

ENCARTE
INFANTIL

CIÊNCIAHOJE

Revista de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência Vol. 9 N.º 50 Janeiro/Fevereiro de 1989 NCz\$ 2,50



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



**XAMANISMO E MEDICINA
OS NÚMEROS DA AIDS NO BRASIL**

**A ENGENHARIA DE
GALILEU GALILEI**

EXEMPLAR DE ASSINANTE — VENDA PROIBIDA

ABELHA GANHA PRÊMIO POR COMPORTAMENTO



O comportamento das abelhas pode ser definido em função das condições florais do ambiente. Ou seja, é possível prever o comportamento das abelhas baseado no tipo de flor que ela poliniza.

Trinta e um estudos sobre este assunto deram ao paranaense Sebastião Laroca — Mestre em Entomologia pela UFPR, Doutor pela Universidade de Kansas — o Prêmio Nacional de Ecologia. E 500 OTN.

A Menção Honrosa e 300 OTN couberam ao norte-americano Philip Martin Fearnside — PhD em Ciências Biológicas pela Universidade de Michigan — pelo trabalho *Capacidade de Suporte Humano da Floresta Amazônica*.

Estes dois cientistas concorrem com outros 55 candidatos de alto nível.

A grande surpresa do concurso deste ano foi o interesse de crianças, que enviaram poemas, composições e desenhos para a sede do CNPq.

Todas vão ganhar do Conselho uma publicação especial sobre o meio ambiente na Amazônia, como brinde e como incentivo ao interesse pelo tema.

O Prêmio Nacional de Ecologia é uma iniciativa da Companhia Vale do Rio Doce e da Petrobrás, com apoio do CNPq e da SEMA, para incentivar estudos e pesquisas que procurem preservar o meio ambiente e, conseqüentemente, a sobrevivência humana.

2º PRÊMIO NACIONAL DE ECOLOGIA



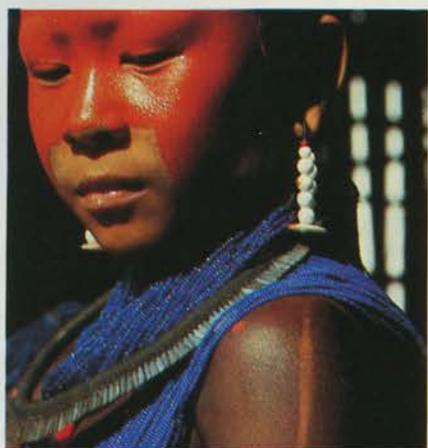
26

GALILEU E OS EFEITOS DO TAMANHO

30

Fernando Lobo Carneiro

Na Antigüidade já se havia percebido que, mantidas as proporções geométricas dos componentes de uma estrutura, uma simples mudança de escala provoca sensível redução na capacidade de resistência a cargas adicionais. Foi Galileu que resolveu este enigma da 'debilidade dos gigantes'.



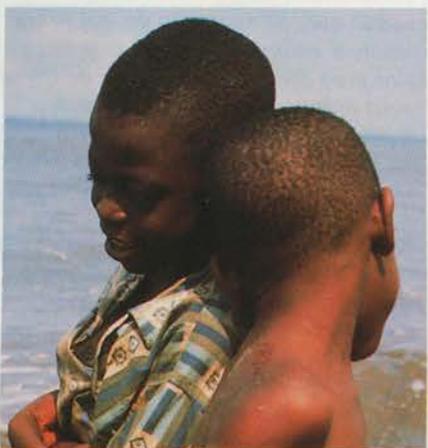
40

XAMANISMO E MEDICINA: O 'CASO RUSCHI' REAVALIADO

40

Renato Barbosa Rodrigues Pereira

No encontro de diferentes universos simbólicos, muita polêmica houve. Mas um olhar acurado mostra a existência de uma mesma base cultural, compartilhada pelos adversários mais extremados.



48

MISTURA DE RAÇAS, MISTURA DE GENES

48

Pedro H. Saldanha

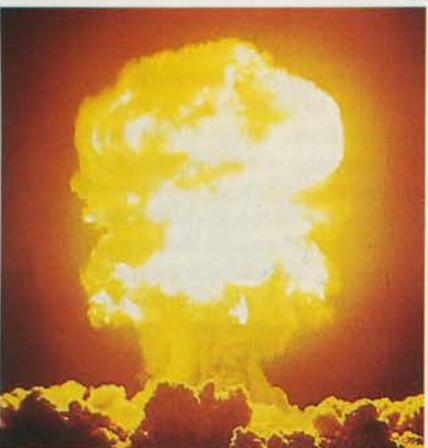
Ao romper-se o isolamento reprodutivo de grupos raciais, criam-se condições para que diminuam as diferenças genéticas entre populações humanas. O Brasil é um dos melhores exemplos desse processo.

COQUELUCHE: PROCURA-SE OUTRA VACINA

56

Denise P. Q. Horton, Waldely O. Dias, Célia Liberman, Helena Shizue Yagyu e Isaías Raw

Usam-se, no Brasil, por ano, 25 milhões de doses de uma vacina que pode produzir efeitos colaterais indesejáveis. Mas o isolamento e a produção, em larga escala, de três componentes — trabalho em curso no Instituto Butantan — abrem a possibilidade de resolver o problema.



75

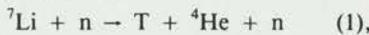
CARTAS DOS LEITORES	2
AO LEITOR	7
TOME CIÊNCIA	8
UM MUNDO DE CIÊNCIA	15
ENTREVISTA: PIERRE THUILLIER	18
RESENHA	24
OPINIÃO: DIFUSÃO DE SEMENTES MELHORADAS	26
DOCUMENTO: C & T NA NOVA REPÚBLICA	62
É BOM SABER	70
HUMOR	80

CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS (ENCARTE)

ENERGIA LIMPA

Como engenheiro, há vários anos trabalhando no setor elétrico brasileiro, gostaria de ressaltar a importância e oportunidade das matérias 'Os homens da mina' e 'Fusão termonuclear controlada', publicadas no n° 41. Quanto à segunda, bem escrita e sem dúvida rica em informações técnicas e científicas, existe porém uma afirmação que considero questionável. A afirmativa de que "muitos cientistas acreditam que a fusão nuclear poderá fornecer uma fonte de energia limpa, que utilize um combustível barato, abundante e bem distribuído pelo planeta" pode ser posta em dúvida, uma vez que:

- os nêutrons de 14,1 MeV de energia, resultantes da reação D-T, a mais viável de ser utilizada na fusão, ao interagirem com as partes materiais do reator, deixam-nas altamente radioativas. Sem dúvida alguma a reação D-T é uma reação limpa, porém os seus efeitos não são, fazendo com que tenhamos problemas com lixo radioativo, em parte semelhantes aos que temos hoje com as usinas a fissão.
- o isótopo trítio não é encontrado na natureza. A reação mais propícia para sua obtenção é:



que deverá se dar dentro do próprio reator a fusão. Dois problemas se apresentam para se ter o trítio na forma em que ele deve entrar na reação D-T: — O ${}^7\text{Li}$ encontra-se em proporções pequenas em relação ao ${}^6\text{Li}$, na forma em que ele é encontrado. Isto leva à necessidade de se enriquecer a mistura ${}^7\text{Li} + {}^6\text{Li}$, aumentando-se a proporção de ${}^7\text{Li}$ para aumentar a probabilidade de acontecer a reação (1) no interior do reator. Este enriquecimento é mais difícil de ser realizado do que o do urânio natural, já que se trata de elemento de baixo peso atômico. — A matéria radioativa proveniente do reator [2° membro da equação (1)] precisa ser reprocessada para obtenção do trítio.

Assim sendo, não podemos considerar esta fonte de energia nem limpa (porque haverá lixo radioativo), nem barata (pois envolve processos de enriquecimento, reprocessamento, conversões químicas), nem abundante (uma vez que o isótopo utilizado é o



foto CBPF (CNPq/RJ)

${}^7\text{Li}$), nem tampouco bem distribuída pelo planeta, uma vez que essa sofisticada tecnologia só pode ser desenvolvida pelos países industrializados.

James Bolivar Luna de Azevedo,
Rio de Janeiro

• O professor Ivan Cunha Nascimento, da USP, autor do artigo 'Fusão termonuclear controlada', responde:

A radioatividade produzida pelos nêutrons originados das reações D-T é localizada nos elementos estruturais do reator, principalmente a primeira parede. Entretanto, as meias-vidas envolvidas não são grandes, dependendo dos materiais usados. Nos projetos existentes, prevê-se o uso do aço inoxidável. Contudo, estudam-se outras ligas que poderão reduzir as meias-vidas mais importantes para a dezena de anos. Outro aspecto é que a radioatividade é localizada e o reator pode ser deixado esfriando, até que os materiais possam ser reutilizados. Note-se também que grande parte dos nêutrons é utilizada para produzir trítio, sendo em seguida queimada na reação D-T. No caso dos reatores de fissão há a produção de lixo radioativo que deve ser processado e separado em partes de baixa e alta atividades específicas. Esta última deve ser estocada por milhares de anos. Portanto, os reatores de fusão D-T apresentam vantagens inegáveis. Já os reatores de fusão D-D, que poderão ser viabilizados numa segunda fase, seriam muito mais limpos do que os D-T, pois a maior parte da energia seria liberada sob a forma de partículas carregadas.

Quanto à segunda questão, deve-se observar, em primeiro lugar, que o trítio aparece na natureza em pequena abundância como resultado da interação de partículas produzidas na interação dos raios cósmicos com a matéria, o que é explicado em qualquer livro de física nuclear. No caso da regeneração

do trítio, a reação mais importante não é com o ${}^7\text{Li}$, como pensa o leitor, mas sim com o ${}^6\text{Li}$, por uma razão muito simples. A reação ${}^7\text{Li} + n \rightarrow {}^3\text{T} + {}^4\text{He} + n$ tem um limiar de 2,47 MeV para a energia do nêutron, sendo portanto endotérmica. Já a reação com ${}^6\text{Li}$ é exotérmica: ${}^6\text{Li} + n \rightarrow {}^3\text{T} (2,1 \text{ MeV}) + {}^4\text{He} (2,8 \text{ MeV})$. Como 80% da energia nas reações D-T são liberados sob a forma de nêutrons, é interessante que os nêutrons percam energia através do processo de moderação, de forma semelhante ao que ocorre nos reatores de fissão. Além disso, ganha-se alguma energia, pois o T e o He são formados com energias de 2,1 e 2,8 MeV, respectivamente. Desta forma, a via preferencial de produção do trítio é através do ${}^6\text{Li}$ e não do ${}^7\text{Li}$. Também não é necessário enriquecer o isótopo 6 do lítio, pois a reação com ${}^6\text{Li}$ se dá de forma mais rápida do que com o ${}^7\text{Li}$, o que compensa sua menor abundância na natureza. Vale lembrar também que a quantidade de lítio existente na água do mar é muito maior do que em terra.

E esclarecidos estes pontos, desejo ressaltar que, ao contrário do que pensa o leitor, o enriquecimento de isótopos é muito mais fácil para elementos de massas atômicas baixas. Sugiro para consulta, por exemplo, o tradicional livro Principles of Nuclear Reactor Engineering (Glasstone-Edlund).

Finalmente, o reprocessamento para separação do trítio do hélio é feito no próprio reator de forma simples, pois o He é um gás inerte e o trítio pode ser estocado adsorvido em Zr/Al, o que proporciona maior segurança em relação a um eventual escape.

O controle das reações de fusão nuclear representa um enorme desafio para cientistas e engenheiros, mas creio que os resultados para a civilização compensarão os esforços. Note-se que este é um projeto para longo prazo, acima de 30 anos, e que envolveria diversas fases, sendo a fase de reações D-T apenas a primeira. O que é instigante é o fato de podermos antever cenários em que a liberação de energia poderá se dar através de partículas carregadas, evitando-se produtos radioativos, e possibilitando a conversão direta de energia cinética em energia elétrica sem passar pelo ciclo de Carnot. Quando isso for conseguido, num futuro ainda distante, poderemos realizar o sonho da energia limpa.

BARRAGEM INDESEJADA

Estou lhes escrevendo em nome da comunidade de Guapiaçu, distrito de Cachoeiras de Macacu, para narrar um fato que está para acontecer e nos causa muita preocupação. O governo estadual pretende fazer aqui uma barragem para levar água para o Rio de Janeiro.

Sabemos que a falta d'água no Rio de Janeiro é grande, mas ficamos tristes de pensar que o nosso lugarejo, cheio de belezas naturais, com um rio onde a gente pode tomar banho sem sair poluído e até beber de sua água, e onde o povo da cidade grande se refugia nos fins de semana, vai acabar.

Além desse lado sentimental, outro problema nos aflige: os empreiteiros já começaram a fazer as medições e nós continuamos alheios a tudo. O governo do estado não se dá ao trabalho de mandar alguém para conversar com a população e discutir

as indenizações. No nosso lugarejo moram vários pequenos proprietários e também colonos de duas fazendas que não têm para onde ir. Estamos desesperados, sem saber o que fazer, que área será inundada, e para onde vamos quando a represa estiver pronta. Confiamos na imprensa, pois sabemos que, quando o fato for divulgado, temos certeza que teremos apoio de muita gente.

A.J. Nogueira, Guapiaçu (RJ)

CIÊNCIA APLICADA

A variedade e a qualidade dos artigos publicados em *Ciência Hoje* têm o mérito de facilitar a comunicação entre cientistas de especialidades diferentes, o que é um dos mais eficientes recursos para criação de novas tecnologias. Sou físico, entretanto, minha comunicação com cientistas de outras áreas é

praticamente nula, como aliás acontece com a maioria dos cientistas.

Tenho observado que existem muitos agentes físicos que não são ativados em pesquisas sobre fisiologia do câncer e outras doenças, embora sua operação demande a construção de aparelhos baratos e de fácil manuseio. Os centros de pesquisas biológicas e os profissionais que queiram estabelecer conversações sobre esse tema me escrevam. Para isso, peço a publicação do meu endereço.

Aldo Rezende, Ladeira Ari Barroso, 42, Leme, Rio de Janeiro

CORRIGINDO NOSSO ERRO

No artigo 'Energia sem poluição', publicado em *Ciência Hoje*, nº 49, a abreviação tEP, que consta da tabela 1 (p. 38), significa 'tonelada equivalente de petróleo'.

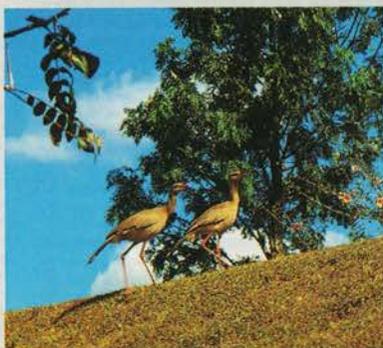
METAL LEVE

Tecnologia e Qualidade
Presença Internacional

METAL LEVE 
s.a. indústria e comércio
Rua Brasília Luz, 535 - cep. 04746
Tel. (011) 545.0711 - São Paulo - SP.



Harmonia não é privilégio dos gênios



Uma empresa num jardim,
o desenvolvimento de nichos ecológicos,
a formação de proles e a proteção à fauna,
um viveiro de mudas de essências regionais,
são os traços mais marcantes do Programa de Meio Ambiente
da CBMM.



COMPANHIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERAÇÃO

Sede:
Córrego da Mata, s/nº
Caixa Postal, 8
38180 - Araxá - MG.
Fone: (034) 661.5544
Telex: (341) 204 CBMM BR

Escritórios:
Av. Presid. Juscelino Kubitschek, 1703
Caixa Postal, 19140
04543 - São Paulo - SP.
Fone: (011) 814.0022
Telex: (11) 83683 CBMM BR

Rua Guajaras, 40 6º andar sl. 4
30180 - Belo Horizonte - MG.
Fone: (031) 226.2811 e 226.2120
Telex: (39) 1896 CBMM BR

No exterior
Düsseldorf - Alemanha
Pittsburgh - EUA
Tóquio - Japão

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 Benjamin (editor associado); Ildeu de Castro Moreira (editor convidado).

Editora Assistente: Cilene Vieira.

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

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

Edição de Texto: Maria Luiza X. de A. Borges e Maria Inez Duque Estrada (editoras de texto); Regina Ferreira (revisora).

Jornalismo: Alicia Ivanishevich, Luisa Massarani, Sergio Portella.

Edição de Arte: Patricia Galliez de Saites (diretora de arte), Lillian 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), Neza Maria de Oliveira Soares, Carlos A. Kessler Filho, Edson Raposo Pinheiro, Jorge Lourenço M. de Carvalho, Lucia H. Rodrigues, Marcia Cristina G. da Silva, Pedro Paulo de Souza.

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

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

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

Capa: Óleo sobre tela de Sustermans, foto François Martin. Em vida, Galileu Galilei posou apenas para este retrato, que se tornou a única referência autêntica de seu rosto.

Colaboradores: Claudius, Paulo Cavalcante e Tal anações (ilustração); Eduardo Viveiros de Castro (fotografia); Alicia Palacios (pesquisa iconográfica); Elisa Sankuevitz e Nerval Mendes Gonçalves (revisão).

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração, UFRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas, USP), B. Boris Vargaftig (Instituto Pasteur, França), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica, UFRJ), Carlos M. Morel (Fundação Oswaldo Cruz), Carolina Bori (Instituto de Psicologia, USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia, Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito, USP), Darcy Ribeiro (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, UFRJ), Elinaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia, EPM), Fernando Gallembek (Instituto de Química, Unicamp), Francisco Weyffort (Faculdade de Filosofia, USP), Gilberto Velho (Museu Nacional, UFRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia, Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José Antônio Freitas Pacheco (Instituto Astronômico e Geofísico, USP), José Goldenberg (Instituto de Física, USP), José Reis (SBPC), José 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 Dato Centro, PUC/RJ), Maurício Mattos Peixoto (Academia Brasileira de Ciências), Miguel Covian (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP), H. Moyses Nussenzveig (Departamento de Física, PUC/RJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética, UFPR), Oscar Sala (Instituto de Física, USP), Osvaldo Porchat Pereira (Centro de Lógica, Unicamp), Otávio Elisio 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, UFPA), 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 — JCC/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, subsolo, CEP 80020, tel.: (041) 233-8619.

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

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

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

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

Sucursal São Paulo: José Carlos C. Maia, Vera Rita da Costa, Wilson Racy Jr., Glauco 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, Fabioli de Oliveira — Av. dos Astronautas, 1.758, Caixa Postal 515, CEP 12201, São José dos Campos (SP), tel.: (0123) 22-9977 ramal 364.

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

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

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

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



A SBPC — Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência — tem por objetivo contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico do país; promover e facilitar a cooperação entre os pesquisadores; zelar pela manutenção de elevado padrão de ética entre os cientistas; defender os interesses dos cientistas, tendo em vista o reconhecimento de sua oporiedade, 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 mesarredondas, 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.

O corpo de associados. Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência; basta ser apresentado por um sócio ou secretário regional e preencher o formulário apropriado. A filiação efetiva-se após a aprovação da diretoria, e dá direito a receber a revista *Ciência e Cultura* e a obter um preço especial para a assinatura de *Ciência Hoje*.

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

222-4338 (Vera Lúcia Rolim Sales); **Mato Grosso** — C. Postal 998 (José Domingues de Godói Filho); **Mato Grosso do Sul** — C. Postal 189 (Wilson Ferreira de Melo); **Minas Gerais** — Rua Piemontese, 590, tel.: 441-2541 (Ewoldo Mello de Carvalho); **Pará** — Rua Olaria, Conj. Orquidea, R-1, c/25, tel.: 229-2088 ramal 453 (Olavo de Faria Galvão); **Paraíba** — Univ. Federal da Paraíba, C. Postal 5023, Cidade Universitária (Henrique Gil da Silva Nunesmaia); **Paraná** — Univ. Estadual de Maringá, av. Colombo, 3.690, tel.: 22-4242 ramal 313 ou 265 (Uelvis Teodoro); **Pelotas** (seccional) — Univ. Federal de Pelotas, Depto. de Ciências dos Alimentos (José Antonio G. Aleixo); **Pernambuco** — Prédio do CNPq, ANE, 1º andar, Pç. das Cinco Pontas, 321, S. José, tel.: 224-8511 (Luiz Antonio Marcusch); **Piauí** — Rua Prof. Darcy Araújo, 1.639, São Cristóvão, tels.: 232-1212 ou 232-1211 ramal 250 (Manoel Chaves Filho); **Rio Grande do Sul** — Travessa Luiz Englert, s/nº — Prédio 20 — Sala 09 — Campus Central da UFRGS, tel.: 27-5529 (Bazília C. de Souza); **Rio de Janeiro** — Av. Venceslau Brás, 71, fundos, casa 27, tel.: 295-4442 (Roberto dos Santos Bartholo Junior); **Rondônia** — Univ. de Rondônia, av. Presidente Dutra, s/nº, tel.: 223-3262 ramal 33 (Sebastião L. dos Santos); **São Paulo** (subárea I) — Univ. de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Depto. de Geografia, C. Postal 8105, tel.: 262-6314 (José Pereira de Queiroz Neto); **São Paulo** (subárea II) — Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Depto. de Genética, C. Postal 83, Piracicaba, tel.: 33-0011 ramal 125 ou 126 (Geraldo Antonio Tosello); **São Paulo** (subárea III) — Univ. Estadual de São Paulo, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, tel.: 22-4000 ramal 229 ou 230 (Samira Miguel Campos de Araújo); **Santa Catarina** — Univ. Regional de Blumenau, rua Antônio da Veiga, 140, C. Postal 7-E, tel.: 22-8288 ramal 33 (Ivo Marcos Theis); **Santa Maria** (seccional) — Univ. Federal de Santa Maria, Depto. de Física, Campus Universitário, tel.: 226-1166 ramal 2.137 ou 2.455 (Ronaldo Mota); **Sergipe** — Rua Helder Gouveia, 210, Praia 13 de Julho, tel.: 224-1331 (Maria Helena Santa Cruz).

CERCO E ANIQUILAMENTO

Não há mais crise no setor de ciência e tecnologia (c&t). Não há impasse localizado, nem aspecto problemático a ser enfrentado. Não há bandeira específica. Existe — isso sim — uma situação inominável, decorrente da desestruturação, em curso, de todo o sistema brasileiro de c&t, objeto de duras conquistas ao longo das últimas décadas.

Primeiro vieram os vetos presidenciais à proposta de Orçamento votada pelo Congresso, com o corte de 41,6% das dotações destinadas ao conjunto de atividades ligadas ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Depois, vieram à luz o novo 'pacote' econômico e a reforma administrativa, em gestação desde o ano passado. Entre as medidas anunciadas, está a extinção do MCT e de outros órgãos da administração pública, acompanhada da demissão de funcionários com menos de cinco anos de serviço.

Mantidas as propostas governamentais, o quadro que se anuncia é o mais sombrio possível. O MCT foi uma conquista importante da Nova República. Para além das críticas específicas, sua existência era motivo de maiores esperanças para o setor, na medida em que sinalizava a possibilidade de consolidação, a longo prazo, de um novo espaço para c&t na estrutura do governo brasileiro. Em seu formato original, o ministério representava um compromisso do Brasil com seu próprio desenvolvimento e soberania, como bem o demonstram todos os episódios que envolvem a Política Nacional de Informática. Até pouco tempo atrás, não estávamos sozinhos ao fazer este tipo de afirmação. Em sucessivos pronunciamentos, o presidente da República citou a criação do MCT como um marco em seu governo, anunciando 'prioridade' para o setor e comprometendo-se a destinar, até o fim do seu mandato, 2% do produto interno bruto (PIB) para a pesquisa científica e tecnológica.

Hoje assistimos à simples incorporação da estrutura do MCT à burocracia do antigo Ministério da Indústria e Comércio (MIC). Em nome da eliminação de duplicações, os organismos internos do MCT estão sendo absorvidos pelos órgãos correspondentes do velho MIC, com cortes que apagam toda a memória do órgão extinto e, portanto, comprometem a possibilidade de continuidade de suas ações e projetos. O novo ministro — que se confessa neófito no assunto — sequer nomeou um responsável para o setor, que navega à deriva.

