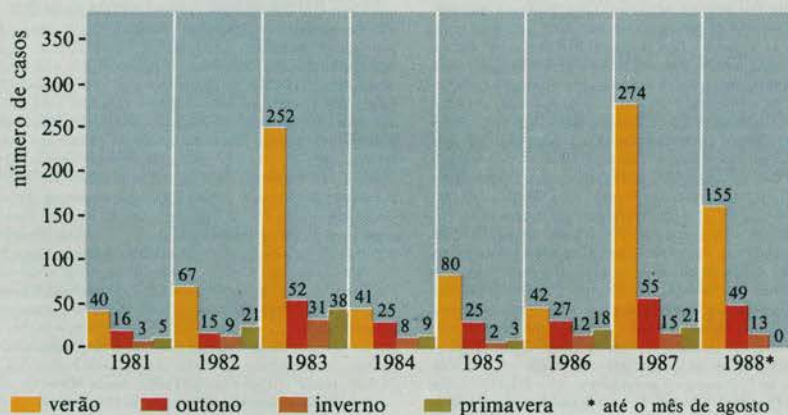
As medidas de controle consideradas necessárias e urgentes pela comissão do Ministério da Saúde são, entre outras, o controle dos roedores; a disposição, a coleta e o destino adequado do lixo; a desobstrução e a limpeza dos córregos, a canalização dos cursos d'água e outras medidas de prevenção de enchentes; a limpeza e desinfecção das áreas de risco e a manutenção das redes de água e esgoto. São medidas que, como ressalta Arnaldo Villanova, diretor do CCZ, dependem não apenas da criação de centros de controle de zoonoses em todos os estados como também da efetiva integração dos órgãos responsáveis pelos serviços públicos.

Os resultados que vêm sendo obtidos pelo CCZ, em São Paulo, sugerem que o controle da leptospirose em área urbana não é tarefa impossível. A execução de um programa intenso, envolvendo desratização, desinfecção e educação da população, entre outras medidas, permitiu, segundo Maria de Lourdes Simões, reduzir a população murina (de ratos) e, conseqüentemente, o número de casos da doença nas áreas de risco. Na Vila Nitro-Operária, por exemplo, o número de casos diminuiu de 38, nos primeiros meses de 1987, para cinco em igual período deste ano; no vale do rio Cantanduva, onde em 1987 haviam sido registrados 13 casos, houve apenas uma ocorrência este ano. A pesquisadora observa, no entanto, que, embora esses dados permitam uma avaliação positiva do trabalho feito em São Paulo, o mesmo programa não pode ser simplesmente transplantado para outras regiões do país. As condições locais e o comportamento diferenciado da doença exigem ações diferenciadas.

Na literatura especializada, encontram-se autores que consideram certos níveis de infecção "normais para a população". Não é esta, contudo, a opinião de Doralice de Souza, da Faculdade de Enfermagem da USP. A seu ver, considerando-se que o homem é apenas um hospedeiro transitório e ocasional da leptospirose, qualquer nível de infecção nele encontrado, por menor que seja, não pode ser considerado "normal", ao contrário, deve estimular medidas efetivas e duradouras de combate à doença. É preciso, observa a pesquisadora — e com ela concordam os demais especialistas —, que as chuvas de verão deixem de acarretar os transtornos sociais provocados pelas enchentes e suas funestas conseqüências, entre as quais a expectativa de surtos de leptospirose.

Vera Rita da Costa
Ciência Hoje, São Paulo

3 INCIDÊNCIA DA LEPTOSPIROSE HUMANA SEGUNDO AS ESTAÇÕES DO ANO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO



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 Biofísica, UFRJ), Otávio Velho (Museu Nacional, UFRJ); César Queiroz Benjamim (editor associado); Ildeu de Castro Moreira (editor convidado).

Editora Assistente: Cilene Vieira; Alicia Mônica A. de Palacios (secretária).

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), Sérgio Henrique Ferreira (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP), Sérgio Miceli (Departamento de Sociologia, Unicamp), Silvano Santiago (Departamento de Letras, PUC/RJ).

Secretaria de Redação e Edição de Texto: Emanuel Araújo (coordenador), Maria Luiza da Silva Mattos (secretária), Maria Luiza X. de A. Borges e Maria Ignez Duque Estrada (editoras de texto), Regina Ferreira (revisora).

Jornalismo: Alicia Ivanishevich, Luisa Massarani, Sérgio Portella.

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

Administração: Elsa M. Roberto Parreira e Sônia M. de Mendonça Corrêa (gerentes), Neusa Maria de Oliveira Soares, Carlos A. Kessler Filho, Claudio C. Carvalho, Edson Raposo Pinheiro, Jorge Lourenço M. de Carvalho, Lucia H. Rodrigues, Maria do Rosário, Marcia Cristina G. da Silva, Pedro Paulo de Souza.