Mas há mais. O governo federal anuncia serenamente à nação que são supérfluos e ociosos todos os funcionários que ele mesmo contratou nos últimos anos. Felizmente, para nós e para a imagem do próprio governo, isso não é verdade. O critério adotado para as demissões — melhor seria dizer a falta de critério — ameaça ferir de morte, de uma tacada, várias das mais importantes instituições de pesquisa do país. O Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas pode perder 27% do seu pessoal; o Museu Paraense Emílio Goeldi, 53%; o Centro de Estudos em Polí-

tica Científica e Tecnológica, 50%; o Instituto de Matemática Pura e Aplicada, 28%; o Observatório Nacional, 38%; o Laboratório Nacional de Computação Científica, 36%; o Museu de Astronomia, 60%; o Instituto de Pesquisas Espaciais, 43%; o Instituto Nacional de Tecnologia, 24%; o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 34%; o Centro Tecnológico para Informática, nada menos do que 93% — num total de 1.973 profissionais passíveis de demissão, representando 43% do plantel dessas instituições como um todo. São exemplos que se restringem ao sistema anteriormente vinculado ao MCT, apresentando, portanto, um quadro parcial da calamidade. Aplicada a proposta governamental, o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (em fase de implantação em Campinas, SP), os programas de satélites do Inpe e todas as atividades de pesquisa relacionadas com a AIDS, entre outros projetos, deixam de existir. Paradoxalmente, muitas dessas iniciativas mais recentes representam o que há de mais dinâmico na máquina governamental, cuja dinamização — é o que dizem — o anunciado pacote deseja promover. São colocados sob suspeição e ameaça serviços de alto conteúdo técnico, necessários à própria modernização do Estado e da sociedade brasileiros.

Corte indiscriminado é sinal de desespero, despreparo e falta de um projeto nacional de prazo pelo menos médio. Nada tem a ver com moralização e economia. Foi a Nova República que chamou de volta — meritariamente — diversos especialistas de alto nível, agora tratados, junto com suas equipes, como parasitas e inconseqüentes. Consumadas as demissões, quanto tempo levaremos para reconstruir instituições, reunir pessoal qualificado, retomar projetos? Pode o Brasil esperar?

Preocupadas com essas questões, pessoas e entidades começaram a unir-se no Movimento Ciência e Tecnologia, que, fora da máquina governamental, herda a sigla do ministério extinto. Reabrir este órgão, com transparência administrativa e uma orientação claramente comprometida com o desenvolvimento nacional; garantir os programas e projetos científicos ameaçados pela demissão indiscriminada; defender os princípios da Política Nacional de Informática e outras iniciativas voltadas para a autonomia tecnológica; e recompor os recursos orçamentários vetados pelo presidente da República — é o programa deste MCT da sociedade civil.

Se algo de novo há, além do imenso impasse, não são os vetos presidenciais, não é o plano governamental. São os novos poderes do Congresso, que discutirá e poderá modificar as medidas anunciadas. Na fase constituinte, os parlamentares realizaram importante trabalho na criação de condições para a consolidação do sistema nacional de c&t. Esperamos que o espírito da nova Constituição não seja traído.

Os Editores

NOBEL DE QUÍMICA DE 1988

Alguns segredos da fotossíntese

A determinação da estrutura tridimensional da proteína responsável pela fotossíntese valeu o Prêmio Nobel de Química de 1988 aos bioquímicos Johann Deisenhofer, Robert Huber e Harmut Michel, do Instituto Max Planck (Alemanha). A fotossíntese é o processo pelo qual plantas, algas e algumas bactérias transformam a energia luminosa em energia química, sintetizando, a partir do gás carbônico (CO_2), o trifosfato de adenosina (ATP) e compostos orgânicos.

O processo ocorre em membranas internas especializadas (tilacóides). Nelas, existem complexos (denominados antenas) formados por clorofila e proteína, capazes de captar energia luminosa e distribuí-la para outros complexos (denominados centros de reação). Ao conjunto formado pelo centro de reação e suas respectivas antenas dá-se o nome de fotossistema.

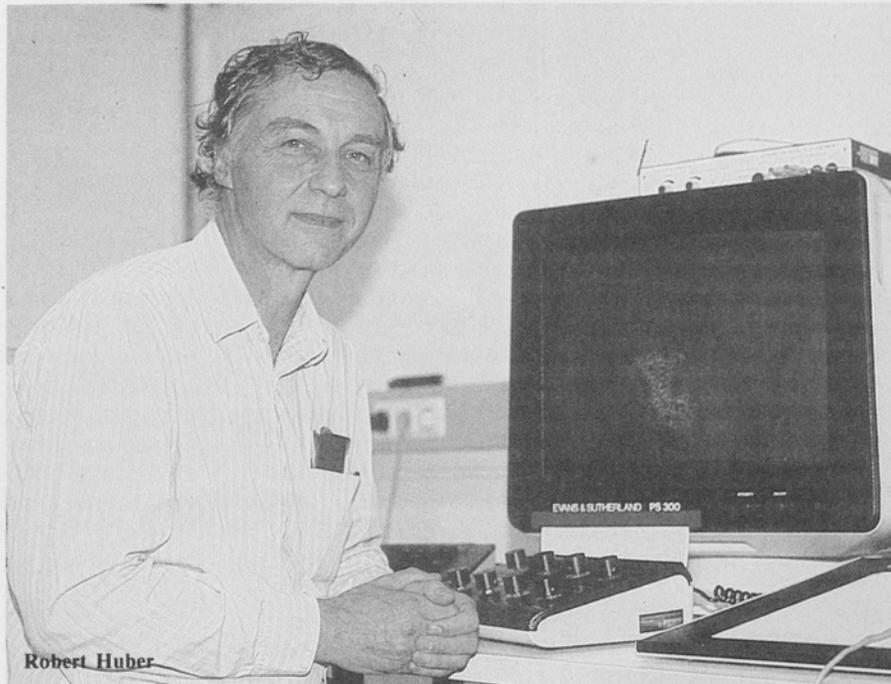
É no centro de reação que ocorre o processo de transdução da energia luminosa em energia química, iniciado pela excitação de elétrons, que adquirem assim alto poder redutor. Por meio de uma série de reações de oxirredução, os elétrons passam através da membrana, gerando um potencial de energia quimiosmótica (que leva à

formação do ATP, um composto fosfatado de alta energia) e promovendo a redução de co-enzimas (NAPDH.H^+). O ATP assim formado e as co-enzimas reduzidas serão o suprimento energético de todo o processo enzimático de fixação do CO_2 .

Os organismos que produzem oxigênio (O_2) possuem dois fotossistemas (I e II), com seus respectivos centros, que são detectados em espectroscopia por variações a 700 e 680 nanômetros, respectivamente (um nm é igual a 10^{-9} metro). Eles propiciam o transporte de elétrons da água para a NAPD^+ . Mas, ao invés da água, as

as mais variadas (fluorescência, EPR, Endor e outras) permitiram que se chegasse a uma idéia da provável disposição desses componentes e de como eles interagem na membrana. Todos esses dados produziram uma visão aproximada do centro de reação, mas faltava uma referência a partir da qual um modelo molecular confiável pudesse ser construído.

A técnica de cristalização, muito útil na determinação das estruturas de proteínas solúveis em água, até recentemente não permitia que se obtivessem cristais tridimensionais das proteínas e dos complexos pro-



Robert Huber

foto P. Piel



Harmut Michel

Extraído de La Recherche n.º 205 — 1988

bactérias fotossintéticas utilizam tiosulfatos, malato, succinato e outros compostos como doadores de elétrons. Como a transferência de elétrons desses compostos para a redução de co-enzimas necessita de menos energia, estas bactérias possuem somente um fotossistema.

Boa parte do conhecimento dos fotossistemas *in vivo* derivou de dois tipos de abordagem. De um lado, técnicas bioquímicas permitiram o isolamento dos vários componentes e a determinação de sua composição. De outro, técnicas espectroscópicas

técnicas que ocorrem em membranas biológicas. A escolha do Prêmio Nobel de Química de 1988 distinguiu os trabalhos que, utilizando a técnica de difusão por vapor, fazendo crescer os cristais em heptanotriol com o detergente Lauril dimetilamino óxido (LDAO), permitiram a formação dos primeiros cristais do centro de reação da bactéria vermelha *Rhodospseudomonas viridis*. A análise destes cristais propiciou a construção de um modelo com resolução de três angstroms (um Å equivale a 10^{-10} metro).

Os dados que já haviam sido obtidos através de métodos bioquímicos mostravam que este centro era composto de dois polipeptídeos (L, H) que se encontravam associados a bacterioclorofilas, bacteriofeofitinas (clorofilas sem o átomo de magnésio) e quinonas. Os dados espectroscópicos indicavam que a energia luminosa captada excitava um dímero de bacterioclorofila (P). Tornando-se doador primário, o dímero era capaz de transferir um elétron para uma molécula de feofitina (aceptor primário) e, a seguir, para uma de quinona (aceptor secundário).

É interessante observar que Michel e colaboradores mostraram que este dímero P se localiza perto de outro par de bacterioclorofila (B), cuja função ainda não foi descoberta. Verificaram ainda que as bacteriofeofitinas encontram-se na membrana, servindo de ligação entre o dímero P e as moléculas de quinona. Outros grupos de pesquisa confirmaram esses dados principais, demonstrando que as modificações devidas ao processo de cristalização indu-



J. Deisenhofer

Extrado de La Recherche n.º 205 — 1988

zida não alteravam substancialmente o centro de reação. A estrutura determinada também permite que se visualize a forma como, neste processo, ocorre a passagem de um elétron de um lado da membrana para o outro, fenômeno que cria uma diferença de potencial elétrico.

O próximo passo, já em curso, é a aplicação desses conhecimentos à elucidação da estrutura do fotossistema II das plantas e algas, similar, em alguns aspectos, aos da bactéria estudada. Outras questões, porém, ainda necessitam de resposta: como funciona a 'quebra' da água para repor o elétron perdido pelo centro de reação? Como, em plantas e algas, a antena distribui a energia para os dois fotossistemas?

Apesar das lacunas que ainda subsistem, parece que o caminho para a compreensão dos eventos iniciais da fotossíntese encontra-se agora definido.

César P. dos Santos

Departamento de Bioquímica,
Instituto de Química da UFRJ

NOBEL DE FÍSICA DE 1988

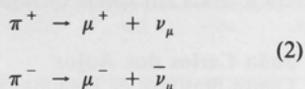
Neutrino, neutrinos

O Prêmio Nobel de Física de 1988 foi concedido a L. Lederman, M. Schwartz e J. Steinberger que, em 1961, em experiência realizada no Laboratório de Brookhaven (EUA), descobriram a existência de dois tipos de neutrinos.

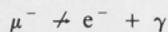
Partículas neutras, de massa nula e que só interagem com a matéria através de interações fracas, os neutrinos haviam sido propostos (sem este nome) em 1930 por W. Pauli, para assegurar a conservação de energia-momento no decaimento beta de núcleos radioativos. O processo típico de emissão dos neutrinos seria o decaimento do nêutron em próton e elétron:



Foi E. Fermi, três anos depois, que desenvolveu a teoria da desintegração beta e deu consistência à hipótese antes enunciada. Este esquema foi posteriormente aplicado a outros processos, como a desintegração do pión em múon e neutrino,



gerando a teoria das interações fracas. Havia, no entanto, dificuldades nessa teoria, e uma delas era a ausência da desintegração do múon em elétron e fóton:



A hipótese de existência de dois tipos de neutrinos — um associado ao elétron (1) e outro ao múon (2) — permitiu superar esta dificuldade. Neste caso, podia-se supor uma carga muônica (associada ao par μ, ν_μ) e uma eletrônica (associada ao par e, ν_e), que seriam conservadas independentemente da carga leptônica. Esta resultaria, então, da soma das cargas eletrônicas e muônicas.

O problema era como realizar uma experiência capaz de testar essa hipótese. B. Pontecorvo (em 1959) e M. Schwartz (em 1960) mostraram a possibilidade de se fazerem experiências com neutrinos obtidos em aceleradores. O fluxo das partículas seria suficiente para que se obtivessem vários eventos por dia para cada dez toneladas de detector.

A experiência de Lederman, Schwartz e Steinberger consistiu exatamente em obser-



M. Schwartz

Extrado de La Recherche n.º 205 — 1988



L. Lederman

Extraído de La Recherche n.º 205 — 1988

cada um. Cada unidade tinha nove placas de alumínio, com pouco mais de um metro quadrado de área na maior superfície e 2,5 cm de espessura, separadas entre si por espaçadores de lucite de um centímetro. Para reduzir o efeito da radiação de fundo (raios cósmicos e múons produzidos pelo acelerador) foi colocada uma blindagem adicional, envolvendo o detector e contadores de anticoincidentes, destinados a vetar eventos originados por partículas espúrias que penetrassem na blindagem. Pares de contadores rápidos foram usados entre os módulos, para disparar a câmara de centelhas. A câmara era disparada todas as vezes em que existia uma coincidência entre quaisquer pares de contadores rápidos e nenhum sinal nos contadores de anticoincidentes, indicando assim a existência de interação entre os neutrinos do feixe e o material do detector.

Para um total de $3,48 \times 10^{17}$ prótons incidentes no alvo de berílio, foram contados 113 eventos originados dentro do detector.

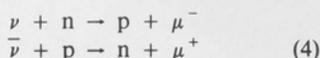
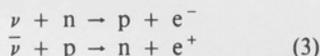
pótese $\nu_e \neq \nu_\mu$. Coroou-se de êxito, dessa forma, a experiência concebida pelos três ganhadores do Nobel de 1988.

Um deles é bem conhecido dos cientistas brasileiros. Trata-se de L. Lederman, atual diretor do Fermilab, laboratório norte-americano que possui o maior e mais possante acelerador de partículas do mundo. Lederman iniciou em 1982 um programa de colaboração com a América Latina, convidando cientistas do continente a participarem de experiências realizadas no Fermilab. Dois grupos de físicos brasileiros, um do Rio (CBPF) e um de São Paulo (USP), estão envolvidos, com sucesso, no programa em curso.

Lederman também incentivou a realização de três simpósios pan-americanos sobre Colaboração em Física Experimental, dois dos quais foram realizados no Rio de Janeiro (1983 e 1987). Perguntado, num debate, sobre os motivos que o levaram a lançar este programa, respondeu: “Quando primeiro pensei na cooperação com a

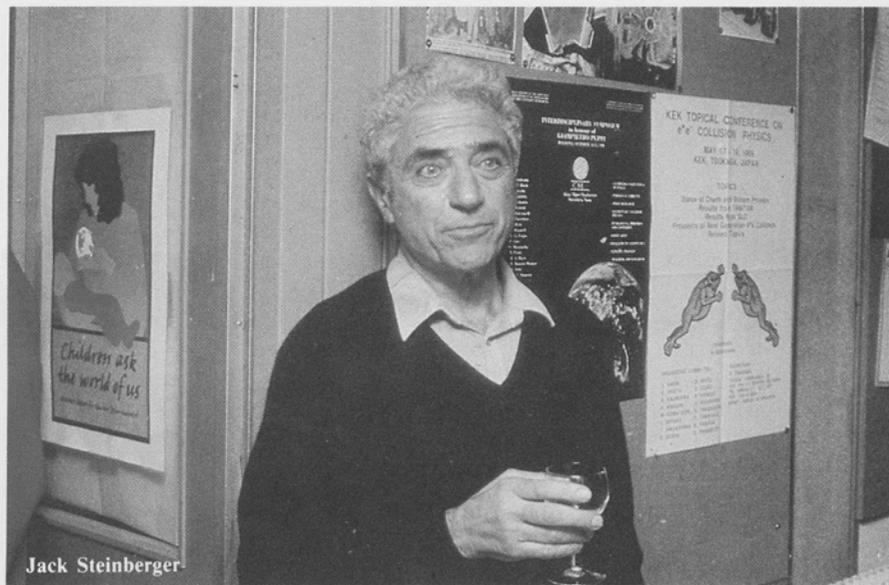
var a interação da matéria (prótons e nêutrons contidos nos núcleos dos átomos) com neutrinos de alta energia. Estas partículas provinham do decaimento de píons, segundo as reações (2).

Se houvesse apenas um tipo de neutrino, essas interações produziriam igual número de elétrons e de múons, através das reações apresentadas abaixo.



Foi demonstrado, entretanto, que os neutrinos provenientes das reações (2) só produziam múons, e não elétrons, diferenciando-se portanto dos neutrinos envolvidos no decaimento beta (1).

De forma simplificada, a experiência agora premiada seguiu o seguinte esquema: acelerados até 15 giga-elétrons-volt (GeV), prótons foram lançados contra um alvo de berílio, produzindo assim píons, cujo decaimento (em vôo) gerou um feixe de neutrinos, através das reações (2). Todo o fluxo resultante desse procedimento foi dirigido contra uma parede de ferro, colocada a 21 metros do alvo e com espessura suficiente (13,5 m) para absorver todos os tipos de partículas (inclusive múons com menos de 17 GeV), com exceção dos neutrinos. Depois da blindagem, foi colocado um detector, formado por uma câmara de centelhas com dez módulos de uma tonelada



Jack Steinberger

Destes, 56 passaram por rigorosos critérios de seleção. A análise detalhada dos eventos verificou que 34 deles continham um único múon e apenas cinco podiam ser associados a uma possível ‘contaminação’ da experiência pela radiação de fundo.

Se houvesse apenas um tipo de neutrino, também seriam esperados nessas condições cerca de 29 eventos contendo ‘chuveiros’ de elétrons, provenientes das reações (3), que seriam facilmente detectáveis, com energia superior a 400 mega-elétrons-volt (MeV). Nenhum evento deste tipo foi no entanto encontrado, confirmando a hi-

América Latina, considerei o fato de que era uma boa idéia para ajudar a física nessa região. Se me perguntarem por que a América Latina, a resposta é simples: estava mais próxima de nós. De alguma forma, pensei também que a interação seria mais fácil com uma cultura fundamentalmente européia, patrimônio que temos em comum. De qualquer forma, creio que o que beneficia a física em um lugar beneficia a física em todos os lugares...’

João Carlos dos Anjos
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF)

foto Agência Keystone — Leverington

A importância das 'chaves erradas'

Por segunda vez nesta década, farmacólogos foram premiados pela Real Academia de Ciências da Suécia. Um inglês, James Black, de 64 anos, e dois norte-americanos, Gertrude Elion, de 70 anos, e George Hitchings, de 83, receberam o Prêmio Nobel de Medicina de 1988 por suas pesquisas sobre drogas que bloqueiam receptores celulares.

Para o mundo acadêmico e industrial, a escolha não foi surpresa; para muitos, chegou mesmo com atraso: os pesquisadores escolhidos são unanimemente considerados os principais responsáveis pela elaboração da mais moderna metodologia de invenção de novos medicamentos. A essência de sua contribuição foi demonstrar que esse processo depende da habilidade dos pesquisadores em definir, no contexto complexo de um processo patológico, um alvo simples. Torna-se assim possível proceder a uma análise quantitativa fidedigna, capaz de orientar, a seguir, a modelagem química da droga desejada.

Na tradição europeia, James Black sempre escolheu como alvo um receptor far-

Extraído de *La Recherche* n.º 205 — 1988



Gertrude Elion



G. Hitchings

foto H. E. Mesore



Sir James Black

foto Agência Keystone — David Levenson

macológico, ao passo que a dupla Gertrude Elion e George Hitchings optou, seguindo a tradição bioquímica norte-americana, por uma reação enzimática. Em ambos os casos, a adoção dessa tática significou o abandono do procedimento clássico, em que a procura de novas drogas era conduzida ao acaso, submetendo-se cegamente, às dezenas de testes disponíveis, todas as moléculas que os químicos decidiam sintetizar.

Um organismo funciona harmonicamente graças a um sistema de comunicação que permite às substâncias liberadas por certas células agirem especificamente nos receptores de outras. Os receptores farmacológicos são sítios estereoespecíficos (ou seja, apresentam uma estrutura espacial definida) presentes na membrana da célula. Quando determinada substância, chamada agonista, acopla-se a um desses sítios, produz-se um efeito definido, como uma contração ou a secreção de um hormônio. A substância agonista pode ser comparada com uma chave: a fechadura só pode ser aberta se ela tiver determinada conformação. As enzimas têm semelhanças com

os receptores farmacológicos na medida em que cada uma delas tem seu substrato específico ou age numa parte específica de um substrato.

Por meio da modificação química de um agonista ou de um substrato, pode-se chegar a drogas capazes de bloquear receptores ou enzimas. Tais substâncias, embora também tenham afinidade pelo receptor ou pela enzima, funcionam como uma chave errada que, quebrando-se ao entrar na fechadura, acabasse por impedir o funcionamento da chave certa.

O golpe de mestre da química medicinal moderna foi ter aprendido a modelar essas 'chaves erradas'. A descoberta da cimetidina — droga hoje largamente utilizada no tratamento da úlcera gástrica —, feita por James Black nos laboratórios da Smith Kline and French em 1967, ilustra bem o processo. Sabendo que os anti-histamínicos antialérgicos não bloqueiam a secreção de ácido clorídrico causada pela histamina, o pesquisador formulou a hipótese de que a produção exacerbada de histamina no estômago, agindo num receptor

até então desconhecido, seria responsável pela indução de gastrites e úlceras gástricas. Por meio de testes biológicos simples, que permitiam medir as respostas induzidas num músculo isolado e conservado *in vitro*, pôde demonstrar a presença desse receptor, que foi batizado de H2 para diferenciar-se dos receptores H1, que mediarão outros efeitos da histamina, como os alérgicos.

A mágica química empregada nesses ensaios, que permitiam a quantificação precisa do efeito da histamina, consistiu em modificar a estrutura desta, de tal modo que perdesse por completo seu efeito agonista, sem no entanto deixar de se acoplar ao receptor. Estava criada uma chave er-

rada, ou um antagonista: quando testada juntamente com a histamina, a nova molécula bloqueava seu efeito.

Anos antes, quando trabalhava nas Imperial Chemical Industries (ICI), a utilização de tática semelhante levava Black à descoberta do propranolol, o protótipo de um grupo de substâncias chamadas betabloqueadores, clinicamente usadas como hipertensores ou antianginos.

Os norte-americanos Elion e Hitchings usaram outro alvo simples: as enzimas envolvidas no metabolismo do ácido nucléico, etapa essencial da reprodução celular e viral. A tática que adotaram consistiu em modelar quimicamente falsos substratos. Neste caso, a enzima acabava por ser ini-

bida, por não conseguir digerir o substrato ou incorporar este último no material que estava sintetizando, tornando assim inviável sua replicação. Essa simples idéia resultou na descoberta de drogas contra a leucemia, a gota, a malária e os vírus do herpes e da AIDS.

Para se avaliar o impacto dessas inovações introduzidas pelos pesquisadores agora premiados, basta considerar que permitiram a descoberta de novas drogas cuja comercialização gera, anualmente, um valor superior ao da dívida externa brasileira.

Sérgio Henrique Ferreira

Departamento de Farmacologia,
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

NOBEL DE ECONOMIA DE 1988

Nova escolha ideológica?

Maurice Allais, ganhador do Prêmio Nobel de Economia de 1988, nasceu em 1911 na cidade de Paris. Antigo estudante da Escola Politécnica e da Escola Nacional de Minas, pertence ao tradicional grupo francês de engenheiros-economistas — Dupuit, Colson e Divisia — que desenvolveu estudos aplicados aos modelos de formulação de decisões racionais por parte do Poder Público, especialmente nas áreas de regulação das indústrias de mineração e de energia e na definição e controle da política industrial. Atualmente, é diretor de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa Científica (CNRS) e professor de análise econômica na Escola de Minas.

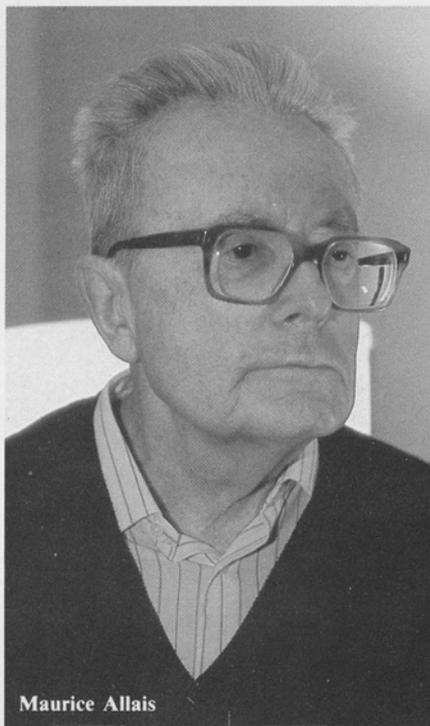
Professor há 40 anos, formou diversas gerações de pesquisadores e de administradores públicos franceses, como, por exemplo, M. Boiteux (ex-presidente da Electricité de France), G. Debreu (Prêmio Nobel de Economia de 1983) e E. Malinvaud (ex-diretor do Instituto Nacional de Estatística e Estudos Econômicos e professor do Colégio de França). Herdeiro da linhagem teórica que vem de Léon Walras, Irving Fisher e Vilfredo Pareto, Allais contribuiu de forma significativa em quatro áreas de estudos econômicos contemporâneos: equilíbrio geral e alocação ótima de recursos, capital e crescimento, escolha em situações de risco e moeda e ciclo econômico.

O tema central de sua reflexão remonta ao século XVIII: a teoria da 'mão invisível' do mercado, formulada originalmen-

te por Adam Smith, que procura explicar como o sistema de preços de mercado, funcionando como sinalizador, coordena a estrutura aparentemente caótica em que atuam muitos agentes econômicos independentes, movidos por interesses próprios e capazes de tomar decisões individuais. Allais procurou definir de forma mais preci-

sa os critérios utilizados pelos economistas no âmbito da teoria dos mercados e do problema da alocação ótima de recursos. Em sua obra, ele sustenta que uma economia de mercado com preços em equilíbrio é capaz de garantir eficácia e justiça, pois, nestes casos, é impossível aumentar de forma arbitrária a parcela de ganhos de um agente qualquer.

Com o prêmio, a Academia de Ciências da Suécia revela mais uma vez seu critério conservador, alinhado com as teorias que prevalecem no Banco Nacional da Suécia. A teoria que atribui, à concorrência perfeita, eficácia na produção e repartição de bens e serviços foi objeto de críticas brilhantes e demolidoras, por parte de economistas contemporâneos, especialmente os da Universidade de Cambridge (Inglaterra), como Joan Robinson, Piero Sraffa e Nicholas Kaldor. Eles mostraram com muita clareza que, em setores estratégicos da economia de mercado, a predominância de unidades de grandes dimensões traz implicações não previstas pela teoria tradicional; que o conhecimento dos agentes é imperfeito, particularmente em relação ao futuro; e que a estrutura da distribuição do poder econômico condiciona fortemente a distribuição de renda. Por isso mesmo, nunca foram agraciados!



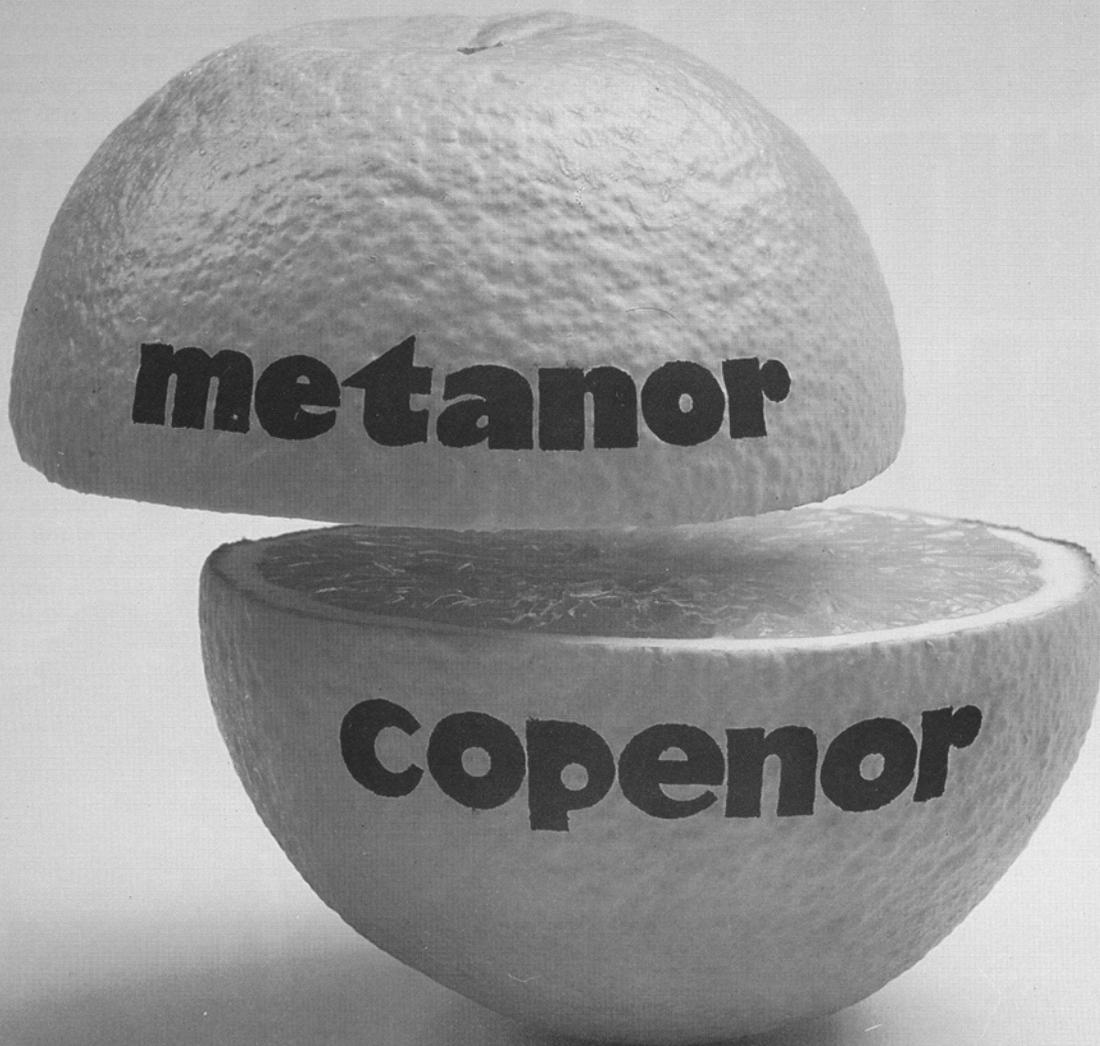
Maurice Allais

foto: Agência Keystone — Bocccon-Glibod

Isaac Kerstenetzki

Instituto de Economia Industrial,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

A SOMA DE NOSSOS FATORES ALTERA O SEU PRODUTO.



A Metanor é, desde 1976, a maior fabricante nacional de metanol.

Sua subsidiária, Copenor, produz, com o metanol, o formaldeído que dá origem ao pentaeritritol, hexametilenotetramina e formiato de sódio que comercializamos.

Estes nossos produtos são fatores componentes essenciais para as indústrias de tintas, fundição, aditivos para lubrificantes, lonas e pastilhas de freios e curtumes, entre outras.

Como parte de nossa estratégia de crescimento, já temos um projeto em execução visando a produção de gás de síntese, monóxido de carbono e hidrogênio puros, para atender à crescente demanda desses produtos no Pólo Petroquímico de Camaçari.

Metanor e Copenor: juntas, somando esforços para a plena satisfação de nossos clientes.

metanor s.a.
Metanol do Nordeste

copenor
Companhia Petroquímica do Nordeste

**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.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

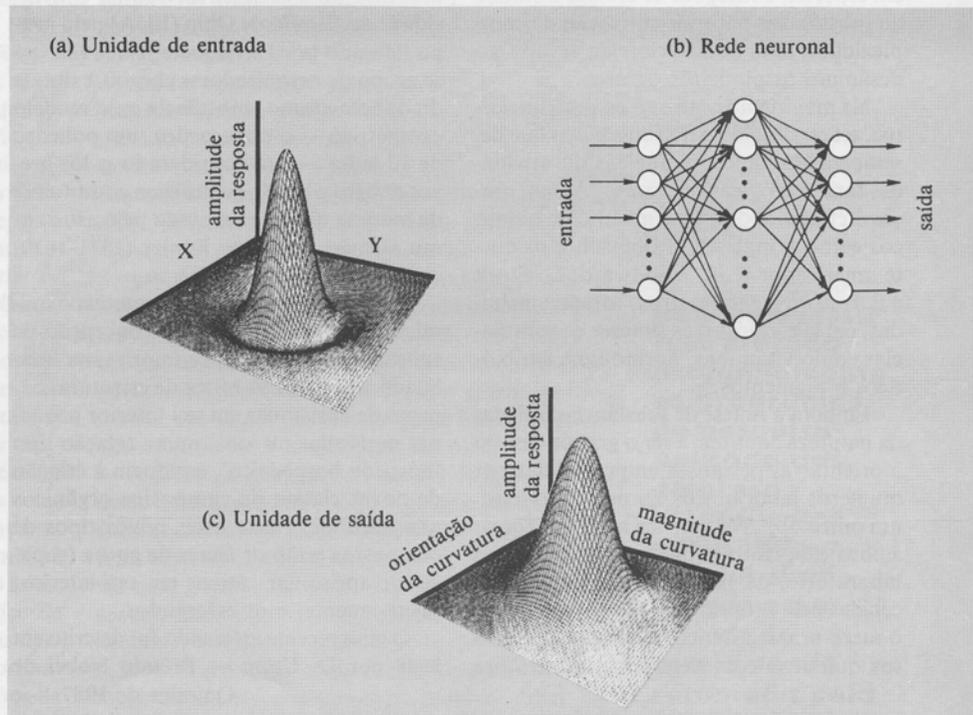
A FORMA A PARTIR DA SOMBRA

O sistema visual é formado por redes neuronais. Situadas na retina, em estruturas subcorticais e no córtex cerebral, elas processam os diversos tipos de informação que integram uma imagem. Aparentemente, a percepção visual é o resultado final do processamento da informação pelo conjunto das unidades neuronais, cujas propriedades têm sido intensamente investigadas. Esses estudos envolvem geralmente experimentos em que, enquanto se apresentam aos sujeitos diversos estímulos luminosos, se efetua o registro da atividade elétrica dos neurônios do sistema visual.

Recentemente, Sidney R. Lehky e Terence J. Sejnowski, da Universidade John Hopkins (em Baltimore, EUA), tentaram simular em computador um dos aspectos do processamento da informação visual,* buscando modelar a atividade de uma rede neuronal que fosse capaz de determinar as curvaturas de superfícies geométricas simples. A rede por eles construída tinha três camadas. A primeira, de entrada, era formada por um arranjo de 122 unidades com campos receptores circulares, semelhantes aos neurônios presentes na retina. A camada intermediária tinha 27 unidades e a de saída compunha-se de 24 unidades seletivas para magnitude e orientação de curvatura de superfícies. Como estímulos, foram usadas imagens das superfícies de parabolóides elípticos desprovidas de bordas nítidas, de tal modo que a única pista disponível para a computação das curvaturas era seu sombreamento.

O método de computação utilizado permitia que, à medida que as apresentações do estímulo se sucediam, as unidades intermediárias transformassem o espaço das imagens que chegavam às unidades de entrada num espaço bidimensional que relacionava a magnitude com a orientação da curvatura nas unidades de saída (ver figura). A cada estimulação, a saída real era comparada com a saída esperada e a diferença entre elas permitia introduzir correções que fortaleciam ou enfraqueciam as várias conexões entre os elementos da rede. Após cerca de 40 mil apresentações, a relação entre a saída real e a esperada estabilizou-se em 0,88. Isto demonstrou

que o sistema era capaz de generalizar corretamente quando lhe eram apresentadas imagens que não tinham feito parte do seu 'treinamento'. É possível dizer, portanto, que a rede neuronal simulada 'aprendeu' a reconhecer os estímulos.



Na rede neuronal simulada num computador (diagrama do centro), as unidades de entrada analisam o estímulo em suas coordenadas bidimensionais (x e y, à esquerda). À saída (gráfico da direita), a informação espacial foi transformada em parâmetros de curvatura do estímulo.

Em si mesmo, é provável que esse processo de 'aprendizado' não nos ensine muito, do ponto de vista biológico. Merece especial atenção, no entanto, o que ele sugere sobre as características finais das unidades da rede neuronal. As unidades intermediárias utilizadas tinham propriedades semelhantes às dos neurônios encontrados no córtex visual pela dupla de fisiologistas da Universidade de Harvard, David H. Hubel e Torsten N. Wiesel, em estudos pioneiros realizados na década de 1960 e que aliás lhes valeram o Prêmio Nobel de Medicina e Fisiologia de 1981. Esses neurônios corticais eram considerados detectores de

barras ou bordas de uma imagem, mas de modo algum haviam sido associados com a tarefa de extrair informação sobre forma a partir de gradações contínuas das sombras encontradas nas superfícies de objetos tridimensionais.

As unidades intermediárias eram de três tipos. As de tipo 1 e 3 operavam como filtros sensíveis a uma faixa específica de valores de orientação das curvaturas principais (tipo 1) e suas magnitudes relativas (tipo 3). As de tipo 2 operavam como detectores de estado, discriminando entre duas alternativas: convexidade ou concavidade das curvaturas.

Duas questões são levantadas por estes resultados. Primeiro, que a análise dos campos receptores dos neurônios de uma rede pode não esclarecer a sua real função, devendo ser acompanhada da análise de seus campos projetivos. Além disso, um mesmo neurônio pode ter diferentes funções, se seu campo projetivo incluir unidades de saída situadas em diferentes regiões do cérebro.

* *Nature*, vol. 333, pp. 452-454, 1988

Luiz Carlos de Lima Silveira
Departamento de Fisiologia,
Universidade Federal do Pará

QUÍMICA

ESTÉTICA E EFICÁCIA NA SÍNTESE ORGÂNICA

Desde sua origem, a química orgânica sintética demonstrou notável capacidade de obter em laboratório substâncias presentes na natureza. Nas últimas quatro décadas, em especial, conseguiu-se efetuar a síntese de substâncias naturais cujo grau de complexidade teria provavelmente levado ao desânimo os pioneiros da área.

Na maioria dos casos, o esforço intelectual esteve dirigido para substâncias que desempenham papéis biológicos ou atividades farmacológicas relevantes. Assim, graças à criatividade e ao empenho de químicos como o inglês R. Robinson e os norte-americanos R.B. Woodward, G. Stork e E.J. Corey, entre outros, foram concluídas, em laboratório, as sínteses de substâncias como vitaminas, hormônios, antibióticos e pigmentos.

Embora a síntese de substâncias isoladas da natureza continue a ser o grande desafio a orientar as pesquisas empreendidas por inúmeros laboratórios no mundo inteiro, um outro objetivo começa a ganhar força: a obtenção, também por meio de síntese em laboratório, de substâncias inéditas, concebidas pelo próprio homem. Muitas vezes, o mero prazer estético de chegar a produtos químicos com determinada estrutura

molecular — equivalente à de poliedros regulares, por exemplo — constitui a força motriz que conduz a verdadeiras obras de arte sintéticas. Foi esse o caso, por exemplo, do trabalho desenvolvido na Universidade do Estado de Ohio (EUA) pelo grupo liderado por L. Paquete. Em 1982, esse grupo de pesquisadores chegou à síntese do dodecaedrano, substância cujo modelo geométrico — o dodecaedro, um poliedro de 12 lados — era considerado pelos gregos antigos o sólido geométrico constituinte da matéria divina e reputado pelo astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630) como o modelo do universo.

Em outras ocasiões, o que motiva o químico orgânico sintético é a concepção de substâncias que possam cumprir uma finalidade específica. A busca de estruturas capazes de aprisionar em seu interior pequenas moléculas ou íons, numa relação tipo 'hóspede-hospedeiro', conduziu à criação de novas classes de compostos orgânicos não naturais. Entre esses novos tipos de compostos estão os éteres de coroa (capazes de aprisionar cátions em seu interior, seletivamente) e os esferandos.

O mais recente esferando foi descrito em 1988 por D. Cram — Prêmio Nobel de Química de 1987 — e sua equipe da Universidade da Califórnia (EUA).* Trata-se do *carcerando* — do latim *carcer*, que veio a dar em português a palavra cárcere. O novo composto, que, como se pode observar na figura 1, tem forma semelhante à de uma bola de futebol americano, é capaz de aprisionar em sua cavidade pequenas moléculas orgânicas, além de argônio e sais inorgânicos. Possuindo alta estabilidade térmica e química, os *carcerandos*

dos poderão, no futuro, hospedar substâncias radioativas que, utilizadas em associação com imunoproteínas, auxiliariam no combate a células cancerosas.

O *carcerando* e outros esferandos poderão também ser utilizados tanto na medicina, para a liberação controlada de medicamentos no interior do organismo, como na agricultura, para a liberação de produtos químicos em plantas. Neste último caso, em particular, a utilização de feromônios — substâncias químicas utilizadas na cadeia de comunicação de insetos — é bastante promissora. Aliás, com isto em vista, concluímos recentemente, no Insti-

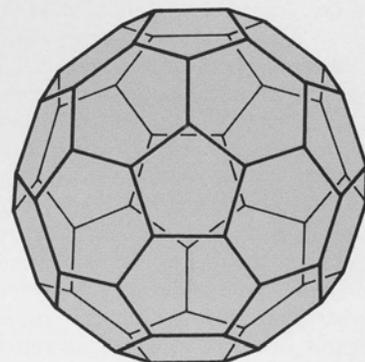


Fig. 2. A estrutura geométrica proposta para o futeboleno corresponde à de um dodecaedro pentagonal.

tuto de Química da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), a síntese total do feromônio sexual da praga do fumo (*Lasioderma serricorne*). A síntese total de um dos componentes do feromônio de reconhecimento da formiga-rainha, da espécie *Solenopsis invicta*, está em andamento.

A obtenção, em laboratório, de substâncias não naturais continua representando um desafio. No momento, alguns grupos de pesquisa estão na trilha do futeboleno, cuja formação já foi detectada durante a vaporização do grafite por raio laser (figura 2). Embora ainda não se tenha chegado a sintetizá-lo em laboratório, calcula-se que esse composto de nome bizarro teria uma estabilidade duas vezes superior à do benzeno e apresentaria uma forma geométrica semelhante à de um dodecaedro pentagonal. Diz-se mesmo que o futeboleno seria, depois da dupla hélice, a estrutura preferida da natureza.

* *Journal of the American Chemical Society*, vol. 110, pp. 2.554-2.560, 1988

Ronaldo Aloise Pilli

Instituto de Química,
Universidade Estadual de Campinas

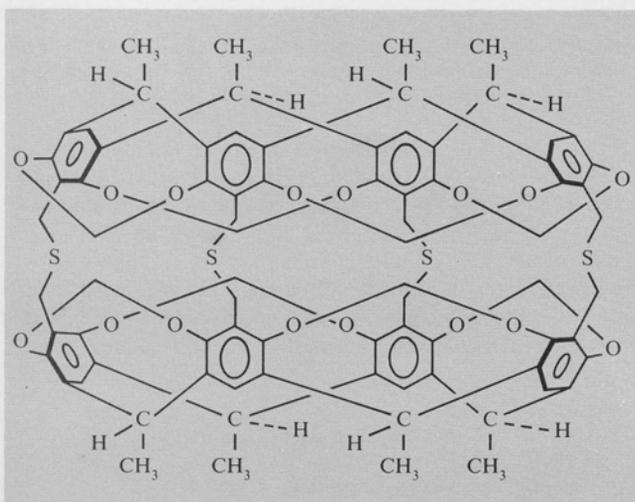


Fig. 1. A estrutura molecular do *carcerando* tem forma semelhante à de uma bola de futebol americano.



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), em Tubarão (Vitória), na Serra de Carajás (Pará), na Barragem de Itabiruçu (Minas Gerais) e em muitos outros lugares.

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.

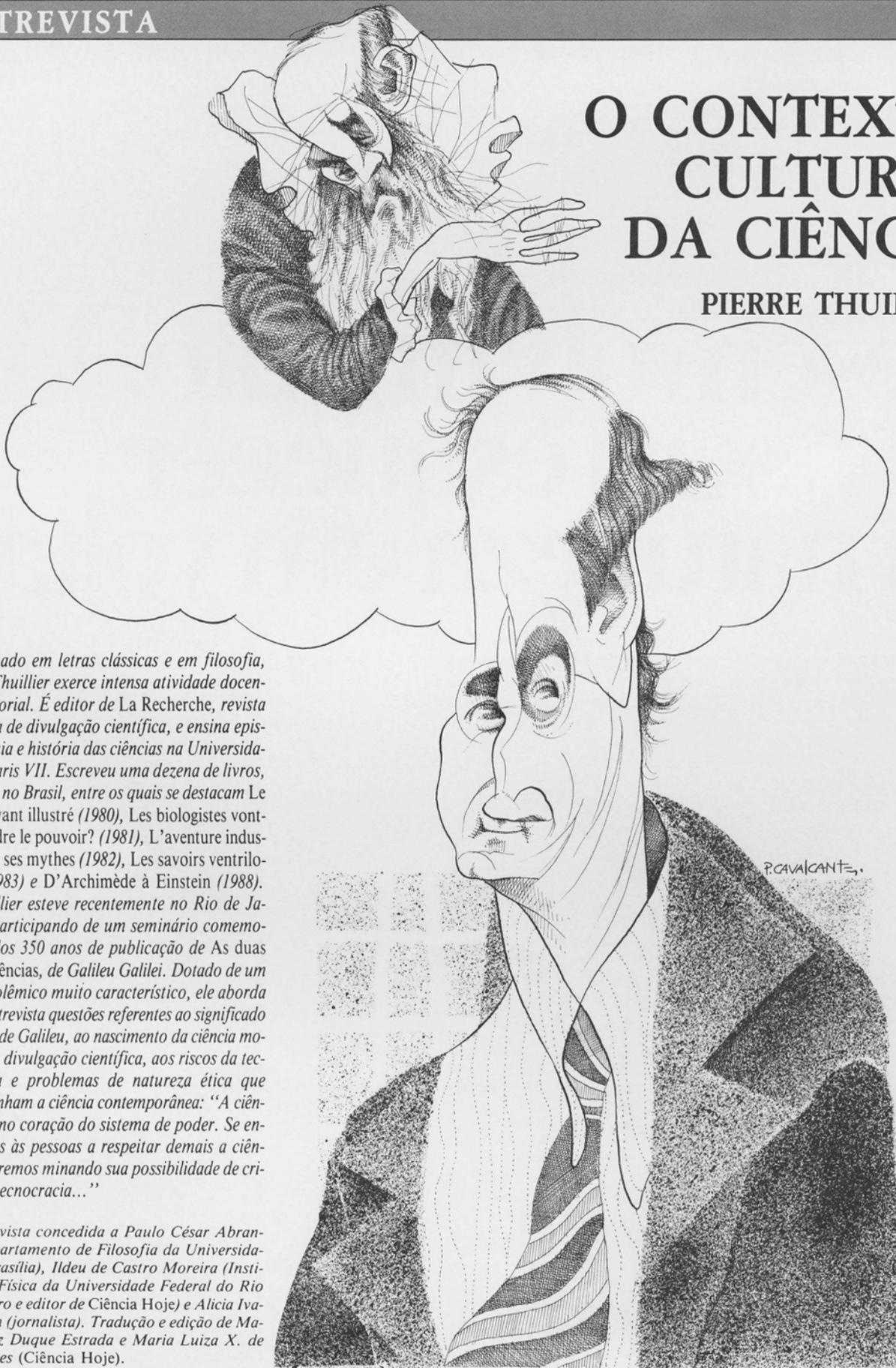


Companhia
Vale do Rio Doce

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

O CONTEXTO CULTURAL DA CIÊNCIA

PIERRE THUILLIER



Formado em letras clássicas e em filosofia, Pierre Thuillier exerce intensa atividade docente e editorial. É editor de *La Recherche*, revista francesa de divulgação científica, e ensina epistemologia e história das ciências na Universidade de Paris VII. Escreveu uma dezena de livros, inéditos no Brasil, entre os quais se destacam *Le petit savant illustré* (1980), *Les biologistes vont-ils prendre le pouvoir?* (1981), *L'aventure industrielle et ses mythes* (1982), *Les savoirs ventriloques* (1983) e *D'Archimède à Einstein* (1988).

Thuillier esteve recentemente no Rio de Janeiro, participando de um seminário comemorativo dos 350 anos de publicação de *As duas novas ciências*, de Galileu Galilei. Dotado de um estilo polêmico muito característico, ele aborda nesta entrevista questões referentes ao significado da obra de Galileu, ao nascimento da ciência moderna, à divulgação científica, aos riscos da tecnocracia e problemas de natureza ética que acompanham a ciência contemporânea: "A ciência está no coração do sistema de poder. Se ensinarmos às pessoas a respeitar demais a ciência, estaremos minando sua possibilidade de criticar a tecnocracia..."

Entrevista concedida a Paulo César Abrantes (Departamento de Filosofia da Universidade de Brasília), Ildeu de Castro Moreira (Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro e editor de *Ciência Hoje*) e Alicia Ivanishevich (jornalista). Tradução e edição de Maria Ignez Duque Estrada e Maria Luíza X. de A. Borges (*Ciência Hoje*).

— *Quais, a seu ver, as conclusões mais importantes do seminário sobre Galileu?*

— Cada um tem suas obsessões. A minha é a significação. Sou um filósofo, um humanista, e não o escondo. Mas conheço os cientistas e trabalho com eles todos os dias na *Recherche*. Não me oponho à ciência, o que seria uma tolice. Mas minha obsessão é seu lugar e sua significação numa sociedade moderna, em particular numa tecnocracia como a França, onde os que exercem o poder a invocam constantemente. Desse ponto de vista, o que me chamou a atenção no seminário é que ele refletiu a oposição entre duas concepções principais de história da ciência. Eu perguntaria: com que objetivo ele foi organizado? Aprofundar o conhecimento científico da história de Galileu? Reunir especialistas para examinar pequenos problemas técnicos levantados por ele? Reunir historiadores especializados? Ou tratava-se, sobretudo, de levar estudantes, professores e pesquisadores a refletir sobre o problema da ciência em geral, tomando Galileu como um caso interessante, uma vez que ele marca o começo da ciência moderna? Minha resposta dependeria da sua: qual era, a seu ver, o objetivo do seminário?