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, Manoel Antonio Gromiza Aguiar, Ricardo Francisco Alves, Valmir Narciso Vidal. Tel.: (021) 270-0548.

Departamento Comercial: Álvaro 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: Modulações, Julio Le Parc.

Colaboradores: Dante, Gabor e Wilson Racy (ilustração); Ana Regina Nogueira e Mário da Costa Grisoli (fotografia); Sonia Regina Cardoso e Alicia Palacios (pesquisa iconográfica); Nerval Mendes Gonçalves (revisão); Shirlei Nataline (secretária de redação).

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), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia, EPM), Fernando Gallembeck (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 Úrsula), 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), Maurício Mattos Peixoto (Academia Brasileira de Ciências), Miguel Covian (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP), H. Moyses Nussenzweig (Departamento de Física, PUC/RJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética, UFRP), Oscar Sala (Instituto de Física, USP), Osvaldo Porchat Pereira (Centro de Lógica, 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 Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica, UFFPB), 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 — ICC/Sul, Bloco A, sobreloja, sala 301, UnB, CEP 70910, tel.: (061) 273-4780.

Sucursal Curitiba: Glaci Zancan, Myriam Regina Del Vecchio de Lima — Travessa Alfredo Bufrem, 140, subsojo, 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 — Av. Osvaldo Aranha, 1.070, cj. 306 (FAC-TEC), CEP 90210, tel.: (0512) 23-1187.

Sucursal Recife: Sérgio M. Rezende, Marly Sylvia Fonseca Magalhães — 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, Jandira Ferreira de Jesus — Coordenação de Divulgação Científica e Cultural, IFQSC, USP, rua Nova de Julho, 1.227, CEP 13560, tel.: (0162) 72-4600.

Sucursal São Paulo: José Carlos C. Maia, Vera Rita da Costa, Wilson Racy Jr., Acácia R. Francisco de Oliveira, Glaucio Clímério 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 55 ou assinar (11 números) por A 550. Oferta válida até 31/01/89. Na sede de *Ciência Hoje* pode adquirir-se *Ciencia Hoy* por Cz\$ 2.000,00 ou assinar (11 números) por Cz\$ 10.500,00. Oferta válida até 31/01/89.

Assinaturas: Brasil (11 números): Cz\$ 15.000,00. 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: Cz\$ 1.500,00.

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 mesas-redondas, 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.

Órgão 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, São Paulo, tels.: 211-0495 e 212-0740. **Regionais:** Acre — Universidade Federal do Acre, Depto. de Ciências da Natureza, BR 364 km 5, tel.: 266-1422 ramal 111 ou 145 (Mauro Luiz Aldríguez); Amazonas — Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia — INPA, Alameda Cosme Ferreira, 1.756, tel.: 236-9400 ramal 136 (Adalberto Luis Val); Bahia — Universidade Federal da Bahia, Instituto de Física, Campus Universitário da Federação, tels.: 247-2714 e 247-0646 (Caio Mario Castro Castilho); Ceará — Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências da Saúde, Depto. de Fisiologia e Farmacologia, Caixa Postal 12155, Benfica, 60.000, Fortaleza — CE, tel.: 227-2420 (Marcus Raimundo Vale); Curitiba (seccional) — Universidade Federal do Paraná, Instituto de Bioquímica, Caixa Postal 939 (Glaci Therezinha Zancan); Distrito Federal — Universidade de Brasília, Instituto Central de Ciências, Bloco A, sobreloja, sala 301, tel.: 273-4780 (João Luís Homem de Carvalho); Espírito Santo — Universidade Federal do Espírito Santo, Depto. de Física, Campus Universitário, tel.: 227-4733 ramal 267 (Klinger Marcos Barbosa Alves); Goiás — Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Depto. de Fisiologia e Farmacologia, tel.: 261-0333 ramal 150 ou 152 (Joaquim Tomé de Souza); Londrina (seccional) — Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Depto. de Biologia Geral, Caixa Postal 6001, tel.: 27-5151 ramal 247 ou 477 (Ana Odete Santos Vieira); Maranhão — Rua