— *Penso que os dois objetivos, porque há o interesse da instituição, do ponto de vista científico, e também o interesse numa reflexão crítica sobre a obra de Galileu.*

— Concordo, em princípio, que a história da ciência e a reflexão crítica se interligam, desde que concebamos a primeira de modo amplo. Parece-me, contudo, que a história no sentido estrito — a história técnica, que discute os problemas técnicos levantados por Galileu — é muito mais difundida. E também a história da ciência pode ser manobrada de forma tecnocrática, de modo a se limitar a problemas técnicos.

Admito sinceramente que é preciso saber quem era Galileu no sentido técnico e epistemológico. Era ou não platônico? Qual o papel da experimentação em sua obra? Estes são problemas técnicos, da epistemologia da história. Mas há uma maneira de considerar exclusivamente esses problemas técnicos que, a meu ver, acaba por fazer desaparecer muitos elementos indispensáveis à compreensão de Galileu, seja do ponto de vista histórico, seja do ponto de vista social. Quando se consideram essas questões, enfrenta-se o problema epistemológico em si mesmo, não de um modo estreito, e a epistemologia nunca é separável do social: o modo como se analisa Galileu do ponto de vista epistemológico e histórico remete a toda uma concepção geral da sociedade, da ciência. Os participantes do seminário eram muito competentes, muitos terão lido todos os textos de Galileu. Mas há uma forma de conceber o seu trabalho que eu chamaria de 'asséptica': a cada coisa que se diz, cita-se uma passagem de Galileu, de tal modo que já não se tem a pessoa, mas só o texto de Galileu. Esses estudiosos são freqüentemente muito sólidos; cada vez que se pronuncia uma frase mais geral sobre Galileu eles dizem: 'Bem, mostre o texto...' E muitas vezes é difícil!

Essa armadilha está no próprio interior da história das ciências. Os 'internalistas', os que fazem a história da ciência de forma 'pura', acusam os historiadores, que buscam uma visão mais ampla, de não serem sérios o bastante. O paradoxal é que, no seminário do Rio, a ênfase foi posta numa história muito séria — e até aí tudo bem —, mas embasada numa filosofia da ciência muito estreita, que não permitia levantar os problemas subjacentes, que são de avaliação, como o do significado da filosofia, do método de Galileu.

— *E qual seria esse significado?*

— Minha tese, em duas palavras, é que Galileu surgiu num momento em que a sociedade europeia evoluía. Já se haviam formado ali muitos engenheiros, banqueiros, empresários. Uma sociedade que — como o mostram os historiadores da história geral — se tornara realista, racionalista, no sentido burguês do termo. A história mostra que, a partir do século XIII, e sobretudo dos séculos XIV e XV, a Europa, que era agrícola, tornou-se cada vez mais urbana e ingressou no capitalismo comercial. O poder já não se restringia aos senhores e ao clero — surgia uma nova classe de gente que contava, que queria agir sobre a natureza, que confiava no homem e via o mundo de uma nova forma.

Até os séculos XI ou XII, o cristianismo dominava uma Europa agrícola e o grande objetivo da vida era a salvação da alma. Esta era uma das razões por que não se fazia muita ciência: quando a meta da vida é ir para o paraíso, não há porque estudar mecânica quântica! A partir dos séculos XII e XIII, com a sociedade dos engenheiros, com o formidável progresso da técnica na Idade Média, com o desenvolvimento das cidades, a Europa mudou de mentalidade, de modo de produção, de interesses e viu aparecerem novos personagens. Os traços característicos da ciência moderna são os traços característicos da sociedade da época em que ela surgiu. A ciência tornou-se experimental porque os 'práticos' adquiriram nela um lugar mais importante. Cita-se sempre Leonardo da Vinci, mas os artistas-engenheiros eram muitos. Surgiu então toda uma série de 'práticos'. A partir do século XVI, criaram-se, ao lado das universidades — onde o ensino, mesmo da matemática, era teórico, abstrato —, as 'escolas de cálculo', para comerciantes, onde se aprendia a medir o volume de uma barrica, a usar a trigonometria elementar para medir alturas. Houve livros, destinados aos comerciantes, que se difundiram rapidamente, bem antes de Galileu.

A partir dos séculos XIV e XV, surgiram também os banqueiros. Bancos da Itália tinham grandes saldos em países distantes. Isto é essencial até para se compreender o aparecimento dos números negativos. O importante não é saber quem os inventou, mas que os banqueiros tinham colunas para anotar os ganhos e as perdas, faziam cálculos e tinham de computar o que se passava nas sucursais estrangeiras, adquirindo assim o hábito do cálculo abstrato. Na Idade Média, o número não significava grande coisa. Dizia-se que uma batalha envolvera cem mil homens, quando podiam ter sido 40 mil. Na Renascença, surgiu a primeira estatística, creio que no século XV: contavam-se todos os dias quantos bois, vacas e porcos entravam na cidade de Florença. É o início do mundo moderno, das cifras quantitativas.

Vejo Galileu como o coroamento da evolução de uma nova sociedade. Entre o fim da Idade Média e o início da Renascença, surgiu uma sociedade que confiava no homem e em seu poder de agir sobre a natureza. Como sempre, encontraram-se justificativas teológicas: descobriu-se na Bíblia que Deus sempre quisera que o homem dominasse a natureza. Os aspectos racionalistas da Bíblia passaram a ser enfatizados. Uma passagem do 'Livro da sabedoria' diz, por exemplo, que Deus fez tudo segundo o número, o peso e a medida. Passou-se a dizer que a natureza é matemática, racional. Galileu chegou, portanto, numa época em que se acreditava que o homem era capaz de agir. A ciência moderna, em vez de contemplar a natureza, tenta ser eficaz. Eu diria, fazendo uma caricatura, que a ciência moderna é a união do cérebro com as mãos, a união da teoria com a prática. É fruto de uma sociedade onde os 'práticos' tomaram o poder.

— *Galileu teria sido um fruto deste momento histórico?*

— Na Idade Média, desprezavam-se as artes mecânicas. Os dirigentes da sociedade ocidental — os senhores, os padres — não trabalhavam. Mesmo que exercessem atividades, não era trabalho no sentido do trabalho-castigo. Só os inferiores trabalhavam. O homem livre da Grécia ou da Idade Média não trabalhava. Foi o burguês, o empresário, que reabilitou o trabalho. O burguês da Florença renascentista ia de manhã para a sua empresa, fazia contas, trabalhava. Galileu vivia justamente numa região muito comercial, muito industrial, não longe de Veneza, do famoso Arsenal, que é elogiado no início dos *Discorsi intorno a due nuove scienze* e que é um símbolo por mil razões. Era uma empresa com cerca de mil a 1.500 operários, envolvendo minas e muitas usinas têxteis, com muitas máquinas. A chegada de Galileu a Veneza tem profunda significação histórica: ele encarna a necessidade de um novo saber.

Não se pode dizer que se trate de um saber apenas utilitário. Não se deve dizer, como certos marxistas — e destaco o termo ‘certos’ —, que a ciência foi inventada somente para servir aos empresários, para dar maior rendimento às fábricas e aumentar seu lucro. Não se tratava simplesmente de ganhar dinheiro. Era uma questão cultural também. O burguês, que era eficaz, precisava de outro sistema de mundo, que não o da religião. Ele só acreditava na prova da eficácia e já não podia se satisfazer com o milagre. Quando se pensa de uma nova maneira, surge a necessidade de uma nova concepção de mundo. Essa racionalidade, nós a percebemos em Galileu e no seu gosto pela experiência e pela aplicação da matemática.

A tendência da tecnocracia é transferir a ‘comitês de especialistas’ problemas que são de todos os cidadãos: os transportes, a saúde, o ensino.

Para se fazer uma ciência do movimento, é preciso que já se tenha começado a medir o espaço e o tempo. Para nós isso parece simples, mas para que essa ciência se tenha tornado possível socialmente, foi preciso todo um trabalho prático de dois ou três séculos, em que os engenheiros e os comerciantes, com balanças... Fala-se sempre na balança de Galileu, mas a balança foi antes de mais nada um instrumento do comércio! Nicolau de Cusa, um teólogo, um místico do século XV, faz um elogio da balança e diz que Deus é um banqueiro. Na Idade Média, ninguém poderia usar essa imagem. Mas Nicolau de Cusa fez o elogio da medida e disse: “Deus mede tudo...”

Galileu só poderia ter feito sua ciência valendo-se de um novo conceito de tempo e de espaço, de uma nova concepção da racionalidade da natureza, de uma confiança estabelecida na experimentação. Vivia numa sociedade que havia elaborado uma noção de tempo mecânico, com o relógio, e que possuía uma nova concepção de espaço para a qual contribuíram muito os pintores renascentistas, com seus estudos sobre a perspectiva. O gênio de Galileu não foi ser único, ser exceção. Ao contrário, foi ter expressado a época. Não porque isso estivesse determinado — ele foi o que foi porque soube utilizar todos os elementos da época para reafirmar essa visão de um mundo novo, para fazer uma ciência eficaz, racional, matemática, mecanicista.

— *Como você definiria uma ciência mecanicista?*

— Ao passo que a ciência antiga era toda biológica, a ciência moderna é mecanicista: postula que a natureza é como uma máquina. E máquina, por definição, é o que se pode compreender. Ela é racional — se você é inteligente, pode descobrir seu mecanismo. Este foi um postulado formidável, um desafio. Dizer ‘a natureza é como uma máquina, vou desmontá-la com minha chave de fenda’ já é filosofia. Mas, para se chegar a isso, foram necessários séculos de trabalho de engenheiros e de ‘práticos’. Eu diria que houve muitos outros ‘Galileus’, quase tão grandes, logo antes e logo depois. Portanto, se vemos apenas Galileu — mesmo que com muita seriedade —, deixando de lado a sociedade, os outros, quando consideramos só os seus textos, onde vemos o que ele pensou sobre os fenômenos... perdemos muito! Os historiadores que trabalham assim são profissionais, mas quando venho ao Rio de Janeiro, a uma escola de engenharia, e vejo que só se discutem esses problemas, pergunto a mim mesmo: será que não há interesse em alargar a visão?

— *A concepção de história produzida por um historiador pressupõe justamente uma concepção de ciência. Qual é a sua concepção filosófica em relação à ciência?*

— Começamos pela minha concepção de história das ciências. Se eu pretendesse fazer a história política do Brasil com base apenas nos textos oficiais — a Constituição, as leis, mais nada —, vocês por certo protestariam, alegando que tais textos só têm sentido se vemos como foram escritos, se foram aplicados ou não, e assim por diante. Também no nosso caso, a história supõe uma concepção de ciência. Se temos uma concepção técnica, diremos que a ciência são os livros, os artigos científicos. Julgo, porém, que ela não é uma mera seqüência de textos: designa antes uma atividade. Se todos os cientistas — físicos, biólogos, químicos — morressem, ficando os seus livros, a ciência teria morrido. Se os biólogos moleculares desaparecessem, restando seus artigos, quem os lesse não poderia fazer biologia molecular, porque não teria a prática do laboratório. Os laboratórios são como a cozinha, é preciso ter ‘mão’, ter uma prática no sentido forte. A história da ciência é uma história global da atividade científica, não apenas do que está nos livros. A ciência é uma atividade que engaja os homens. Há o financiamento dos laboratórios, das universidades, há a história política por trás... tudo isso interessa à história da ciência. A visão técnica da história da ciência resulta de uma abordagem idealista, intelectualista, exclusivamente interessada nos seus resultados.

— *Até certo nível, há uma compreensão da história das ciências que não exige um conhecimento das relações sociais...*

— Disse expressamente que estava de acordo com isto ao falar dos historiadores profissionais muito sérios. Não sou contra a história ‘internalista’, mas considero-a insuficiente.

Um historiador ‘internalista’, ao encontrar referência a Platão num texto, tende a procurar em sua biblioteca a prateleira ‘Platão’. Isto é insuficiente, porque o significado pode ser o fato de que Galileu, mesmo sem ser platônico, aludia a Platão para justificar sua escolha diante de alternativas. Poderia ser uma utilização não filosófica ou científica, mas ideológica, de propaganda. Outro exemplo: por que Galileu começou seu maior livro de ciência com o elogio do Arsenal de Veneza? O historiador ‘internalista’ não se ocupa disso. Ele tende a ‘purificar’ a obra, conservando só o que é ‘científico’. Tende a fazer da ciência

cia uma religião, busca a purificação do saber científico. Numa passagem sobre Miguelângelo, Galileu diz, em resumo, o seguinte: “Eu, como cientista, interpreto a natureza, de certo modo, como um pintor.” Como o pintor, o cientista é alguém que olha e escolhe certos traços da natureza, para organizá-los de modo coerente. Os ‘internalistas’ tendem a ignorar este gênero de produto cultural. Mas friso que não é possível, mesmo nos *Discorsi*, extrair o que é ciência ‘pura’ e deixar o resto.

— *Quais são as suas idéias sobre a relação entre ciência e técnica?*

— Com os antigos, o saber residia basicamente nas bibliotecas. Com a ciência moderna e experimental, a ligação com a prática tornou-se completa, e há muitos setores em que a interação entre ciência e técnica é muito profunda. Frequentemente, não é a ciência que está na origem da técnica, mas o contrário. Há trabalhos que mostram que a Inglaterra foi tão forte nas ciências no século XIX exatamente porque, socialmente, havia uma intensa comunicação entre ambas. Era uma época em que os contramestres discutiam com os equivalentes dos nossos atuais ‘prêmios Nobel’. A interação entre ciência e técnica não era abstrata, ocorria no nível dos indivíduos, da pesquisa.

É preciso perceber que, frequentemente, o problema da relação entre ciência e técnica é falseado, porque insistimos — em todas as sociedades mais ou menos industrializadas — em pôr a ciência no alto. Como diria Augusto Comte, a ciência passa a ser o poder espiritual... Ela se converte, numa sociedade moderna, leiga e industrial, numa instância espiritual de pessoas que detêm o saber. Isto faz com que considerem a técnica uma mera aplicação da ciência, como aliás alguém reafirmou numa das mesas do seminário. Ora, isto é incorreto. A máquina a vapor, por exemplo, não resultou da aplicação de uma teoria.

Por desvalorizarmos a técnica em face da ciência, não consideramos os engenheiros, por exemplo, como cientistas, e eles próprios têm um sentimento de inferioridade. Por trás disto, há uma ideologia, num sentido muito preciso: a ciência é valorizada na sociedade moderna como uma instância absoluta, exatamente como Deus é visto pela Igreja. Assim como diziam os padres que queimavam herejes na Inquisição: “não sou eu, é Deus quem o quer”; assim nossos tecnocratas, ao tomarem decisões, dizem que não são eles os responsáveis, mas a ciência.

O problema maior não é a relação entre ciência e técnica, mas a hierarquização que faz da primeira uma instância suprema. E ela desempenha um papel não só na produção, mas no ensino e na cultura e até na ética. A eficácia da ciência (o fato de que a geladeira gele, o avião voe) permite a certo número de pessoas impor determinada visão de mundo que justifica o poder que elas detêm na tecnocracia, na cultura, na escola. Muitas crianças ignoram coisas importantes de história ou da cultura, mas todas são ensinadas a venerar a ciência. O que está por trás disto não é simplesmente a relação ciência/técnica, mas a relação ciência/cultura, ciência/poder. Isto é válido também no campo da moral. Hoje, há quem se baseie na ciência para saber se sua sexualidade é boa ou má, se sua agressividade ou sua religiosidade são adequadas — ela se tornou uma instância privilegiada.

— *Quais são então as responsabilidades sociais dos cientistas?*

— As responsabilidades dos cientistas não são diferentes das responsabilidades dos outros. Talvez precisamente porque os valorizamos demais, tendemos a supervalorizar suas responsabili-

dades. Mas um cientista que faz bombas para o exército não é diferente do fornecedor de botas ou do fabricante de tanques. É claro que, na prática, sobretudo por causa da notoriedade do cientista, a questão da sua responsabilidade emerge com mais frequência. Mas, de fato, ela é de todos. No caso da bomba atômica, os cientistas eram responsáveis, mas todos os outros também. Não se trata simplesmente de exigir responsabilidade dos cientistas, mas de reivindicar, para o conjunto da sociedade, a possibilidade de exercer um controle democrático sobre a ciência. Assim como se tem uma política social, deve-se ter uma política no campo do conhecimento. Não se trata de defender a possibilidade que tem o cientista de falar na qualidade de cidadão, mas de laicizar a ciência, não lhe atribuir uma vida à parte.

— *Mas não existiriam graus diferentes de responsabilidade? Fermi e Oppenheimer, por exemplo, em decorrência das posições que ocupavam, dos conhecimentos e informações que detinham, não teriam um grau maior de responsabilidade?*

— Estou de acordo. O cientista tem talvez um papel particular ao dizer ‘isto pode ser feito’, o ‘dinheiro deve ser aplicado nisso’. Sua perícia é necessária. Estive, durante um certo período, envolvido na alta administração da ciência na França e vi as pessoas atuarem, por exemplo, na ocasião em que se discutia a construção de um acelerador de partículas. Os cientistas adquiriram algum poder político. Alguns diziam: “Vocês precisam me dar dez bilhões de francos, é muito importante que eu construa essa máquina...”

Os cientistas têm responsabilidades porque conhecem as informações, o dossiê, mas não cabe a eles decidir além disso; aliás, o que pode ser dito para a ciência pode ser dito para qualquer outro setor. Em muitas outras áreas, evidentemente, são os especialistas que sabem, mas quando chega a hora de decidir, a coisa muda. Não cabe aos cientistas ir além do dossiê, que contém informações que devem ser disponíveis, de tal modo que a decisão final — em suma, a bomba atômica — pertença a todos.

— *Que diria sobre a crescente importância que a biologia vem adquirindo e sobre os riscos envolvidos nessa atividade?*

— Da física chegamos à biologia. Pergunto-me o que ocorrerá nos próximos séculos, quando sociólogos e psicólogos chegarem — talvez — a técnicas tão eficazes e precisas como as dos físicos e biólogos... É sempre o problema da ciência/técnica. Desde Galileu, físicos e químicos uniam ciência e técnica, as escolas de engenheiros formavam físicos e químicos. Já a biologia era, até há pouco, uma ciência natural, com seus caçadores de borboletas e classificadores. Agora, ligando-se à física e à química, tornou-se operatória. Processou-se uma espécie de revolução, com o advento de uma engenharia genética e uma engenharia biológica, que não existiam. Simplificando, pode-se dizer que a biologia apresenta duas frentes principais: as técnicas de reprodução (a genética, com todas as suas conseqüências) e a nova fisiologia, proveniente do estudo do cérebro, um domínio muito sensível no que diz respeito à possibilidade de manipulação de indivíduos. Das ligações da biologia com a física e a química, surgiram a biofísica, a bioquímica, a biologia molecular... e a biologia adquiriu uma posição de força. A engenharia biológica e a biotecnologia tornaram-se muito importantes, fazendo logo surgir questões de natureza ética.

Só mencionarei um caso: na França, criou-se um comitê nacional de ética, cuja função seria regulamentar a pesquisa, defi- ▶

O verdadeiro saber é aquele com que as pessoas são capazes de lidar, e não apenas contemplar. A divulgação científica é mesmo possível?

nindo até que ponto os biólogos têm o direito de experimentar com seres humanos. Pouco a pouco, de uma forma a meu ver ilegal, mas que o Conselho de Estado aceita, esse comitê adquiriu uma espécie de competência quase universal em matéria de moral, biologia e ética num sentido amplo. Passou a tratar de questões de princípio, que não se referiam diretamente à pesquisa. Por exemplo: é normal ou não a existência das 'mães de aluguel', e coisas assim. Ora, estas são questões sobre as quais todas as pessoas são competentes. Esbarramos de novo, aqui, naquilo de que falávamos há pouco: certamente são os médicos e os biólogos que conhecem o dossiê técnico, mas isto não lhes dá o direito de decidir sobre o que deve ser feito. É exatamente por serem muito competentes em coisas que podem ser bastante perigosas que os cientistas precisam ser controlados. O mesmo deve ocorrer com os militares. Eles podem ser muito competentes para fazer a guerra, saber quais as forças com que o país conta num determinado momento, avaliar se podem atacar, se conseguirão defender. Mas a decisão de fazer ou não a guerra tem que pertencer a todo o país.

A tendência da tecnocracia é transferir a 'especialistas', técnicos ou cientistas, problemas que são dos cidadãos: a organização dos transportes, da medicina, a concepção do ensino. Escolhas políticas são transformadas em questões a serem decididas por comitês de especialistas. Não digo que os tecnocratas sejam maus, nem que tomem sempre decisões erradas. Digo que é mau o sistema que lhes dá esse poder.

— *Você fez trabalhos recentes sobre a questão da fraude na atividade científica. Fale um pouco a respeito disso.*

— O verdadeiro problema é distinguir as verdadeiras fraudes das falsas. Atualmente, nos EUA, vêm-se surgir cada vez mais fraudes. Em certos casos, é preocupante. Fiz artigos para a *Recherche* sobre isto. Descobriram-se centenas de práticas duvidosas realizadas por médicos, certamente fraudulentas no sentido de que se baseavam em experiências que não tinham sido feitas.

Isto coloca o problema da filtragem: como essas pessoas puderam fazer belas carreiras universitárias, publicar artigos em grandes revistas internacionais, sem ninguém perceber nada? Isto é interessante, e fornece um argumento a mais contra o 'internalismo'. As revistas recebem artigos e os submetem a revisores especializados. É fácil demonstrar que o funcionamento epistemológico desses especialistas é sociologicamente condicionado de modo bastante estreito. Se você está ligado a um instituto ou universidade renomados, aceita-se o seu texto; se é professor de uma universidade sem importância, ele será recusado.

Nos Estados Unidos, essas questões têm sido debatidas e estudadas. Há pouco tempo, por exemplo, foi feita uma experiência em uma revista especializada em psicologia. Tomaram-se cerca de 13 artigos já publicados e considerados de boa qualidade; em seguida, modificou-se apenas a primeira linha de cada um,

solicitando-se nova publicação com autoria forjada, atribuída agora a obscuros professores de faculdades menores. Apenas um caso foi identificado como fraude. Todos os outros artigos foram recusados pela mesma revista em que já haviam sido publicados! Não há justificativa teórica para isto. Perguntados, numa pesquisa desenvolvida nos EUA, sobre o que achavam dessa prática, 60 ou 80 pesquisadores responderam, em geral, achar 'normal': "Recusar um desconhecido é normal — disse a ganhadora de um Prêmio Nobel — porque a ciência é uma questão de confiança: se eu o conheço e o considero honesto e você diz que fez tal experiência, eu acredito; mas se mora longe e me escreve sobre isso, e não o conheço, recuso o artigo." Os outros pensavam mais ou menos a mesma coisa.

Um outro tipo de fraude realça os riscos do 'internalismo'. Sabemos que a biologia molecular, no sentido amplo, liga-se cada vez mais à indústria. Pois bem, houve um escândalo nesse campo, nos EUA. O fato é que, muitas vezes, os artigos são submetidos a revisores que são também empregados de uma companhia industrial concorrente... e um consultor roubou as idéias do artigo que examinara!

Um aspecto ainda mais interessante é que há fraudes características e outras menos ostensivas. Nos EUA, um pesquisador alegou que os resultados publicados por outro tinham sido falsificados, e isso deu lugar a uma investigação. Foi apaixonante, porque gerou controvérsias sobre o que significa apresentar resultados científicos. Tratava-se de filogenética molecular, do estudo do ácido desoxirribonucléico (ADN), mas os dados estatísticos dependiam de uma interpretação. Segundo a técnica que se utilizasse para isto, chegava-se a resultados diferentes. Os pesquisadores críticos, que pediam os dados anteriores à interpretação e os conseguiram, consideraram que eles não eram compatíveis com as conclusões expressas no artigo. Os autores rebateram: "Isto é normal, os dados precisam ser interpretados." Em suma: sabemos que houve manipulação dos dados, mas não se os resultados apresentados são verdadeiros ou falsos.

Levantaria ainda uma questão final: por que as fraudes só aparecem nos EUA? Na França, jamais se fala disto; é de se supor que todos se calam. É interessante notar também que, quando há fraude, é quem denuncia que fica malvisto...

— *Já que estamos entre La Recherche e Ciência Hoje, gostaria de dizer alguma coisa sobre a questão da divulgação científica?*

— Faria, a este respeito, uma primeira pergunta: a divulgação científica é mesmo possível? Há quem acredite que ela promove o aprendizado da ciência. São como os 'internalistas' da história da ciência, que só consideram os textos e acreditam que, lendo-os, aprende-se tudo. O caso extremo é da pessoa não muito instruída, que compra um monte de revistas científicas e lê tudo, ficando convencida de que conhece a ciência. Afinal, pode-se aprender ciência pela mera leitura de textos? Já comentamos que ela não é feita de textos, é uma prática...

Outro problema é saber se a divulgação científica de fato forma as pessoas e cultiva o espírito crítico, como em geral se afirma. Ora, o que a experiência mostra é que se trata, em muitos casos, de uma literatura completamente mistificadora. Quanto mais sofisticado é um artigo, quanto mais abstrusa a questão que aborda, mais ele pode conter qualquer disparate... Um exemplo: quando *La Recherche* completou um ano, resolvemos fazer um 'primeiro de abril'. Preparamos então um artigo que envolvia a simetria da configuração assumida por certas estrelas e o nariz

de um animal inventado por um biólogo francês, para caçar dos evolucionistas, e que andaria sobre o próprio nariz. O texto tecia duas páginas de considerações sobre as tais estrelas e o tal animal, citando periódicos inexistentes. Sabem que muita gente levou a sério? Até um jornalista científico famoso, da televisão francesa, autor de livros de divulgação que vendem aos milhares, acreditara piamente em coisa tão inepta. Nunca mais repetimos a brincadeira: muita gente acredita em qualquer coisa dita numa revista científica. A questão é séria: nenhum absurdo parecerá mais espantoso do que a mecânica quântica!

No seu afã de ensinar a ciência, as obras ou revistas de divulgação vão ao encontro de pessoas incapazes de crítica. A revista *Science et vie* fez um artigo sobre 'o triângulo de Bouches-du-Rhône' (um Departamento da França), comparando-o ao famoso 'triângulo das Bermudas'. Dizia-se que o triângulo fora localizado nas proximidades de Marselha e mencionavam-se catástrofes ali ocorridas. Não só muita gente acreditou, como a revista recebeu inúmeras cartas confirmatórias. Um leitor dizia, por exemplo, que seu carro sofrera uma pane ao entrar na tal área... em suma: a revista recebeu confirmações experimentais da existência do tal triângulo! Isto mostra que é preciso refletir seriamente. O verdadeiro saber não seria aquele com que as pessoas são capazes de lidar? Se o público não sabe lidar com o saber ou criticá-lo, estamos exibindo uma espécie de 'vitrine da ciência' — um saber que pode ser apenas contemplado, não tocado.

O importante não é conhecer os últimos resultados de cada ramo da ciência, mas saber como ela funciona culturalmente.

— Mas você trabalha na *Recherche*, uma revista de divulgação. Que fazer para não incorrer nesse tipo de vulgarização?

— O verdadeiro problema seria distinguir níveis de vulgarização e estar consciente de que vulgarização não é ensino. Ler artigos sobre mecânica quântica não é o mesmo que aprendê-la numa formação profissional. Em segundo lugar, vulgarização é uma palavra que, pelo menos em francês, é pejorativa — significa tornar vulgar. A *Recherche* procura não vulgarizar nesse sentido, mas não deixa de ser uma revista de vulgarização: temos uma tiragem de cem mil exemplares. Não escapamos a esses problemas. Prova é que, quando fizemos uma brincadeira, as pessoas acreditaram — poderíamos, portanto, ser mistificadores.

É preciso também distinguir vulgarização científica e cultura científica. Esta última consiste no saber que se pode ter sobre a ciência. Não se trata de estar a par dos últimos resultados sobre a cosmologia relativista, desta ou daquela novidade — a cultura científica envolve antes de mais nada informações sobre o progresso, o avanço do conhecimento. Mas é muito mais.

Duas coisas são capitais no plano do conhecimento: primeiro, mostrar bem o significado do que se faz em ciência, o que em geral não ocorre. São comuns as manchetes garrafais para anunciar descobertas que, de fato, não mudaram grande coisa em determinado campo. O segundo ponto diz respeito às lacunas. Não se deveria divulgar só os triunfos da ciência, é capital mostrar também o que não se conhece. Tomemos por exemplo a teoria da evolução. A todo momento anunciam-se pequenos aperfeiçoamentos feitos nesse terreno, o que sugere às pessoas que já

existe um corpo completo de conhecimento, que recebe agora retoques finais. Ora, isto não é verdade, a teoria da evolução comporta enormes lacunas. É difícil mostrar isso, porque as revistas, os cientistas e mesmo os leitores querem progressos, passos decisivos. Mas o efeito da prática usual é desastroso: há pessoas que, após ler 20 artigos sobre a teoria da evolução, adquirem a respeito idéias claras e precisas, enquanto os verdadeiros cientistas permanecem cheios de dúvidas, às voltas com enormes lacunas. Não se contribui, portanto, para a formação do senso crítico. Um artigo importante talvez devesse ser acompanhado de um texto crítico, escrito por outros cientistas, com suas avaliações.

Quando proponho a crítica, não se trata de diminuir os cientistas. Trata-se da mesma crítica que deve fazer parte da história da ciência. Einstein, Darwin, Pasteur ou Galileu foram bons cientistas, mas pode-se mostrar que seu discurso, suas provas, são menos cabais do que geralmente se diz. Isto deve chegar ao público e é importante por muitos motivos. Um deles: quando houver fraudes, teremos um público adulto, em lugar de um público que acredita piamente nos cientistas e que se escandaliza quando alguma coisa não funciona direito.

Gostaria ainda de assinalar que existe uma contradição permanente na divulgação científica. Para o pesquisador, os problemas se apresentam complicados; quando o assunto é ensinado nas faculdades, começa-se a simplificar; na escola secundária, simplifica-se mais; por fim, na escola primária ou na vulgarização, tudo fica ainda mais simples. A ciência é complicada. Querendo 'facilitar', a vulgarização simplifica e dogmatiza. Deve-se falar sobre isso com o leitor.

Finalmente, creio que se deve fazer um esforço para mostrar o saber de modo crítico. Deve-se apresentar uma imagem realista do que é a instituição científica. Mostrar as pressões a que os pesquisadores estão sujeitos, mostrar a cultura política da ciência, como ela é financiada, como é seu organograma administrativo. Deve-se saber que o progresso em dada área resulta não só de pressões sociais, mas de dotações orçamentárias. Na divulgação, portanto, o essencial não é só revelar os últimos detalhes técnicos, as descobertas, os resultados, mas mostrar o significado dos resultados e a forma como é produzida a ciência: o funcionamento da instituição científica, as academias, os revisores, as dificuldades do jovem cientista, o financiamento, as diversas interpretações existentes etc. É disto que depende o que chamo de a verdadeira cultura do cidadão. É isto que tornará possível o controle coletivo e democrático da ciência. Não se trata, portanto, de conhecer toda a ciência, mas de saber como ela funciona culturalmente.

É isto que buscamos fazer na *Recherche*, e vi que vocês tentam fazer também. Mas há muito o que inventar... e as armadilhas são inúmeras. Para os problemas importantes do homem, não há solução técnica neutra: os problemas são sempre mais complicados do que o modelo científico. A saída talvez consista em visar não a objetividade, a neutralidade, mas em fazer várias pessoas, com pontos de vista variados, falarem sobre um assunto. Aí o leitor pode formar um juízo. O verdadeiro problema por trás disso tudo é o de transformar o leitor passivo — na divulgação tradicional, o leitor é passivo, as descobertas chegam até ele, mas ele não pode sequer avaliá-las —, levando-o a exercer seu espírito crítico. Isso é muito importante, precisamente porque a ciência está no coração do sistema. Se ensinarmos às pessoas a respeitar demais a ciência, estaremos minando sua possibilidade de criticar a tecnocracia. ■



Dicionário enciclopédico de astronomia e astronáutica, de Ronaldo Rogério de Freitas Mourão. Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira/CNPq, 1987, 913 p.

SEM DISSE-QUE-ME-DISSE

Ariano Suassuna começou uma conferência confessando-se gago. E, bem-humorado, emendou afirmando que, depois disso, ninguém poderia criticar a gagueira do conferencista, pois ele fora o primeiro a fazê-lo! O prefácio de Antonio Houaiss ao *Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica* de Ronaldo Rogério de Freitas Mourão faz lembrar a prolepse de Suassuna. No fecho de um prefácio laudatório, diz ele: “Nossa sociedade é patológica: pois assiste a um evento como este e buscará, por formas sutis despectivas, diminuí-lo no disse-que-me-disse do boato boquirroto mas à socapa.” Não sei a quem é dirigida a acusação, mas certamente não à comunidade astronômica brasileira, que reúne mais de uma centena de cientistas merecedores de todo o respeito por terem conseguido, não sem enorme esforço, sair do zero e, em apenas duas décadas, chegar a condições de diálogo pleno com a comunidade científica internacional. De resto, não nos cabe mudar as dimensões do evento: nem diminuí-lo, nem fazer o que fez o professor Houaiss e alçar ao nível de obra-prima o que não o é.

A primeira impressão é positiva: o tipo de dicionário organizado por Mourão é dos mais agradáveis que se poderia idealizar, e compila informações nem sempre facilmente localizáveis. A maior parte de seu conteúdo classifica-se em dois grandes capítulos. O capítulo maior é o cosmográfico, que percorre exaustivamente galáxias e estrelas brilhantes, cometas e asteróides, meteoritos e correntes meteóricas, planetas e satélites e, destes últimos, seus acidentes geográficos. É seguramente a melhor parte e corresponde a cerca de metade do total de verbetes. É também contemplado de mo-

do especial na introdução, onde são explicadas as regras que regem a nomenclatura dos objetos celestes.

Outro grande capítulo é o das biografias, que preenche uma lacuna das enciclopédias brasileiras, que só abrem espaço aos cientistas mais reverenciados. Decerto a inclusão de nomes de astrônomos da atualidade trouxe como conseqüência o erro. Alguns dos biografados pouco contribuíram para o desenvolvimento da astronomia enquanto diversos astrônomos responsáveis por avanços significativos da ciência moderna foram omitidos. As omissões mais graves neste capítulo referem-se porém aos biografados brasileiros. Nenhum dos responsáveis pela existência no Brasil, hoje, de uma pujante astronomia foi biografado. Absolutamente nenhum. E a ausência de nomes como os de Abrahão de Moraes e Luiz Muniz Barreto num repertório dessa natureza é inconcebível e não pode ser justificada. O resto do material contido no *Dicionário* é de natureza mais geral. São verbetes conceituais que cobrem a astronomia, a astronáutica e ciências afins, escolhidos de maneira criteriosa, ainda que se possa lamentar a pequena abrangência daqueles relacionados à astronomia e à astrofísica modernas.

E eu teria o maior prazer em continuar a desfiar elogios ao dicionário. Mas não posso deixar sem registro a decepção pela falta de cuidado que a leitura minuciosa dos verbetes revela. Raro é o assunto onde nenhum erro é encontrado. Não me refiro aqui a erros menores, que são inúmeros: o valor da constante de Hubble é 56,9 km/s.Mpc à página 193 e 50 km/s.Mpc à página 461; a astrônoma Kazimirchak-Polonskaya é russa à página 430 e polonesa à página 873; à página 875, uma descoberta é atribuída ao astrônomo PLS, no Observatório Palomar-Leiden, quando PLS é apenas a sigla de “Palomar-Leiden Survey”, um programa conjunto dos observatórios Palomar e Leiden; várias fórmulas foram impressas com erros, como a das constantes de Oort (página 193) ou a do desvio de Einstein (página 233); muitos diagramas são incompreensíveis por não serem indicadas as grandezas representadas por seus eixos. Os erros a que me refiro são os conceituais. Alguns são espantosos. Melhor que contentá-los é transcrever alguns conceitos ensinados nos ciclos básicos, esperando assim evitar que se confunda esta resenha com alguma “forma sutil despectiva”:

Aceleração — “... razão de variação da velocidade no quadrado da unidade de tempo...” (p. 5)

Aceleração Transversa — “Força inicial produzida por uma aceleração atuando através do corpo, perpendicular ao eixo longitudinal do corpo, como numa direção do peito para as costas.” (p. 6)

Força de Coriolis — “Força de atrito (grifo nosso) que desvia o movimento dos corpos situados sobre uma superfície em rotação.” (p. 309)

Inércia — “Força produzida pela reação de um corpo a uma força de aceleração, igual em magnitude e em direção oposta a ela.” (p. 405)

Logarítmico — “... que cresce por múltiplos de dez. É o oposto de linear...” (p. 477)

Molécula — “Um conjunto de átomos unidos que exibem as mesmas propriedades químicas.” (p. 542)

Número de Avogadro — “... se define como o número de átomos contidos em 12 gramas de isótopo e 12 de carbono.” (*sic*; p. 542)

Não podemos tampouco deixar de mencionar alguns dos erros mais flagrantes encontrados nos verbetes de astronomia: *Anomalia excêntrica* (as três definições dadas estão erradas); *Estrela de nêutrons* (“estrela que se colapsou ao suportar uma degenerada pressão de nêutrons” — *sic!*); *Estrela prematura* e *Estrela pós-matura* (traduções inadmissíveis do inglês *early-type star* e *late-type star*); *Estrela de primeiro tipo* e *de segundo tipo* (traduções para os termos acima não usadas pelos astrônomos); *Grupo de Thule* (esse grupo não existe — o asteróide Thule é o único conhecido em sua classe — e a razão de comensurabilidade de seu período com o de Júpiter não é 4/5 mas 3/4); *Supernova remanescente* (tradução errada do inglês *supernova remnants*, restos de supernova).

Não cabe prolongar este glossário. Apenas lamentar que uma excelente idéia e um volume de trabalho certamente muito grande tenham ficado seriamente prejudicados. Tivesse o autor se socorrido do auxílio de especialistas nos vários ramos da astronomia — e eles existem no Brasil — certamente o resultado teria sido uma obra de primeira grandeza da literatura especializada do país.

Sylvio Ferraz Mello

Instituto Astronômico e Geofísico,
Universidade de São Paulo



O fim da crise de identidade.

O CHEQUE-
do BANCO
trans-
recebe
credibili-

quem realmente se destaca possui o Cheque-Ouro.

Mas, e você, que é filho dessa pessoa? Você também é muito especial, merece a mesma confiança e o mesmo tra-

OURO
DO BRASIL
mite a quem o
toda confiança e
dade. Isso porque só

quem realmente se destaca possui o Cheque-Ouro.

tamento. Mas não é isso o que acontece. Aqueles olhares desconfiados, ter que mostrar a carteira de identidade, esperar um telefonema sempre que paga com cheque, tudo isso é muito chato.

O BANCO DO BRASIL tem uma novidade para você que ainda não tem Cheque-Ouro: o CHEQUE-OURO FAMÍLIA.

Basta seu pai indicar você para o ge-

rente, e pronto. Seu cheque vai ser aceito na mesma hora, e você vai poder sacar dinheiro a qualquer hora do dia ou da noite através do Caixa-Ouro. Vai ser o fim da crise de identidade.

CHEQUE-OURO. Reflete quem você é.



BANCO DO BRASIL

SEMENTES MELHORADAS PARA O PEQUENO AGRICULTOR



fotos The Image Bank



Os pequenos agricultores são responsáveis, no Brasil, pela maior parte da produção de alimentos básicos. São eles, no entanto, que menos utilizam as sementes melhoradas, importante elo de ligação entre a pesquisa científica e o setor primário. As iniciativas oficiais voltadas para superar o problema são inconsistentes.

Walter Rodrigues da Silva, Júlio Marcos Filho e Silvio Moure Cicero
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo

A qualidade e a quantidade da produção agrícola dependem diretamente das sementes utilizadas. Por esse motivo, antecedendo a implantação de programas de produção de sementes, realizam-se no mundo inteiro pesquisas que visam ao seu melhoramento genético. Os caminhos variam conforme as situações, assim como variam os resultados obtidos. De um modo geral, à criação de um novo cultivar segue-se um programa de multiplicação de sementes, com o objetivo explícito de levar ao agricultor o genótipo (patrimônio genético) obtido pelo melhorista — isto é, o especialista em melhoramento genético —, permitindo controle de qualidade pelo menos parcial nas áreas assim cultivadas.

A produção brasileira de sementes é organizada de acordo com as possibilidades de cada estado e tem por base requisitos mínimos de qualidade estipulados pelo Ministério da Agricultura. Dois sistemas de produção coexistem: o de certificação e o de fiscalização. A principal diferença entre eles diz respeito ao controle de gerações: enquanto o primeiro prevê um número limitado de multiplicações das sementes, o segundo permite que elas sejam infinitamente multiplicadas, desde que atinjam os padrões mínimos de qualidade exigidos.

Analisando dados desta década, mostrados na tabela, verificamos que, no Brasil, há três estratos distintos para as taxas de utilização de sementes melhoradas. Culturas que empregam tecnologia avançada, como a soja e o trigo, atingem índices próximos a 100%, ou seja, praticamente só utilizam sementes melhoradas. Percentuais intermediários ocorrem em espécies cultivadas com tecnologias muito desiguais, como o algodão, o milho e o arroz. Finalmente, os índices mais baixos de uso de sementes geneticamente melhoradas referem-se aos produtos de subsistência, como o feijão. Neste caso, há significativa utilização de sementes próprias, que são aquelas produzidas pelo próprio agricultor.

Nas culturas que dependem basicamente do pequeno agricultor — considerado aqui como aquele que explora uma empresa preferencialmente familiar e auferir rendimentos não superiores a um salário mínimo por mês por pessoa envolvida na produção — há uma tendência à redução da taxa de consumo de sementes melhoradas. O feijão é um exemplo bem característico. E, se admitirmos a relação direta entre produtividade e qualidade das sementes, estará parcialmente explicado o baixo rendimento das culturas de subsistência praticadas pelos pequenos produtores rurais.

Diante deste fato, duas afirmações podem ser feitas. A primeira: os resultados dos trabalhos de melhoramento genético de plantas cultivadas têm chegado precariamente ao pequeno agricultor. A segunda: a qualidade da semente própria que ele utiliza — quando considerada em seus aspectos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários — pode ser uma das causas da baixa produtividade de seu empreendimento.

Cabe, então, identificar as razões do baixo uso de sementes melhoradas nas áreas de agricultura de subsistência. A primeira é a pouca disponibilidade dos recursos financeiros exigidos para a adoção dessa tecnologia. Descapitalizado, o pequeno agricultor encontra dificuldades para alterar sua posição de inferioridade na captação de empréstimos bancários. Os altos juros e a exigência de garantias físicas são agravados pela burocracia e pela desinformação, criando-se assim empecilhos para o aprimoramento técnico. Paralelamente, o alto risco inerente à atividade agrícola, associado a uma política de preços mínimos nem sempre compensadora, reforça no pequeno produtor a idéia de obter de sua atividade apenas a subsistência familiar, com a comercialização eventual da parte da produção que exceda as suas necessidades. Isso reforça a resistência às inovações.

Outro fator negativo para o uso de sementes melhoradas é a localização da pequena propriedade rural, geralmente em áreas marginais e de pouco interesse para os empreendimentos intensivos. Quando introduzidos na pequena propriedade tradicional sem alteração de várias condições ali vigentes, os cultivares obtidos nos trabalhos de melhoramento nem sempre apresentam rendimento superior ao das sementes próprias. Geralmente esses cultivares só alcançam seus tetos máximos em locais onde há estabilidade nas condições de produção. As sementes melhoradas não conservam seu potencial nas condições oferecidas pelo pequeno agricultor.

Por outro lado, as instituições de pesquisa, pressionadas a mostrar resultados aos órgãos financiadores, tendem a precipitar o lançamento de seus produtos, desconsiderando o atendimento ao agricultor como objetivo final de seu trabalho. O lançamento prematuro de novos cultivares, antecedendo à disponibilidade das sementes no mercado, reduz o interesse que elas poderiam despertar: chegada a ocasião da plena oferta das sementes, a procura será pequena. A falta de divulgação das particularidades no manejo dos cultivares, por sua vez, tende a provocar insucessos e desapontamentos.

Mais do que isso: os cuidados especiais que o pequeno agricultor dispensa à semente própria — peneiração, catação manual — garantem que ela chegue a apresentar um comportamento razoável. Em contrapartida, falhas funcionais nos programas de sementes melhoradas podem acarretar a obtenção de lotes desiguais, alguns dos quais com desempenho sofrível, o que compromete a imagem do sistema como um todo. O pequeno agricultor fica então com a impressão de que a semente própria supera a melhorada.

Apesar das constantes tentativas de aprimoramento, os sistemas de produção de sementes ainda se acham demasiadamente vinculados a padrões de qualidade adotados em outros países, muitas vezes com exigências inadequadas à nossa realidade agrícola. Desta forma, ocorre muitas vezes um aumento desnecessário de preços, o que por si só dificulta a penetração do insumo em uma economia descapitalizada, como a do pequeno agricultor.

O atrelamento do crédito bancário de custeio ao emprego de sementes melhoradas deixou de existir em 1982, com a implantação das instruções contidas na circular nº 706 do Banco Central. A indústria de sementes, até então acostumada a receber um agricultor virtualmente forçado a adquirir seu produto, viu-se subitamente lançada em um mercado regido por leis que incluem a necessidade de motivar o comprador e convencê-lo de que o uso de seu insumo é compensador. Tratando-se de um setor sem tradição de propaganda, agravaram-se as dificuldades de penetração da semente melhorada no esquema produtivo do pequeno agricultor.

Falhas, ainda que eventuais, na fiscalização do comércio têm permitido que lotes inadequados sejam comercializados com o aval do Sistema de Produção de Sementes, fazendo surgir o descrédito como resultado inevitável. Paralelamente, a falta de planejamento global na localização geográfica dos produtores de sementes tem elevado os custos de transporte e, ainda mais, causado sérios descompassos na distribuição: em regiões afastadas dos grandes centros, muitas vezes faltam sementes na época do plantio. Finalmente, embalagens contendo quantidades excessivamente grandes para as necessidades do pequeno agricultor são também responsáveis pelo seu desinteresse em experimentar um novo produto. Mais grave ainda é que, para contornar o problema, o comerciante é tentado a incorrer na prática da violação das embalagens para vender a varejo. ▶

Como enfrentar e superar todas essas dificuldades? As iniciativas oficiais voltadas para o incremento do uso de sementes melhoradas são esparsas e costumam combinar, paradoxalmente, metas arrojadas demais e caráter imediatista. Desperdiçam recursos e, na maior parte dos casos, não atingem os objetivos.

A solução não admite medidas simplistas e necessita da participação de todos os setores envolvidos na produção e consumo de sementes, a partir dos que trabalham com melhoramento genético. Ao trabalho de criação de cultivares devem ser progressivamente incorporadas premissas mínimas, como a estabilidade nas condições de produção da pequena propriedade, o respeito às preferências do produtor e o diagnóstico minucioso de suas condições ambientais e tecnológicas. A idéia de incluir-se o agricultor nas atividades finais de seleção de materiais segregantes pode promover a aproximação dos interessados (criador e usuário das sementes).

O lançamento dos cultivares, muito mais do que uma oportunidade de afirmação institucional, precisa ser entendido como evento mercadológico, exigindo, ao invés de precipitação, uma conduta prudente, para não frustrar no agricultor a expectativa de acesso a um novo produto. Dentro dessa linha de raciocínio, algumas instituições têm distribuído, entre os lavradores, em larga escala, pequenas amostras para teste no mesmo momento em que elas recebem os primeiros lotes de sementes básicas para venda aos produtores de sementes. O lavrador testa o produto e, diante de um resultado positivo, poderá encontrá-lo disponível no comércio já na safra seguinte. Se o teste for realizado com organização, poderá servir como fonte de dados e avaliação para a instituição de pesquisa.

O Sistema de Produção de Sementes também precisa ser repensado, levando-se em conta as várias regiões e as várias espécies envolvidas. Isso significa afirmar que, embora um local possa estar apto a assimilar um esquema de multiplicação de sementes organizado em classes e com controle de qualidade, é possível que algumas espécies não respondam favoravelmente a esse tipo de ordenação, em decorrência de seu estágio tecnológico de exploração.