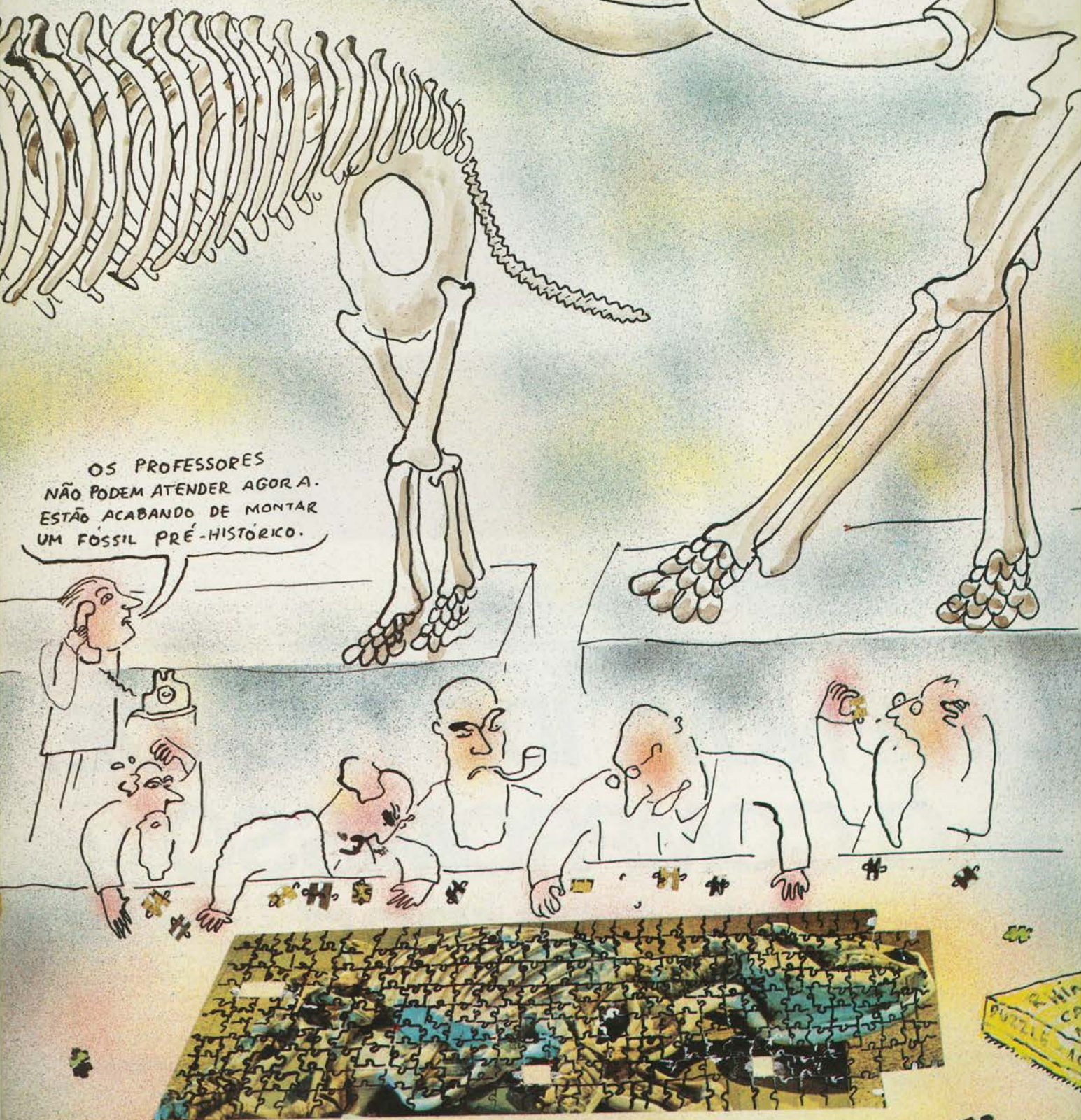
Andaraí, 11, Quadra P, São Francisco, tel.: 222-4338 (Vera Lúcia Rolim Sales); Mato Grosso — Caixa Postal 998 (José Domingues de Godói Filho); Mato Grosso do Sul — Caixa Postal 189 (Wilson Ferreria de Melo); Minas Gerais — Rua Piemonte, 590, tel.: 441-2541 (Ewaldo Mello de Carvalho); Pará — Rua Olaria, Conj. Orquidea, R-1, c/25, tel.: 229-2088 ramal 453 (Olavo de Faria Galvão); Paraíba — Universidade Federal da Paraíba, Caixa Postal 5023, Cidade Universitária (Henrique Gil da Silva Nunesmaia); Paraná — Universidade Estadual de Maringá, av. Colombo, 3.690, tel.: 22-4242 ramal 313 ou 265 (Ueslei Teodoro); Pelotas (seccional) — Universidade Federal de Pelotas, Depto. de Ciências dos Alimentos (José Antonio G. Aleixo); Pernambuco — Prédio do CNPq, ANE, 1º andar, Praça das Cinco Pontas, 321, São José, tel.: 224-8511 (Luiz Antonio Marcuschi); Piauí — Rua Prof. Darcy Araújo, 1.639, São Cristóvão, tels.: 232-1212 ou 232-1211 ramal 250 (Márcio Chaves Filho); Rio Grande do Sul — Colégio Estadual João de Castilho, sala 147, Bloco B, av. Piratini, 76, tel.: 23-1187 (Basiliana Catharina de Souza); Rio de Janeiro — Av. Venceslau Brás, 71, fundos, casa 27, tel.: 295-4442 (Roberto dos Santos Bartholo Júnior); São Paulo (subárea I) — Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Depto. de Geografia, Caixa Postal 8105, tel.: 262-6314 (José Pereira de Queiroz Neto); São Paulo (subárea II) — Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Depto. de Genética, Caixa Postal 83, Piracicaba, tel.: 33-0011 ramal 125 ou 126 (Geraldo Antonio Tosello); São Paulo (subárea III) — Universidade 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 — Universidade Regional de Blumenau, rua Antônio da Veiga, 140, Caixa Postal 7-E, tel.: 22-8288 ramal 33 (Ivo Marcos Theis); Santa Maria (seccional) — Universidade Federal de Santa Maria, Depto. de Física, Campus Universitário, tel.: 226-1616 ramal 2.137 ou 2.455 (Ronaldo Mota); Sergipe — Rua Hemetrio Gouveia, 210, Praia 13 de Julho, tel.: 224-1331 (Maria Helena Santa Cruz).