No caso específico do pequeno agricultor, não se pode esperar uma adesão marcante, a curto ou médio prazo, ao emprego de sementes melhoradas. Enquanto elas continuarem encarecendo, a realidade permanecerá inalterada. Por isso, devem ser criadas opções para que as conquistas do

Taxa (%) de uso de sementes melhoradas com relação à necessidade real

Espécie	1979	1981	1982	1983	1984
Soja	88,1	93,6	98,0	100,0	64,5
Trigo	96,6	99,9	99,9	100,0	100,0
Algodão	62,7	65,9	57,8	83,7	61,6
Arroz	39,3	71,9	80,0	75,8	43,3
Milho	52,0	48,3	58,7	75,4	41,8
Feijão	6,5	7,2	9,3	16,1	3,8

Fonte: Coordenadoria de Sementes e Mudas do Ministério da Agricultura (Abrasem, 1985)

melhoramento genético cheguem a ele, mesmo paulatinamente. Entre essas alternativas, merecem ser lembradas:

- o estímulo ao cooperativismo na produção de sementes, já implantado com sucesso na região Sul do país, que pode significar a possibilidade de permuta do trabalho por material de semente;

- em regiões de amplo desamparo estrutural, o desenvolvimento de técnicas específicas (catação manual, métodos de produção e conservação, técnicas simples de avaliação de qualidade) visando a aprimorar a semente própria. Se não promove a alteração genética no material plantado, esta iniciativa leva ao agricultor, pelo menos, a mensagem de que as sementes merecem cuidados especiais;

- a criação de programas intermediários que embasem a renovação, ainda que perióda, das sementes utilizadas. Eles contribuem decisivamente para fazer chegar ao campo o resultado obtido geneticamente pelas instituições de pesquisa;

- o estabelecimento de mecanismos de comercialização que não envolvam desembolso monetário explícito (troca de sementes por grãos para consumo, por exemplo), que já foram experimentados com sucesso e devem ser implementados com maior frequência. São uma forma de fazer chegar o produto ao usuário, dentro de suas possibilidades de aquisição e sem paternalismo;

- a manutenção de campos de demonstração, uma prática que esclarece e conduz o agricultor a optar por tecnologias com que ainda não está familiarizado.

O incentivo à produção de sementes próprias, mesmo quando apoiado em pesquisas específicas, requer cautela e exige análise detalhada de prós e contras. São visíveis as vantagens relativas à redução dos custos de transporte, à menor disseminação de problemas (pragas, patógenos, ervas daninhas) entre regiões, à elevação da qualidade das sementes de uma clientela não atingida pelo sistema atual e à abertura de um novo mercado de sementes. Paralelamente são detectáveis as desvantagens

relacionadas à transferência, ao agricultor, de uma incumbência que não lhe compete; à produção em pequena escala, com decorrente elevação de custos; à exigência de uma assistência técnica particularizada; inédita no país; e à necessidade de criação de uma infra-estrutura específica na pequena propriedade agrícola (por exemplo, equipamentos para beneficiamento).

A análise dos meios de difusão de tecnologia consagra a semente como o veículo mais eficaz na ligação entre a pesquisa e o agricultor. Sua natureza já é a tecnologia acabada. Assim, discutir as possibilidades de elevação da eficiência desse processo de transferência é uma estratégia de ação que não pode ser deixada em segundo plano, sob pena de comprometimento da filosofia que sustenta a pesquisa agropecuária.

Considerando-se a multiplicidade de situações existentes no país, cada caso requer estudo isolado, o que torna as medidas genéricas desaconselháveis. Desta forma, a propalada solução calcada na produção de sementes no nível do pequeno agricultor deve ser avaliada com cuidado, principalmente nos estados brasileiros mais desenvolvidos e bem aparelhados. Ali, o Estado não pode eximir-se da obrigação de, antes de atuar como uma empresa produtora de sementes, competitiva no mercado, resguardar a sua posição supletiva e de amparo aos menos assistidos. Afinal, quando os governos transferem deveres, com o objetivo de manter uma postura meramente comercial, estão incorrendo em omissão.

Há regiões onde os poderes públicos se encontram incapacitados para assimilar os encargos totais da produção de sementes destinadas ao pequeno agricultor. Nelas, a assistência à produção da semente própria é uma solução intermediária. Ainda que não seja ideal, esta solução pode ter resultados compensadores, aumentando a produtividade desses lavradores que, historicamente, têm sido os responsáveis pela produção da maior parte dos alimentos consumidos pela população do país.

144

milhões.

A Dataprev emite por ano 144 milhões de cupons, para os segurados da Previdência Social.

**Dataprev.
A mais avançada
tecnologia
a serviço
de milhões.**

12

milhões.

Com a emissão desses cupons, a Dataprev beneficia, diretamente, 12 milhões de pessoas.

12

milhões.

A Dataprev controla 12 milhões de autorizações de internações hospitalares.

A Dataprev comprova, em números, que milhões de brasileiros estão sendo beneficiados pelos seus serviços, altamente informatizados. Dataprev. Uma empresa moderna, ágil, que põe a informática a serviço de todos os segurados da Previdência Social.

5

milhões.

A Dataprev agiliza, para a Previdência Social, o recolhimento de 5 milhões de contribuintes individuais.

15

milhão.

Através dos serviços da Dataprev, a Previdência Social recolhe as contribuições de 1 milhão e 500 mil empresas.



DATAPREV

EMPRESA DE PROCESSAMENTO DE DADOS
DA PREVIDÊNCIA SOCIAL.

MPAS – MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA E ASSISTÊNCIA SOCIAL.

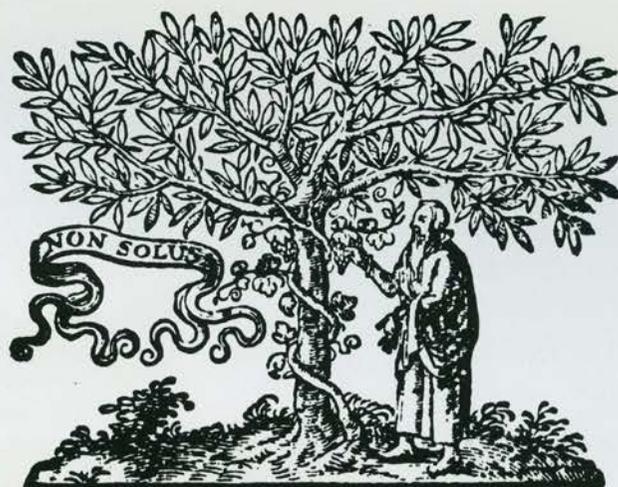
Governo Federal: Tudo Pelo Social

DISCORSI
E
DIMOSTRAZIONI
MATEMATICHE,
intorno à due nuoue scienze

Attenenti alla
MECANICA & i MOVIMENTI LOCALI,
del Signor

GALILEO GALILEI LINCEO,
Filosofo e Matematico primario del Serenissimo
Grand Duca di Toscana.

Con vna Appendice del centro di grauità d'alcuni Solidi.



IN LEIDA,
Appresso gli Elsevirii. M. D. C. XXXVIII.

GALILEU

E OS EFEITOS DO TAMANHO

Fernando Lobo Carneiro

Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia (Coppe), Universidade Federal do Rio de Janeiro

“Quem não vê que um cavalo que cai de uma altura de três ou quatro côvados quebra os ossos, ao passo que um cão que cai da mesma altura e um gato que cai de uma altura de oito ou dez côvados não sofrem mal algum? Quem não vê que as crianças saem ilesas das quedas, ao passo que os mais velhos quebram as pernas e a cabeça? Do mesmo modo que os animais menores são proporcionalmente mais fortes e vigorosos que os maiores, também as plantas pequenas se sustentam melhor (...) Um carvalho de 200 côvados de altura não poderia sustentar seus ramos estendidos, como o faz um de média grandeza (...) A natureza não poderia produzir um cavalo equivalente em grandeza a 20 cavalos, nem um gigante dez vezes mais alto que um homem, a não ser milagrosamente e alterando muito as proporções dos ossos, que deveriam ser simetricamente muito maiores (...) Assim, acredito que um pequeno cão seria capaz de carregar dois iguais a ele, mas não penso que um cavalo poderia carregar nem mesmo um outro igual.”

Galileu abordou com grande clareza os problemas relacionados com a semelhança física. São bem conhecidos seus estudos sobre a capacidade de corpos sólidos, geometricamente semelhantes, resistirem a cargas adicionais, além de seu próprio peso. Muito antes dele, é certo, utilizavam-se modelos reduzidos em certas atividades técnicas, especialmente na construção de máquinas e edificações. Mas a ausência de uma teoria da semelhança física fazia com que essas tentativas dessem lugar a freqüentes fracassos e frustrações. No século I a.C., o arquiteto romano Vitruvius foi levado à seguinte conclusão: “Há algumas coisas que, quando aumentadas, imitando modelos pequenos, são efetivas; outras não podem ter modelos.” Foi a Galileu que coube a primazia de acrescentar, às condições da semelhança geométrica, outras igualmente necessárias, hoje conhecidas como condições de semelhança física. São estas últi-

mas que tornam efetivamente possível deduzir o comportamento dos protótipos a partir do comportamento dos modelos.

O físico e matemático francês Joseph Fourier (1768-1830), em sua *Teoria analítica do calor*, e o cientista soviético contemporâneo Leonid Sedov, em sua obra *Semelhança e dimensões em mecânica*, definem que dois processos são semelhantes quando das características de um deles podem-se deduzir as características do outro por um simples cálculo, análogo ao de uma mudança de sistema de unidades de medida. Para efetuar-lo, é preciso conhecer os ‘fatores de escala’. As condições de semelhança física estabelecem, entre esses fatores, relações que devem ser obedecidas. Modernamente, essas condições de semelhança física são expressas através da igualdade, no modelo e no protótipo, de parâmetros adimensionais formados por produtos de potências dos parâmetros originais do problema e conhecidos como ‘números π ’.

O exemplo do pêndulo é clássico na obra de Galileu. Na ‘Giornata prima’ dos *Discorsi intorno a Due Nueve Scienze*, Salviati — criptônimo do próprio Galileu — e seu discípulo Sagredo travam um diálogo que seria por si só suficiente para garantir a Galileu a posição de pioneiro da teoria da semelhança física e dos modelos:

“Salviati: (...) Quanto à proporção entre os tempos de oscilação de móveis suspensos por fios de diferentes comprimentos, esses tempos estão entre si na mesma proporção que as raízes quadradas dos comprimentos desses fios, o que quer dizer que os comprimentos estão entre si como os quadrados dos tempos (...); do que se segue que os comprimentos dos fios estão entre si na proporção inversa dos quadrados dos números de oscilações ocorridas no mesmo tempo.

“Sagredo: Se bem entendi, poderia portanto conhecer rapidamente o comprimento de uma corda pendente de qualquer

altura, ainda que o ponto a que estivesse atada fosse invisível, só se podendo ver sua extremidade inferior. Com efeito, se amarrar à parte inferior dessa corda um peso bastante grande, a que comunico um movimento de vaivém, e se um amigo conta o número de suas oscilações enquanto conto também as oscilações de outro móvel, atado a uma corda com o comprimento exato de um côvado, a partir dos números de oscilações desses pêndulos, efetuadas ao mesmo tempo, encontro o comprimento da corda. Suponhamos, por exemplo, que, no tempo em que o amigo tenha contado 20 oscilações da corda comprida, eu tenha contado 240 da minha... Direi que a corda comprida contém 57.600 unidades das quais a curta contém 400... Direi que aquela corda tem 144 côvados de comprimento.

Salviati: O senhor não teria errado nem mesmo de um palmo, sobretudo se tomasse um grande número de oscilações."

O pêndulo constituído pela corda comprida, com um corpo amarrado à sua extremidade inferior, é o 'protótipo', do qual o pequeno pêndulo é o 'modelo reduzido'. A lei descoberta por Galileu, segundo a qual, no caso das oscilações de pêndulos, a escala do tempo é igual à raiz quadrada da escala geométrica, permite deduzir parâmetros do protótipo a partir de observações feitas com base no desempenho do modelo. Assim, conhecendo-se a escala do tempo graças à comparação dos períodos de oscilação do modelo e do protótipo, pode-se deduzir o comprimento deste último com base apenas no conhecimento do comprimento do primeiro. No exemplo dado por Salviati, seria muito difícil determinar diretamente o comprimento do pêndulo-protótipo, pois a extremidade superior da corda está fixada a uma altura tão grande que pode até ser invisível, como no alto de uma torre. O uso do modelo em escala reduzida permite a determinação indireta desse comprimento, e é exatamente essa a 'filosofia' do emprego de modelos reduzidos nas pesquisas experimentais (ver 'As leis do pêndulo').

No exemplo dado por Galileu, a 'escala do tempo' é determinada diretamente: é igual ao inverso de 240/20 e, portanto, 1:12. A escala geométrica, igual ao quadrado da escala do tempo, será 1:144, e o pêndulo-protótipo terá comprimento igual a 144 vezes o do pêndulo-modelo. Neste caso a condição de semelhança física corresponde à lei de Galileu, segundo a qual o período de oscilação T de um pêndulo é proporcional à raiz quadrada do seu comprimento: $T \propto \sqrt{L}$.

Hoje se sabe que esse período depende também da aceleração da gravidade (g), sendo proporcional ao inverso de \sqrt{g} : $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$.

A recomendação de que o peso atado à extremidade inferior da corda seja bastante grande — *un assai grave peso* — tem por base as considerações feitas por Galileu sobre a resistência oposta pelo meio, que ele admite ser tanto maior quanto maior a superfície do corpo, sendo que o peso deste é proporcional ao volume. Quando se tomam dois corpos geometricamente semelhantes e da mesma substância, a resistência oposta pelo meio a um movimento é, proporcionalmente à massa, muito maior no corpo menor. Para reduzir a perturbação assim causada, convém, Galileu recomenda, "escolher as matérias e as formas menos sujeitas às resistências do meio, como os corpos muito pesados e redondos".

A clareza com que tratou da questão da semelhança física fica mais uma vez patente quando, pela boca de Salviati, Galileu afirma: "Saiba agora, Sr. Simplicio, que não se pode diminuir a superfície na mesma

proporção que o peso, mantendo a semelhança das formas." Ou, numa generalização dessas palavras, a simples semelhança geométrica não assegura a semelhança física.

Tendo analisado na 'Giornata prima' o problema da resistência oposta pelo meio, Galileu volta ao assunto na 'Giornata quarta'. Ali, começa por avaliar a influência da perda de peso calculada pelo princípio de Arquimedes, a qual só é sensível quando a densidade do meio é grande, comparada à do corpo.

É Galileu quem diz: "Mas, como o mesmo meio pode reduzir acentuadamente a velocidade de móveis diferentes somente em tamanho, embora sejam da mesma matéria e da mesma forma, isto exige para sua explicação um raciocínio mais agudo que aquele que é suficiente para entender como uma superfície maior, ou o movimento contrário do meio contra o móvel, retarda a velocidade do corpo... Atribuo a

AS LEIS DO PÊNDULO

Uma contribuição fundamental de Galileu foi a descoberta das leis do pêndulo: o isocronismo aproximado das pequenas oscilações — que Christian Huygens (1629-1695) demonstraria mais tarde não ser válido para as grandes — e o fato de que os períodos de oscilação independem da matéria e do peso, sendo proporcionais às raízes quadradas dos comprimentos.

Galileu chegou a essas leis pela via da experimentação e, embora tenha tentado demonstrá-las teoricamente, nunca chegou a fazê-lo, dadas as insuficiências da matemática do seu tempo. A partir das leis de descida dos móveis ao longo de planos inclinados, tudo o que conseguiu foi demonstrar a igualdade dos tempos de descida ao longo de cordas que ligam o ponto mais baixo a qualquer ponto de um círculo com centro no ponto de suspensão do pêndulo e raio igual ao seu comprimento. Esse tempo de descida seria assim igual ao tempo de queda livre ao longo do diâmetro vertical, que é a corda maior. Pôde ainda demonstrar que o tempo de queda ao longo do arco de círculo que liga a posição extrema ao ponto mais baixo é um pouco menor que o tempo de queda ao longo da corda correspondente. O período do pêndulo seria, portanto, um pouco menor que o tempo de queda livre ao longo do dobro do seu comprimento. Mais tarde, Isaac Newton (1642-1727) e Jacques Bernouilli (1654-1705) demonstraram que o tempo de queda seria menor ao longo da cicloí-

de: esta seria a braquistócrona, e não o círculo, como supunha Galileu.

Trabalhando sempre com proporções, e não com valores absolutos, Galileu nunca determinou o fator de proporcionalidade da lei que liga o período T à raiz quadrada do comprimento L do pêndulo, e tampouco o valor da aceleração da gravidade g , que é o fator de proporcionalidade que liga o dobro do espaço s percorrido em queda livre ao quadrado do tempo de queda t . Hoje conhecemos esses fatores de proporcionalidade. Para a queda livre, tem-se $s = \frac{1}{2}gt^2$ e $v = \frac{gt}{\sqrt{2gs}}$; para o pêndulo, $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$.

No entanto, examinando os manuscritos de Galileu arquivados na Biblioteca Nacional de Florença, Stillman Drake descobriu que ele determinara experimentalmente, com admirável precisão, a relação entre o quarto do período de oscilação (que é o tempo de queda ao longo do arco de círculo que liga a posição extrema ao ponto mais baixo) e o tempo de queda vertical ao longo do comprimento do pêndulo. Essa relação, igual a $\frac{\pi}{2\sqrt{2}}$,

foi denominada por Drake 'constante de Galileu'.

Também de importância capital foi a utilização que Galileu fez do pêndulo para comprovar experimentalmente uma hipótese em que baseara sua teoria do plano inclinado. Tratava-se da postulação de que o valor da velocidade adquirida por

causa à aspereza e à porosidade que se encontram comumente, e quase necessariamente, nas superfícies dos corpos sólidos, e que, no curso do movimento, se chocam com o ar ou com outro meio ambiente... Não se pode duvidar que, na queda dos móveis, essas asperezas, chocando-se com o meio fluido, produzirão uma diminuição de velocidade tanto maior quanto maior for a superfície, como é o caso dos sólidos menores comparados aos maiores... Sendo evidente que, ao se diminuir um sólido pe-

sado, seu peso decrescerá proporcionalmente ao seu volume, toda vez que o volume diminuir mais que a superfície (ao conservar-se ao máximo a semelhança das formas), o peso diminuirá também mais que a superfície... E o que exemplifiquei com os cubos acontece com todos os sólidos semelhantes entre si, cujos volumes estão em proporção sesquiáltera [potência 3/2] com suas superfícies, pois, se as superfícies são proporcionais ao quadrado das linhas e os sólidos são proporcionais

ao cubo destas, ... os sólidos estão numa proporção sesquiáltera à superfície."

Expressemos esses raciocínios em linguagem algébrica moderna: sendo V o volume, S a superfície e l uma dimensão linear, têm-se, para corpos geometricamente semelhantes, as seguintes relações: se $V :: l^3$ e $S :: l^2$, então $V :: S^{3/2}$.

Portanto, ao se reduzirem as dimensões, a relação entre o peso e a resistência do meio não se mantém constante: esta última é, proporcionalmente ao peso, maior no corpo menor. A semelhança física não é respeitada. Essa desproporção ocorre em todos os processos físicos que envolvam, ao mesmo tempo, parâmetros dependentes do volume e parâmetros dependentes da superfície, como nos casos de transferência de calor e no metabolismo animal.

Em outros trechos da 'Giornata prima', Galileu se refere à desigualdade da influência perturbadora dos meios, conforme estes sejam 'mais resistentes' ou 'mais ceden-

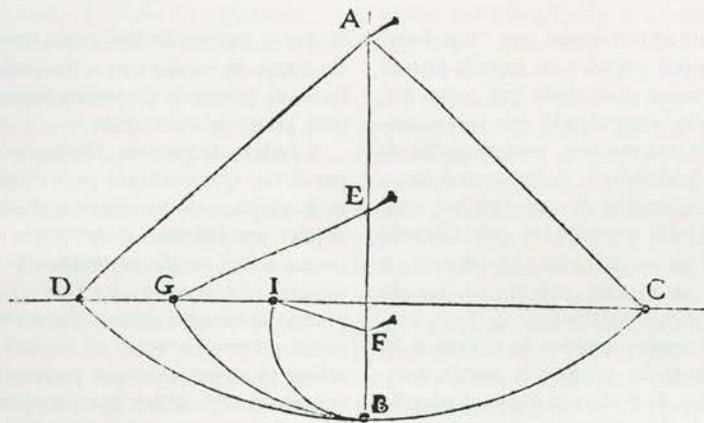
do móvel que, partindo do repouso, desliza sem atrito, pela ação da gravidade, ao longo de qualquer curva ou superfície, independe da forma da trajetória, sendo função apenas da "altura equivalente de queda", isto é, da diferença de nível entre o ponto de partida e o de chegada (Galileu, aliás, faz menção expressa a planos com diversas inclinações e a arcos de círculo de diversos raios). O "ímpeto adquirido" — também na expressão dele — fará com que o móvel suba novamente, por qualquer outra trajetória, até o nível inicial, "desde que se suponham removidos todos os impedimentos acidentais e externos" devidos "à resistência oposta pelo ar" e "ao próprio fio". O "grau de velocidade adquirido" (mais uma expressão de Galileu) é igual ao que se verifica ao fim de um movimento de queda livre, proporcional à raiz quadrada da altura da queda.

Para comprovar essa hipótese — que antecipa o 'teorema das forças vivas' ou princípio de conservação da energia mecânica —, Galileu recorreu a uma engenhosa montagem. O pêndulo é obrigado a oscilar, de um lado a outro da vertical de seu ponto de suspensão, segundo dois arcos de círculo de raios diferentes, graças à colocação de um pino abaixo do ponto de suspensão. O movimento ascendente, depois da passagem pelo ponto mais baixo, cessa quando é atingido aproximadamente o nível do ponto de partida, "a menos de um pequeníssimo intervalo, devido aos impedimentos". A essa experiência, nas palavras de Galileu, "pouco falta para que possa ser considerada uma demonstração necessária".

DEL GALILEO.

167

Salu. Voi molto probabilmente discorrete : mà oltre al verisimile voglio con una esperienza acerescer tanto la probabilita, che poco gli manchi all' agguagliarsi ad una ben necessaria dimostrazione. Figuratevi questo foglio essere una parete eretta all' orizzonte, e da un chiodo fitto in essa pendere una palla di piombo d' un oncia, ò due sospesa dal sottil filo A B lungo due, o tre braccia perpendicolare all' orizzonte ; e nella parete segnate una linea orizzontale D C segante à squadra il perpendicolo A B, il quale sia lontano dalla parete due dita in circa : trasferendo poi il filo A B con la palla in A C, lasciate essa palla in libertà, la quale primieramente vedre-



se scendere descriuendo l' arco C B D, e di tanto trapassare il termine B, che scorrendo per l' arco B D sormonterà sino quasi alla segnata parallela C D, restando di peruenirvi per piccolissimo intervallo, togliti il precisamente arriuarvi dall' impedimento dell' aria, e del filo. Dal che possiamo veracemente concludere, che l' impeto acquistato nel punto B dalla palla nello scendere per l' arco C B, fù tanto, che bastò à risospingersi per un simile arco B D alla medesima altezza; fatta, e più volte reiterata cosale esperienza, voglio che fitchiamo nella parete rasente al perpendicolo A B un chiodo, come

A conservação do 'ímpeto'. Dispositivo adotado por Galileu para comprovar experimentalmente um princípio básico de sua mecânica: o pêndulo, depois de percorrer o arco do círculo CB (com centro em A), sobe pelo arco BG (com centro em E) ou BI (com centro em F), atingindo sempre o mesmo nível DC, a menos de um "pequeno intervalo, causado pela resistência que opõem o ar e o fio". Segundo as expressões de Galileu, "o ímpeto adquirido pela bola no ponto B, ao transpor o arco CB, foi suficiente para elevá-la, seguindo um arco similar BD, à mesma altura".

tes', ou ainda de diferentes densidades (*soltità e rarità*).

A influência da velocidade é abordada na 'Giornata quarta': "No que se refere à velocidade, quanto maior ela for, maior será também a resistência oferecida pelo ar." Alguns trechos dessa parte da obra — de redação aliás um tanto confusa e suscetível de interpretações incorretas — parecem indicar que Galileu supunha ser a resistência do meio fluido proporcional à velocidade do móvel é causa e medida, ao mesmo tempo, da quantidade de resistência". Conclui então que os "retardamentos impostos pelo meio se dão na mesma proporção das velocidades" e acredita comprovar essa conclusão com o fato de não se poder observar a influência do amortecimento das oscilações pendiculares de diferentes amplitudes sobre os respectivos períodos, que são praticamente independentes dessas amplitudes.

O 'número de Reynolds' é um parâmetro adimensional, ou 'número π ', igual ao

produto de uma dimensão característica do corpo — o diâmetro de uma esfera, por exemplo — pela velocidade, dividido pela viscosidade cinemática. Esta, por sua vez, é igual à relação entre a viscosidade e a massa específica do fluido. Hoje, sabemos que, para pequenos 'números de Reynolds', a resistência do meio fluido é aproximadamente proporcional à velocidade e, para 'números de Reynolds' maiores, é proporcional ao quadrado da velocidade. No primeiro caso, essa resistência depende principalmente da viscosidade cinemática do fluido; no segundo, de sua densidade. Nos casos de queda de corpos sólido ou de pêndulos em movimento no ar, cuja viscosidade cinemática é muito pequena, o número de Reynolds é grande, mesmo para pequenas velocidades, e a resistência do meio pode ser considerada proporcional ao quadrado da velocidade, e não à velocidade.

Para movimentos num mesmo meio e com igual velocidade, a semelhança física de dois sólidos geometricamente semelhan-

tes só será assegurada se o sólido menor tiver maior densidade que o maior, sendo os dois, portanto, de materiais diferentes. Se ambos os sólidos forem do mesmo material, tendo assim a mesma densidade, a resistência do meio será, proporcionalmente ao peso, maior no sólido menor — como Galileu mostrou claramente —, o que significa que a velocidade do sólido menor será mais retardada pelo meio que a do maior.

Antes de passar ao problema da resistência à ruptura de corpos sólidos geometricamente semelhantes mas de tamanhos diferentes, tratado por Galileu no início da 'Giornata prima' e principalmente na 'Giornata seconda', gostaria de remeter o leitor ao comentário de um aspecto fundamental de sua obra: o método geralmente designado como 'da passagem ao limite', ou seja, a extrapolação quantitativa de situações experimentais complicadas pela influência perturbadora dos 'acidentes' para o caso limite teórico, ideal (ver 'Passagem ao caso limite').

A PASSAGEM AO CASO LIMITE

O método galileano da 'passagem ao limite' é formulado na 'Giornata quarta': "Quanto à perturbação devida à resistência do meio, ela é uma dificuldade muito importante e, em vista da multiplicidade de suas variedades, é impossível submetê-la a regras físicas e tratá-la cientificamente... Mesmo o movimento que no plano horizontal, removidos todos os obstáculos, deveria ser uniforme e constante, será alterado pela resistência do ar e finalmente cessará; e, aqui também, tanto mais rapidamente quanto mais leve for o móvel... Essas propriedades referentes à gravidade, à velocidade e também à forma, sendo variáveis de infinitas maneiras, não podem ser tratadas de forma rigorosamente científica; portanto, para tratar cientificamente essa matéria, é necessário abstrair dessas propriedades e, após ter encontrado e demonstrado as conclusões que prescindem das resistências, completá-las, no momento de aplicá-las concretamente, com aquelas limitações que a experiência nos ensina... A vantagem desse método não será pequena, visto que se podem escolher as matérias e as formas menos sujeitas à resistência do meio, como os corpos muito pesados e redondos, e as distâncias e velocidades não sejam em geral tão grandes que suas diferenças não possam ser corrigidas com precisão."

Na 'Giornata prima', Galileu conclui, a partir de raciocínios dedutivos e apa-

rentemente apriorísticos, que "não é verdade que um móvel mais pesado se mova com maior velocidade que outro menos pesado, entendendo que sejam ambos da mesma matéria, como aqueles de que fala Aristóteles". A demonstração — baseada na análise de contradições contidas na teoria apresentada pelo filósofo grego — só se aplicaria, no entanto, a "corpos da mesma substância ou do mesmo peso específico".

Para estender a todos os corpos a lei da igualdade dos tempos de queda, mesmo aqueles de materiais e densidades diferentes, Galileu abandona qualquer tentativa de demonstração apriorística e recorre à observação e ao método da 'passagem ao limite'. Em mais uma passagem significativa, escreveu: "Se verificarmos efetivamente que os móveis de diferentes pesos específicos diferem cada vez menos em velocidade à medida que os meios são cada vez menos resistentes e que, finalmente, embora extremamente desiguais em peso, no meio mais tênue, ainda que não vazio, a desigualdade das velocidades é pequenissima e quase inobservável, parece-me que poderemos admitir, como conjectura altamente provável, que, no vazio, suas velocidades seriam totalmente iguais... A diferença de velocidade em móveis de diferentes pesos específicos não tem por causa essa diferença de pesos específicos, mas depende de acidentes ex-

ternos e, particularmente, da resistência do meio, de modo que, eliminada esta, todos os móveis se moveriam com os mesmos graus de velocidade."

A pedido de Sagredo, Galileu relata experiências que realizara para comprovar de modo mais direto essas conclusões, baseadas em simples observações. Sendo muito difícil medir os tempos de queda vertical livre, ocorreria-lhe fazer descer em planos inclinados esferas de materiais e pesos diferentes; mas, no intuito de eliminar os obstáculos que pudessem nascer do contato desses móveis com o plano inclinado, construiu dois pêndulos de igual comprimento, um com uma bola de chumbo, outro com uma de cortiça. Verificara que, embora a resistência do meio fizesse diminuir mais rapidamente as amplitudes das oscilações do pêndulo de cortiça que as do pêndulo de chumbo, os períodos das mesmas se mantinham praticamente iguais. Sendo assim, quando os dois pêndulos oscilam com a mesma amplitude, pode-se dizer que suas velocidades são iguais. É interessante observar aqui que Galileu descobriu experimentalmente um fenômeno que só seria explicado teoricamente dois séculos mais tarde: o amortecimento, quando pequeno, embora possa causar uma diminuição significativa das amplitudes das oscilações, tem influência desprezível sobre a sua frequência.

É muito freqüente ignorar-se que a primeira das 'duas novas ciências' apresentadas nos *Discorsi* é a teoria da resistência à ruptura dos corpos sólidos, tradicionalmente conhecida como teoria da resistência dos materiais. Esta é exposta no início da 'Giornata prima' e em toda a 'Giornata seconda', que se intitula *Scienza nuova prima, intorno alla resistenza de i corpi solidi all'essere spezzati*. A segunda das 'novas ciências', exposta na 'Giornata terza' e na 'Giornata quarta', é a *scienza nuova altra, de i movimenti locali*.

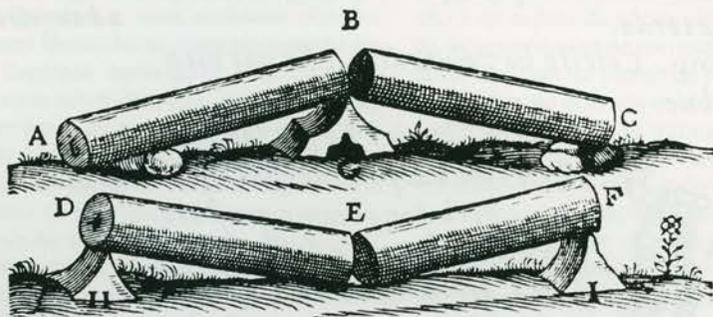
Galileu foi levado a investigar a resistência dos corpos sólidos por um problema de violação da semelhança física. A questão foi constatada empiricamente, no grande estaleiro que era o arsenal de Veneza, ao se compararem os desempenhos de estruturas geometricamente semelhantes e construídas com o mesmo material, mas em escalas diferentes. Os operários engajados nas obras comentaram com Galileu que, segundo sua experiência, as estruturas maiores tinham menor capacidade de resistir a cargas adicionais, relativamente ao seu peso próprio, que as pequenas.

Esta observação era corroborada por inúmeros fatos facilmente observáveis no cotidiano: animais, plantas e estruturas de grande porte parecem ser proporcionalmente menos resistentes que os menores, quando aproximadamente semelhantes do ponto de vista geométrico. Galileu procurou então elaborar uma teoria sobre a resistência dos corpos sólidos. E é ele quem nos conta a motivação de suas pesquisas: "O que acontece com o Sr. Simplicio aconteceu também comigo durante certo tempo, ao crer que as resistências de sólidos semelhantes fossem semelhantes, até que certa observação, a princípio não muito precisa, pareceu indicar-me que os sólidos semelhantes não o são quanto à sua robustez, visto que os maiores são menos aptos a suportar os choques violentos... Foi essa observação que me deu a idéia de investigar o que pretendo agora demonstrar."

Logo de início, Galileu rejeitou a tese de que o pior desempenho das estruturas maiores resultaria apenas das 'imperfeições da matéria', isto é, da heterogeneidade dos materiais e de defeitos de fabricação. "Afirmarei também que, abstraindo de todas as imperfeições da matéria e supondo-a perfeitíssima, inalterável e isenta de toda mudança accidental, sua simples existência material faz com que a máquina maior, fabricada com a mesma matéria e as mesmas proporções que a menor, seja perfeitamente simétrica à menor em todas as outras condições, menos no vigor e resistência ao tratamento violento; ... quanto maior for, proporcionalmente mais fraca será."

Em sua teoria da resistência à ruptura dos corpos sólidos, Galileu demonstra que

DEL GALILEO. 133
quenza l'altra E F fisso il termine F, è manifesto, che posti i sostegni



H I sotto l'estremità D F, ogni momento che si aggiunga di forza, ò di peso in E, quindi si farà la rottura.

Quello che ricerca più sottile specolazione è, quando astraendo dalla gravità propria di tali solidi, ci fusse proposto di douere inuestigare se quella forza, ò peso, che applicato al mezzo d'un Cilindro sostenuto nelle estremità basterebbe à romperlo, potrebbe far l'istesso effetto applicato in qualsiuoglia altro luogo più vicino all'una che all'altra estremità. Come per esemplo se volendo noi rompere una mazza presola con le mani nell'estremità, & appuntato il ginocchio in mezzo l'istessa forza, che basterebbe usare per romperlo in tal modo, basterebbe ancora quando il ginocchio si puntasse non nel mezzo, mà più vicino all'un de gli estremi.

Sagr. Parmi che'l Problema sia toccato da Aristotele nelle sue Questioni Meccaniche.

Salu. Il quesito d'Aristotele non è precisamente l'istesso, perche ei non cerca altro, se non di render la ragione, perche manco fatica si ricerchi à romperlo, tenendo le mani nell'estremità del legno, cioè remote assai dal ginocchio, che se le tenessimo vicine: e ne rende una ragione generale, riducendo la causa alle Leue più lunghe, quando s'allargano le braccia afferrando l'estremità. Il nostro quesito aggiugne qualche cosa di più, ricercando se posto il ginocchio nel mezzo, ò in altro luogo, tenendo pur le mani sempre nell'estremità la medesima forza serua in tutti i siti. R 3 *Sagr.*

Viga reta simples. Depois de aplicar sua teoria da flexão ao caso da viga em balanço (*cantilever*), Galileu passou ao estudo da viga sobre dois apoios, representada na parte inferior da figura. Considerando o caso mais geral, em que a força é aplicada em qualquer ponto do vão, entre os apoios, Galileu chegou a um resultado correto, que coincide com a fórmula atualmente utilizada pelos engenheiros para calcular o momento máximo de flexão da viga.

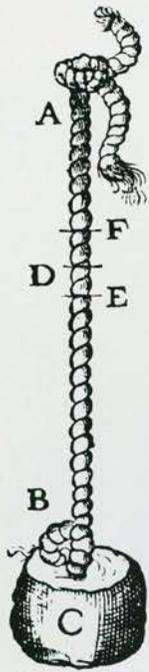
é na violação da semelhança física que reside a causa da chamada 'fraqueza relativa dos gigantes': ao se aumentarem as dimensões de um corpo, conservando a semelhança geométrica, o peso próprio aumenta em proporção maior que a capacidade de resistir a cargas adicionais, pois o peso próprio varia com o cubo da escala geométrica, enquanto a capacidade de resistir aumenta com seu quadrado.

A hipótese inicial de Galileu foi que a resistência de corpos prismáticos a cargas longitudinais de tração (isto é, aplicadas

longitudinalmente, na direção do eixo de corpos prismáticos ou cilíndricos, como a ação exercida por um peso aplicado à extremidade inferior de um fio fixado na extremidade superior) é, para um dado material, proporcional à área da seção transversal. Introduzia assim, pela primeira vez, o conceito de tensão de ruptura (força por unidade de área). Para comprovar experimentalmente sua concepção, realizou ensaios de tração de fios. Verificou que as cargas de ruptura eram proporcionais às áreas das seções transversais e que, portan-

vogliate dire, che vna corda lunga, v. gr., qu
 possa sostenere tanto peso, quanto se fusse vn bra
 de sima corda.

Simp. Coteſto hò voluto dire, e ſin qui mi p
 probabile.



Salu. Mà iol' hò per falſa, n
 bile; e credo di poterui affai agev
 rore. Però ponghiamo queſta ac
 ſopra dal capo A, e dall' altro ſi
 forza debba eſſa corda eſſere r
 voi S. Simp. il luogo particular
 larottura.

Simp. Sia nel luogo D.

Salu. Vi domando qual ſia la
 parſi in D.

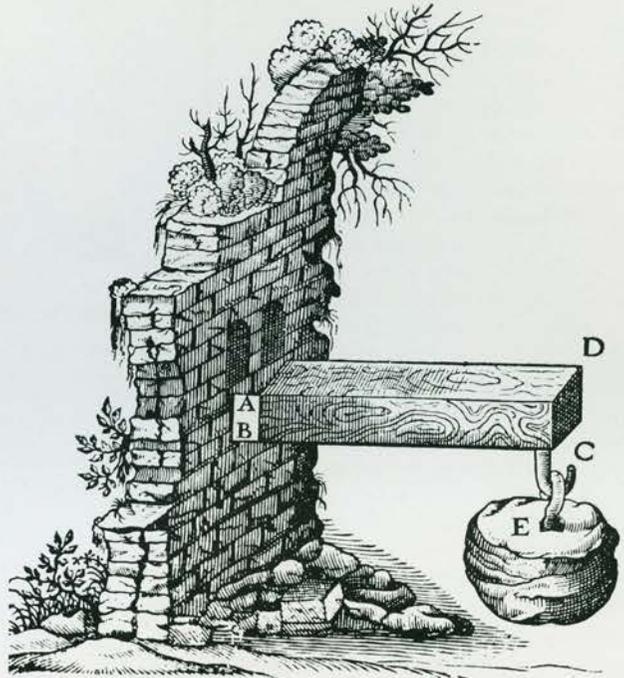
Simp. E' la cauſa di ciò, perc
 parte non era potente a reggere,
 di peſo, quanto è la parte D B con

Salu. Adunque tutta volta
 parte D veniſſe violentata da
 libbre di peſo, ella li ſi ſtrappereb

Simp. Coſi credo.

Salu. Mà ditemi ora; chi att
 peſo non al fine della corda B, mà vicino al punt

eſtremità ſ'intenda la forza del Peſo E, (intendendo
 ro eſſer eretto all' OriZonte; & il Priſma, ò Cilindro
 ad angoli retti) è manifeſto che douendofi ſpezZare



fuor del muro, da quella che è dentro; e per le coſe dic
 mento della forza poſta in C al momento della refi

Resistência de corpos sólidos à ruptura. Nas duas figuras, Galileu representa dois casos de solicitação de corpos sólidos alongados, de forma cilíndrica ou prismática, por cargas neles aplicadas. Na figura da corda, aparece um caso de tração simples, exercida por uma força longitudinal ("forza di chi per diritto gli tira"); na da trave, trata-se de uma flexão causada por uma força transversal ("nel violentar gli per traverso"). Galileu comprovou experimentalmente que a resistência à tração de fios ou cabos de um mesmo material é proporcional à área de sua seção transversal e não depende do seu comprimento. Ele concluiu que, no caso de o esforço de tração derivar apenas do peso próprio do fio, existe para cada material um 'comprimento limite' ou 'comprimento de ruptura'.

to, para um mesmo material, o quociente da divisão das cargas pelas áreas mantinha-se aproximadamente constante. Esse quociente é precisamente a 'tensão de ruptura' do material.

Em seguida, tomando por base os princípios da estática — sintetizados no 'princípio da alavanca' de Arquimedes —, construiu uma teoria da flexão de peças prismáticas de seção retangular ou circular. Embora contenha um coeficiente numérico errado, essa teoria conduz a conclusões certas sobre as proporções entre as resistências de vigas com vãos e seções transversais diferentes, sejam elas vigas em balanço ou com dois apoios. Nessa formulação, Galileu usou o princípio da alavanca para confrontar o momento das forças aplicadas à viga, inclusive o de seu peso próprio, com o momento resistente da seção transversal. Seu erro foi tomar como charneira a borda comprimida da seção transversal e em tomar como esforço resistente a resistência à tração dessa seção, apli-

cada no respectivo centro de gravidade (isto é, supor que as tensões de tração se distribuem uniformemente em toda a seção transversal). Esse engano, no entanto, não afeta as relações entre resistências de vigas. Todas as conclusões de Galileu sobre essas relações, expressas nas diversas 'proposições' da 'Giornata seconda', são corretas.

Da teoria de Galileu deduz-se que vigas geometricamente semelhantes, abstraindo-se do seu peso próprio, são capazes de resistir a cargas externas proporcionais ao quadrado de uma das suas dimensões. Já o peso próprio, que é também uma carga a atuar sobre a viga, é proporcional ao cubo dessa dimensão. Isto implica que, quando se aumentam todas as dimensões, conservando a semelhança geométrica, o peso próprio cresce em maior proporção que a capacidade de resistir às cargas aplicadas. Em sua linguagem, Galileu afirma na 'Proposição VI' da 'Giornata seconda' que os esforços nas se-

ções transversais de ruptura, resultantes do peso próprio, e as resistências dessas seções estão entre si numa 'proporção sesquialtera' (potência 3/2).

Segue-se, como consequência, a 'Proposição VII', certamente a mais importante da 'Giornata seconda': "Entre os prismas e cilindros pesados, existe um e só um que se encontra (sob o efeito de seu peso próprio) no estado limite entre a ruptura e a não-ruptura, de modo que todo sólido maior, incapaz de resistir ao seu próprio peso, quebrar-se-á, ao passo que todo sólido menor oporá alguma resistência a uma força destinada a quebrá-lo."

Comentando essa 'proposição', Galileu esclarece: "Seja o prisma pesado AB, cujo comprimento é o maior que ele é capaz de sustentar, de forma tal que, por pouco que fosse alongado, se quebraria. Afirmando que esse prisma é o único, entre todos os prismas semelhantes (que são em número infinito), capaz de ser reduzido a esse estado limite. Qualquer prisma maior se que-

brará sob a ação de seu próprio peso, enquanto, ao contrário, qualquer prisma menor resistirá a uma carga adicional, além do seu próprio peso.”

Com esta proposição, Galileu introduziu mais um conceito novo, o de ‘tamanho limite’ de uma estrutura: “(...) do que até aqui foi demonstrado, se infere claramente a impossibilidade, não somente na arte mas também na natureza, de aumentar seus mecanismos até tamanhos enormes, de modo que seria impossível construir navios, palácios ou templos imensos, cujos remos, mastros, vigas e correntes de ferro e, numa palavra, todas as partes constituíssem um todo. Da mesma forma, a natureza não poderia fazer árvores de tamanho colossal, porque seus ramos, arqueados pelo próprio peso, acabariam por se quebrar. Igualmente, seria impossível construir estruturas ósseas para os homens, os cavalos ou outros animais, que pudessem subsistir e desempenhar suas próprias funções pois, para que tais animais tivessem alturas imensas, deveria ser utilizado um material mais duro ou mais resistente que o habitual... A partir disto é evidente que, quem quisesse manter, num imenso gigante, as proporções dos membros de um homem comum, deveria ou encontrar uma matéria bem mais dura e resistente para formar-lhe os ossos, ou admitir que sua robustez é proporcionalmente muito menor que a dos homens de estatura pequena, pois, diversamente, aumentando demasiado sua altura, vê-lo-íamos, sobrecarregado pelo próprio peso, cair. Ao contrário, pode-se verificar que, ao diminuir os corpos, não se diminuem as forças na mesma proporção, mas, antes, que os menores se tornam proporcionalmente mais resistentes.”

A uma objeção de Simplício, baseada nas grandes massas das baleias, Galileu responde: “Sua dúvida, Sr. Simplício, chama a minha atenção para uma condição antes não advertida e que faz com que os gigantes e outros animais enormes pudessem manter sua coerência e se mover não menos que os menores, pois isso pode acontecer não apenas quando se acrescenta força aos ossos e outras partes do corpo, cuja função é a de sustentar tanto o próprio peso como o que lhe é acrescentado, mas também quando, permanecendo a estrutura dos ossos com as mesmas proporções, os mesmos esqueletos conservam sua coerência de uma forma idêntica, e até mais facilmente, se se diminui proporcionalmente o peso da matéria dos mesmos ossos e o peso da carne ou de tudo o que se apóia sobre os ossos. É deste segundo artifício que se prevalece a natureza na constituição dos peixes, fazendo seus ossos e músculos não apenas mais leves, mas também sem gravidade... Desse modo, deixa de ser extraordinário que possam existir na água

animais enormes, o que não ocorre sobre a terra, isto é, no ar... Além disso, compreendo muito facilmente que um desses peixes gigantes, trazido para a terra, talvez não se sustentasse por muito tempo, mas que, desagregando-se as ligações dos ossos, sua massa se desagregaria.”

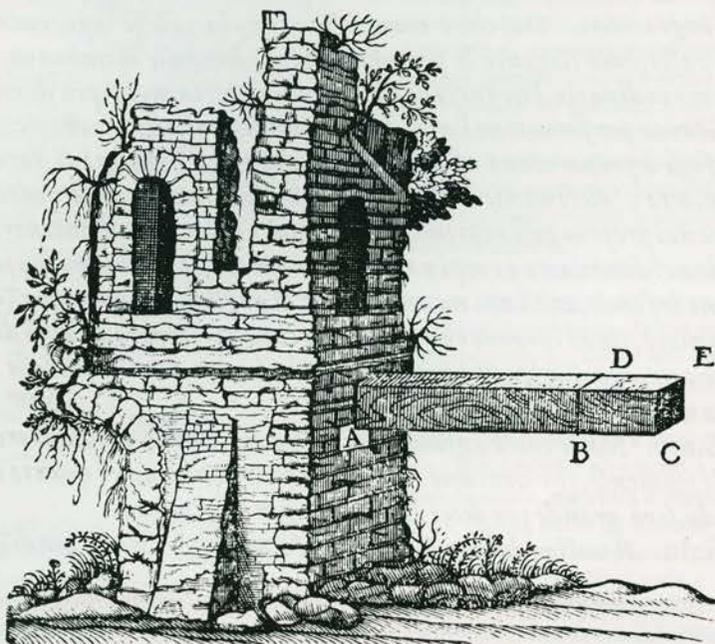
É claro que o ‘tamanho limite’ depende da forma ou do tipo de estrutura, como aliás se verifica nas estruturas da engenharia

civil: o ‘vão limite’ de uma ponte do tipo pênsil é muito maior que o de uma em arco; este, por sua vez, é maior que o de uma ponte do tipo viga reta. Galileu compara a capacidade de suportar cargas adicionais de cães e cavalos porque esses animais são aproximadamente semelhantes, como o são a maioria dos mamíferos terrestres de quatro patas. Já os dinossauros, por exemplo, puderam existir em tamanhos

DEL GALILEO.

117

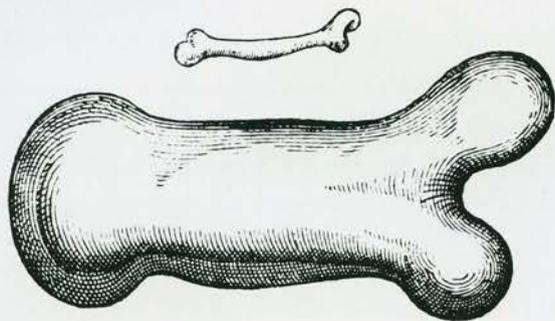
Conviene ora che cominciamo à inuestigare secondo qual proporzione vadia crescendo il momento della propria grauità in relazione alla propria resistenza all' essere spezzato in un Prisma, ò Cilindro, mentre stando parallelo all' OriZonte si v' à allungando; il qual momento trouo andar crescendo in duplicata proporzione di quella dell' allungamento, per la cui dimostratione intendasi il Prisma, ò Cilindro A D fitto saldamente nel muro dall' estremità A,



e sia equidistante all' OriZonte, & il medesimo intendasi allungato sino in E aggiugnendoui la parte B E. E' manifesto che l'allungamento della Leua A B sino in C cresce per se solo, cioè assolutamente preso, il momento della forza premente contro alla resistenza dello staccamento, e rottura da farsi in A secondo la proporzione di C A à B A, mà oltre à questo il peso aggiunto del solido B E al peso del

A teoria da flexão. Galileu descobriu a lei da resistência dos materiais à tração simples, tornando-se precursor do conceito moderno de ‘tensão de ruptura’. Combinando esta lei com o princípio da alavanca de Arquimedes e com uma hipótese incorreta sobre a distribuição dos esforços internos numa seção transversal, Galileu construiu uma teoria da flexão que, apesar de conter uma incorreção parcial, conduziu a resultados corretos, no que se refere às relações entre resistências de vigas de diferentes vãos e seções transversais. Comparando vigas geometricamente semelhantes, ele deduziu que as vigas são capazes de resistir a forças aplicadas na razão dos quadrados de uma dimensão representativa. Como o peso próprio dessas vigas é proporcional ao cubo dessa dimensão representativa, ele concluiu que, tratando-se de vigas semelhantes, as maiores têm menos capacidade relativa de resistir a cargas adicionais, além do seu peso. Nisto consiste o célebre princípio galileiano da ‘fraqueza relativa dos gigantes’.