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

HUMOR

GABOR



OS PROFESSORES
NÃO PODEM ATENDER AGORA.
ESTÃO ACABANDO DE MONTAR
UM FÓSSIL PRÉ-HISTÓRICO.

VEJA QUANTA COISA A VASP SABE FAZER BEM, ALÉM DE VOAR.

Não é à toa que o slogan da Vasp seja "Viaje bem. Viaje Vasp". Você viaja bem porque a Vasp sabe que a função de uma empresa aérea não é apenas levar aviões de um lado para o outro. Os serviços paralelos é que fazem a diferença.

E a Vasp possui uma grande estrutura, que permite oferecer todas as facilidades a seus clientes. Veja:

PLANO BRASIL NA PALMA DA MÃO

Esta é uma verdadeira mão na roda para quem gosta de planejar sua própria viagem. Você já sai de casa com tudo certinho, programado, sem a menor possibilidade de furos. E sem ficar preso a roteiros preestabelecidos.

Pelo Plano Brasil na Palma da Mão, você escolhe quais das 34 cidades brasileiras servidas pela Vasp quer visitar, quantos dias vai ficar em cada uma, o hotel em que você vai se hospedar, os passeios que você quer fazer, a forma de traslado do aeroporto até o hotel. Até um carro você pode reservar. Quando chegar ao aeroporto, ele já está lá, esperando você.

E agora o melhor da festa. Na hora de pagar, você pode usar o Credi-Sem, com 20% de entrada e o restante em até 10 vezes. Procure seu Agente de Viagens ABAV.



CREDI-SEM

Não custa nada conhecer a fundo este serviço da Vasp. Ele pode facilitar muito a sua vida.

O Credi-Sem é perfeito para quem prefere aproveitar o dinheiro reservado para a viagem em passeios, comidas e outras diversões. Você paga apenas 20% do valor do bilhete no ato da compra e depois tem até 10 meses para pagar o restante.

E se você é daqueles que não gostam de complicações, ótimo: o Credi-Sem é a própria simplicidade.

A passagem e o carnê de pagamentos estão na sua mão em instantes.



CONTA CORRENTE

Na hora de dizer seu endereço, seu primeiro impulso é dar o nome de algum aeroporto? Em suma, viajar de avião é uma constante em sua vida? Então você pode até não saber, mas é a pessoa certa para abrir uma Conta Corrente Vasp.

A Conta Corrente nada mais é que a concessão de um crédito a pessoas físicas ou jurídicas.

No momento em que você abre uma Conta Corrente, recebe um cartão de viagem, que é a chave que abre as portas de todas as cidades servidas pela Vasp.

Com ele, você tem um atendimento rápido e sem burocracia. Você vai até o balcão da Vasp, retira sua passagem na hora e vai embora.



ENCOMENDAS

Quando não é você que vai voar, mas sim uma encomenda sua, a Vasp também cuida de tudo com a maior atenção.

Para começar, você nem precisa se mexer para mandar sua encomenda. Se quiser, a Vasp vai até seu domicílio, pega a encomenda e a despacha, entregando-a diretamente no domicílio do destinatário. Caso o local de entrega não seja em uma das cidades servidas pela Vasp, nenhum problema. Através do nosso serviço de redespacho, atingimos cerca de 6.000 localidades em todo o Brasil.

E para sua encomenda viajar bonitinha e confortável, nós oferecemos embalagens especiais, em três tamanhos, feitas de papelão super-reforçado. Isto, mais todo o cuidado no embarque, transporte e desembarque, garante que sua encomenda chegará ao seu destino e com a maior rapidez.

Quanto mais você conhecer a Vasp, melhores serão suas relações com a gente.



Procure seu Agente de Viagens ABAV ou uma loja Vasp.

 **VASP**
Viaje bem. Viaje Vasp.