E per un breue esempio di questo che dico disegnai già la figura di un'osso allungato solamente tre volte, & ingrossato con tal proporzione, che potesse nel suo animale grande far l'uffizio proporzio-



nato à quel dell'osso minore nell'animal più piccolo, e le figure son queste; doue vedete sproporzionata figura, che diuene quella dell'osso ingrandito. Dal che è manifesto, che chi volesse mantener in un vastissimo Gigante le proporzioni, che hanno le membra in un huomo ordinario, bisognerebbe ò trouar materia molto più dura, e resistente per formarne l'ossa, ò vero ammettere, che la robustezza sua fusse à proporzione assai più fiacca, che ne gli huomini di statura mediocre; altrimenti crescendogli à smisurata altezza si vedrebbono dal proprio peso opprimere, e cadere. Doue che all'incontro si vede nel diminuire i corpi non si diminuir con la medesima proporzione le forze, anzi ne i minori crescer la gagliardia con proporzione maggiore. Onde io credo che un piccolo cane porterebbe addosso due, ò tre cani eguali à se, mà non penso già che un cauallo portasse ne anco un solo cauallo à se stesso eguale.

Simp. Mà se così è, grand' occasione mi danno da dubitare le moli immense, che vediamo ne i pesci, che tal Balena, per quanto intendendo, sarà grande per dieci Elefanti, e pur si sostengono.

Salu. Il vostro dubbio S. Sim. mi fa accorgere d'una condizio-

A fraqueza relativa dos gigantes. Neste desenho, Galileu apresenta “a figura de um osso cujo comprimento foi aumentado apenas três vezes e cuja espessura foi aumentada em tal proporção [nove vezes] que pudesse realizar num grande animal a mesma função que corresponderia a um osso menor de um animal também menor”. Se fosse mantida integralmente a semelhança geométrica, a ‘robustez’ do animal gigante — isto é, sua capacidade de suportar cargas adicionais, além de seu próprio peso — seria proporcionalmente muito menor do que a dos pequenos animais, a não ser que se encontrasse “uma matéria bem mais dura e resistente para formar-lhe os ossos” ou que “se diminuísse proporcionalmente o peso [específico] da matéria dos mesmos ossos e o peso [específico] de tudo o que se apóia sobre os ossos”.

muito maiores por terem uma estrutura completamente diferente. A cauda e o pescoço destes animais, muito longos e pesados, aliviavam os esforços na parte central do corpo, como ocorre nas pontes do tipo *cantilever* (a estrutura dos mamíferos é mais assemelhada à de uma ponte em viga reta simples).

Nessas passagens da ‘Giornata seconda’, além de mostrar que a semelhança física — e portanto a capacidade de resistir a cargas aplicadas, relativamente ao peso pró-

prio — de corpos sólidos de uma mesma matéria se altera quando se aumentam suas dimensões mantendo a semelhança geométrica, Galileu indica claramente como se poderia manter essa semelhança: deve-se aumentar a resistência mecânica do material ou diminuir seu peso específico. Modernamente, essa condição corresponderia ao ‘número π ’, γ/l , em que γ é o peso espe-

cífico do material, l uma dimensão representativa do corpo e s a resistência mecâ-

nica do material. Para que esse ‘número π ’ tenha o mesmo valor no corpo pequeno e no maior, o aumento de l deve ser compensado por um aumento de s ou por uma diminuição de γ . A atribuição do nome de Galileu a esse ‘número π ’ constituiu portanto uma justa homenagem ao fundador da teoria da resistência dos materiais.

Mas Galileu foi ainda mais longe. Com base na ‘Proposição VIII’, introduziu na teoria dos modelos o conceito hoje denominado ‘distorção’, ao indicar uma terceira solução para manter no gigante a mesma resistência relativa do homem normal: aumentar as dimensões transversais em proporção maior que as longitudinais. “Para ilustrar o que digo, desenhemos um osso cujo comprimento foi aumentado apenas três vezes, e cuja espessura foi aumentada em tal proporção [nove vezes] que pudesse realizar num grande animal a mesma função que corresponderia a um osso menor de um animal também menor.” E Galileu menciona então que Ariosto, seu “poeta querido”, “talvez tenha pressentido essa condição” ao descrever “a figura e o aspecto monstruoso de um gigante, em consequência da deformação desproporcional de seus ossos!”

Esse tipo de distorção não se verifica nos mamíferos terrestres contemporâneos, que, do ponto de vista geométrico, são aproximadamente semelhantes. Por isso, comparados aos grandes, os animais pequenos — como ratazanas, gatos e cães — são mais capazes de suportar cargas adicionais, relativamente ao seu peso, assim como de correr e saltar. Para os mamíferos terrestres contemporâneos, existe um ‘tamanho limite’, que é próximo do tamanho do elefante. Os animais pré-históricos de estrutura assemelhada à dos mamíferos terrestres contemporâneos, como os mamutes, apresentavam a distorção sugerida por Galileu para os gigantes: as dimensões transversais de seus ossos eram proporcionalmente muito maiores que, por exemplo, as dos cavalos atuais.

Apresentamos aqui três problemas em cujo tratamento Galileu abordou de modo absolutamente inovador a questão da semelhança física e dos modelos, lançando as bases de uma primeira teoria a respeito. Outras passagens de seus livros poderiam ser citadas, como aquelas em que enuncia as leis das cordas vibrantes. Ao lidar com todos esses problemas, Galileu sempre se ocupou das proporções ou relações entre grandezas físicas, antecipando-se aos desenvolvimentos modernos dessa teoria.

Ao recorrer com frequência aos textos de Galileu, citando-os por vezes longamente, tive um propósito claro: colocar o leitor frente a frente com seu modo de pen-

sar e proceder no plano científico. De fato, raramente se estuda a contribuição de Galileu pela leitura direta de seus textos: recorre-se em geral a comentadores que, não raro, tendem a distorcer seu pensamento, interpretando-o segundo as próprias tendências filosóficas ou ideológicas. Alguns, por exemplo, o classificam de 'empirista' enquanto outros vêm nele um 'platonista'. Na realidade, não foi nem uma coisa nem outra.

O método de pesquisa científica de Galileu foi sempre uma justa combinação da observação e da experiência com a matemática, instrumento de lógica dedutiva. Partindo de alguns fatos experimentais, formula-se uma primeira hipótese ou teoria para interpretá-los. Dessa teoria tiram-se conclusões, por via dedutiva. Em seguida, a validade dessas conclusões é submetida à experiência, à qual cabe sempre a última palavra. A hipótese é substituída ou aperfeiçoada se os ensaios não a confirmam. A fonte da verdade é sempre, em última análise, a experiência.

OS 350 ANOS DOS *DISCORSI*

Em 1988, comemoraram-se os 350 anos de publicação da obra fundamental de Galileu, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, conhecida como os *Discorsi*. No mundo inteiro a data foi lembrada, com o lançamento de estudos, a realização de debates e a preparação de exposições sobre a obra galileiana. No Brasil, entre os eventos, destacou-se o seminário internacional promovido pela Coppe/UFRJ, que contou com a participação, entre outros, de conhecidos estudiosos da obra de Galileu, como Ludovico Geymonat, Stillman Drake e Pierre Thuillier. Um seminário similar ocorreu na Universidade de São Paulo.

Os *Discorsi* foram publicados quando Galileu tinha 74 anos e, completamente cego, permanecia confinado pela Inqui-

sição, que o condenara por sua defesa da idéia de que o Sol, e não a Terra, ocupava o centro do sistema planetário em que vivemos. Depois de tentativas infrutíferas em diversos países, a obra de Galileu foi publicada pela primeira vez na Holanda. Estava escrita na forma de diálogos, seguindo uma tradição que era forte na Grécia clássica e se tornara novamente comum no Renascimento. Os três interlocutores dos *Discorsi* são: Salviati (que representa o próprio Galileu), Simplicio (que defende a filosofia e a física de Aristóteles) e Sagredo (personagem prático, de mentalidade aberta, que atua como uma espécie de árbitro entre as duas posições em confronto).

O livro é constituído basicamente por quatro 'jornadas' (*giornate*). A primeira é uma introdução às 'duas novas ciências': a resistência dos materiais e o estudo do movimento. A segunda trata da estática e desenvolve as idéias e modelos de Galileu sobre a resistência dos materiais. Nas duas últimas discute-se o movimento uniforme e o movimento uniformemente acelerado, além das leis que regem o movimento dos projéteis. É o primeiro tratado, no sentido moderno, sobre a cinemática e a dinâmica dos movimentos que ocorrem nas proximidades da superfície da Terra.

A publicação recente, no Brasil, de algumas obras de Galileu — *As duas novas ciências*, *Ciência e fé* e *Mensagem das estrelas* — é um acontecimento importante para estudantes e pesquisadores.

CRONOLOGIA DE GALILEU

- 1564 — Nasce em Pisa, em 15 de fevereiro, Galileu Galilei.
- 1575 a 1577 — Estuda em Florença.
- 1581 a 1585 — De volta a Pisa, estuda medicina, sem concluir o curso.
- 1589 a 1592 — Torna-se professor de matemática em sua cidade natal.
- 1592 a 1610 — Ocupando a cátedra de matemática no 'Studio de Padua', realiza vários estudos e experiências sobre o problema da queda dos corpos e inventa diversos instrumentos.
- 1610 — Publica o *Siderens Nuncius (Mensagem das estrelas)*, obra que obteve grande repercussão na Europa. Nela, Galileu divulga o resultado de suas observações com telescópio, afirmando, por exemplo, a existência de montanhas na Lua e de quatro satélites em torno de Júpiter. Retorna a Florença.
- 1610 a 1632 — Prossegue com suas observações astronômicas, polemizando intensamente com seus opositores. Critica abertamente a física aristotélica e o sistema cosmológico de Ptolomeu. Recebe, em 1616, uma advertência formal da Inquisição, que condena as teorias sobre o movimento da Terra e proíbe o ensino do sistema heliocêntrico de Copérnico.
- 1632 — Publica em Florença o *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo (Diálogo sobre os dois principais sistemas do mundo)*, criticando de novo o sistema aristotélico e defendendo Copérnico. Cinco meses depois, o livro é proibido pela Igreja Católica.
- 1633 — Inicia-se em 12 de abril o processo contra Galileu. Em 22 de junho, o cientista é obrigado a abjurar suas convicções. Condenado a cárcere privado, vai para Arcetri e retoma seus estudos de mecânica.
- 1638 — Após algumas tentativas frustradas, publicam-se, na Holanda, os *Discorsi*, redigidos na prisão. Galileu já está completamente cego, mas segue em suas investigações.
- 1642 — Em 8 de janeiro, morre Galileu, em Arcetri, com 78 anos.



SUGESTÕES PARA LEITURA

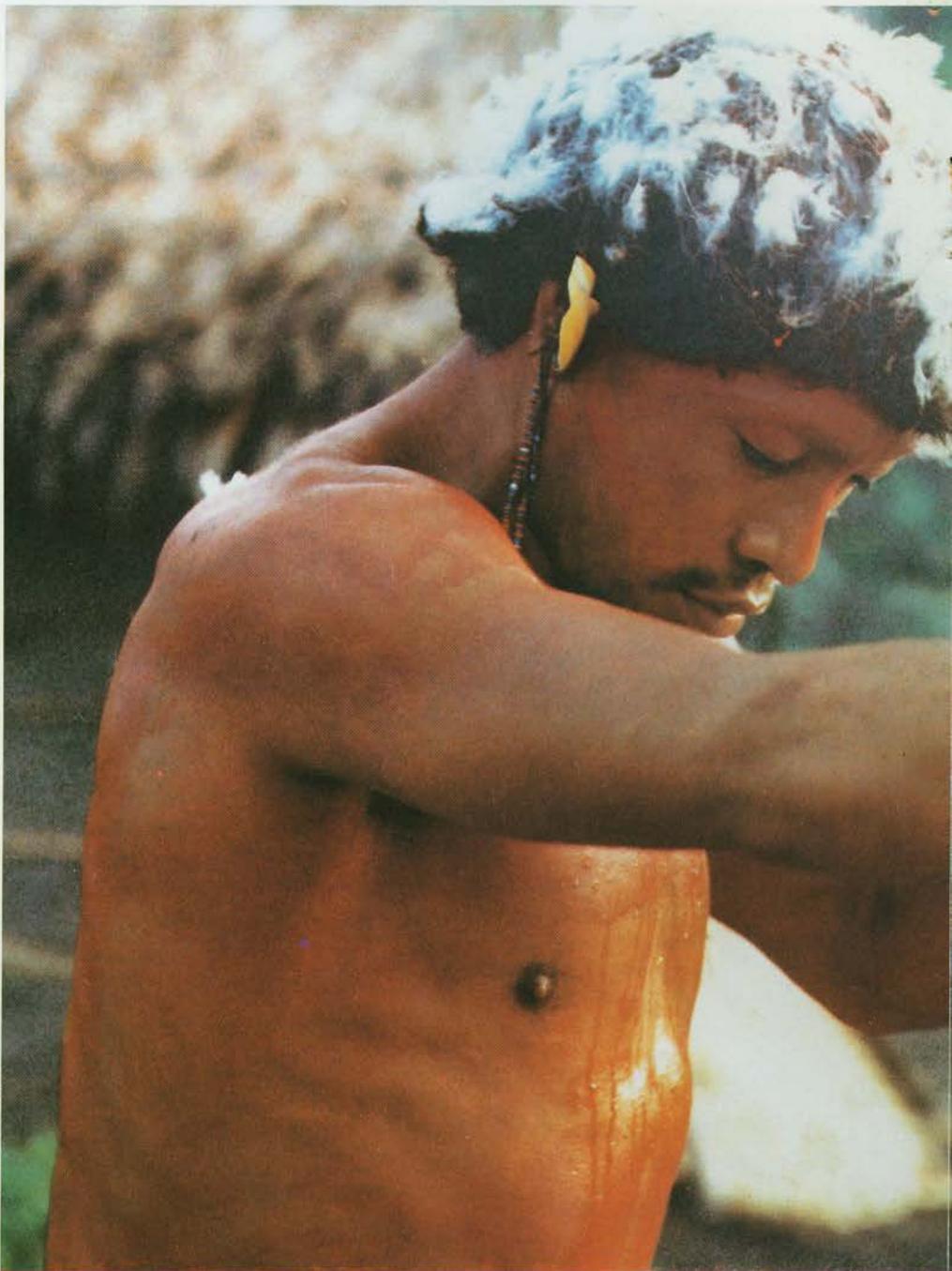
- GALILEU GALILEI, *Das novas ciências*. São Paulo, Nova Stella, 1988. Recomenda-se, além do texto original, *Galileo Galilei — Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze* (Turim, Paolo Boringhieri, 1958), a tradução inglesa de Stillman Drake, *Galileo — two new sciences*, The University of Wisconsin Press, 1974.
- LOBO CARNEIRO F., 'Galileu, fundador da teoria dos materiais', in *História da técnica e da tecnologia* (Ruy Gama, org.). São Paulo, T.A. Queiroz, 1985. Este texto foi publicado originalmente em 1965 na revista francesa *Rilem, Matériaux et constructions* n.º 27.
- GEYMONAT L., *Galileo Galilei*. Torino, Einaudi, 1957.
- DRAKE S., *Galileo*. Oxford, Oxford University Press, 1980.
- THUILLIER P., 'Galilée et l'expérimentation', *La Recherche* n.º 143, 1983.
- SCHMIDT-NIELSEN K., *Scalling: why animal size so important?*, Cambridge, 1984.

**Renato Barbosa
Rodrigues Pereira**

Museu Nacional, Universidade
Federal do Rio de Janeiro

A cura xamanística, o tratamento médico, as noções de doença e de diagnóstico, a medicina popular e os rituais — temas que põem em questão as fronteiras entre religião, magia e ciência — foram objeto de intenso debate há dois anos atrás. Um cientista estava gravemente enfermo, dois pajés xinguanos vieram tratá-lo. Universos simbólicos divergentes, coabitando um mesmo conjunto de fatos. Em nossa cultura, entender a doença é conhecer sua causa, desvinculando-a de propriedades abstratas e tornando possível produzir um saber eficaz sobre o indivíduo doente. Nas

foto Eduardo Viveiros de Castro



XAMANISMO

O 'CASO RUSCHI



Um xamã Araweté com alguns de seus instrumentos rituais: o chocalho (*aray*) e o charuto de tabaco (*petam*). A foto foi tirada na aldeia Araweté (Médio Xingu).

tribos xinguanas, através de um roteiro que reencena a doença e mobiliza a coletividade, o xamã traduz o caos sensível da vítima em termos místicos, buscando definir o lugar de cada um e o sentido dos eventos. O consenso e a adesão ao jogo dramático tramado pela pajelança são fundamentais para que se realize a 'eficácia simbólica', princípio da cura xamanística. Charlatanismo? Saber empírico, comprovado por experimentação milenar? O debate pela imprensa foi áspero, mas quase sempre antagonistas extremados compartilhavam idéias muito semelhantes.

E MEDICINA

REAVALIADO

A

Os fatos são conhecidos. Em janeiro de 1986 os pajés Raoni e Sapaím deixam o Parque do Xingu, atendendo a convite do presidente da República. Devem seguir até o Rio de Janeiro e cumprir delicada missão: salvar o cientista Augusto Ruschi, condenado a morrer por complicações hepáticas decorrentes, segundo diz, de envenenamento por um sapo dendrobata, ocorrido 15 anos antes, na floresta tropical. No Rio, são três dias de pajelança, exaustivamente acompanhados pela mídia nacional e internacional. Um espetáculo pontuado por entrevistas coletivas, controvérsias e informações desencontradas sobre o que está se passando.

Os jornais apresentam os índios e seus objetivos com perspectivas divergentes: trata-se de um par de curandeiros que realizará um ritual exótico; são dois pajés — os ‘médicos da tribo’ — que colocarão à prova a farmacopéia indígena ao longo do tratamento. Primeira polêmica: o diagnóstico. Médicos afirmam ser inverossímil não só que o envenenamento seja a causa principal dos males de Ruschi, mas especialmente que o veneno ainda possa estar atuando em seu organismo. Raoni é taxativo: “Vi foto dele no jornal e ele já tá com cara de sapo. Virou sapo. Tem que tirar o sapo de dentro dele senão ele morre logo.” (*Jornal do Brasil*, 21/01/86)

Têm início os trabalhos, testemunhados por um único jornalista e, eventualmente, por um ou outro convidado, como eu próprio, que gravei as únicas imagens da pajelança em vídeo. Sapaím e Raoni alternadamente trazam o *petam* — grosso cigarro de tabaco natural —, sopram sua fuma-

ça sobre Ruschi, entoam cantos. Sapaím extrai do corpo do cientista uma substância pastosa, o “veneno do sapo”, segundo ele. Descrevendo o que se passara nessa primeira sessão, eis as impressões do repórter do *Jornal do Brasil* (*JB*), publicadas no dia seguinte: “Meninos, eu vi. Materialista por princípio, entrei mais incrédulo do que devoto para participar da cerimônia. Mas logo esse estado de espírito se modificava, principalmente depois que vi sair do corpo do cientista uma massa verde-oliva, parecendo goma de mascar. Olhei, aproximei a vista da mão de Sapaím, firmei com os olhos como quem não que-

ria acreditar, mas não havia como não vê-la. O pajé Sapaím fazia sempre questão que eu fotografasse a substância. Logo no primeiro intervalo busquei explicação para sua descenderência. ‘Nós estamos aqui’, explicou Raoni, ‘para curar um branco com remédio de índio. Você está fotografando por causa disso, porque índio não engana ninguém, não brinca com essas coisas.’” (*JB*, 24/01/86)

Nesse mesmo dia, o *JB* estampa em manchete: ‘Ruschi melhora com tratamento de índio’, enquanto o *Estado de S. Paulo* (*OESP*) noticia em primeira página que ‘médicos contestam e criticam a pajelança’. O neurologista Carlos Bacelar, assinala o *OESP*, acha que o tratamento, com o patrocínio do presidente da República, é a desmoralização da medicina: “Isso é curandeirismo. Se o Ruschi se curar, eu coloco um prato no beicho, feito o Raoni.”

O que diz Ruschi dos acontecimentos? “Temos muito o que aprender com os índios. A medicina alopática se



foto Agência JB — Custódio Coimbra

Publicidade de comunista no DF promete demissão por se dizer repórter

Raoni explica hoje pajelança ao Presidente

Sarney dará presente a Raoni por curar Ruschi

Falco de professor pode deixar Lull três meses sem vestibular

Cacique sonha com Ruschi e vê um presságio de cura

AIR

AGORA É NA MÃO DOS CLASSEZINOS O QUE SE PASSA DO RIO

CARTELOUR

Ruschi melhora com tratamento de índio

Meninos, eu vi...

Francisco de Paula...

Severino do...



O ritual realizado com Ruschi foi fartamente fotografado, sobretudo a massa verde (mostrada por Sapaím), que surpreendeu os jornalistas.



Ruschi é enterrado. O caso continua em debate.

em 19 de fevereiro, com título bombástico: 'Pajelança nada adiantou. Estado de Ruschi é grave.' A reportagem, que passa a limpo a intimidade do cientista, deve-se, segundo nota do jornal, "à necessidade de desmitificar os esforços ingênuos (mas perigosos quando levados a sério) da pajelança. Perde-se no episódio a necessária distinção entre a benéfica medicina natural e o curandeirismo, danoso mesmo quando cercado das melhores intenções, como demonstra tragicamente a situação atual de Augusto Ruschi".

Texto tão sombrio é contestado por notícia do *JB* em 8 de março, intitulada 'Aplauso à pajelança dá em processo'. O telegrama do dr. Jaime dos Santos Neves causara-lhe uma ação no âmbito do Conselho Regional de Medicina do Espírito Santo, que considerara suas palavras como "um deboche afrontoso à medicina". Não obstante, ele volta a atestar a melhora no estado geral de Ruschi: "Eu havia aplicado 50 vacinas para livrá-lo das frequentes hemorragias nasais e vômitos de sangue, mas elas, assim como outros medicamentos, não produziram resultado. As hemorragias só vieram de fato a desaparecer depois da pajelança. Que explicação [indaga aos colegas] eles têm para esse resultado?"

Ruschi também diz-se indignado "pela ignorância de alguns médicos que querem negar a eficácia de uma medicina de dois mil anos, como a dos índios". E afirma: "Estou me sentindo muito bem depois do tratamento com Sapaim e Raoni, trabalhando o dia todo e dormindo, o que não fazia antes, a noite inteira." (*JB*, 08/03/86)

No dia 3 de junho do mesmo ano, morre Augusto Ruschi. Para o neurologista Carlos Bacelar, este desfecho deveria servir como "uma advertência para todo o povo brasileiro, que ainda se deixa explorar por todo tipo de pajelança". (*OESP*, 04/06/86)

Que pensar de tudo isso?

vale das plantas sintetizadas, com resultados não tão expressivos. Não tomei nada pela boca. Só fui tratado pela sapiência de seu povo com milênios de experimentação." O repórter acrescenta: "O naturalista lembrou que os índios conhecem os medicamentos naturais para o combate ao veneno das cobras e mais uma vez acentuou que o tratamento indígena não é um charlatanismo." (*JB*, 27/01/86)

Depois da pajelança, Ruschi considerase curado do veneno de sapo: "Contra os fatos não há argumentos. Eu estava mal, sem fôlego, com dificuldade para caminhar, hemorragias nasais, e agora estou bem, dormindo bem, comendo bem, depois de ser tratado pela medicina indígena." O episódio de sua cura, diz, "serviu para revelar a medicina indígena e sua eficácia. Por ter rituais, há quem pense que é curandeirismo, mas na verdade a cura vem mesmo pelas ervas". (*JB*, 28/01/86)

A melhora de Ruschi após a pajelança merece amplos espaços na mídia e dá voz aos que são simpáticos aos índios. "Ave Tupã. Aleluia querido Ruschi", diz telegrama enviado por Jaime dos Santos Neves, médico do cientista no Espírito Santo. O homeopata unicista Vitor Menescal também admite a eficiência da pajelança: "A raiz utilizada pelo cacique Raoni pode conter uma substância ativa que combate o veneno. O fato de não ser um tratamento científico não invalida o uso do medicamento. É possível que o conhecimento empírico tenha o tratamento para o veneno de sapo, porque a medicina ainda não esgotou o conhecimento de todos os princípios ativos." (*O Globo*, 28/01/86)

Entretanto, pouco tempo depois a pajelança é posta novamente em xeque. "Seus dias estão contados... Veneno de sapo? Mera fantasia, ilusão ou tentativa de morrer como sempre viveu: místico", vaticina o bioquímico Jaber de Oliveira Lima, que já havia medicado Ruschi. Trata-se de uma reportagem de página inteira de *O Globo*,

Raoni e Sapaim são, respectivamente, membros das tribos Metuktire-Kayapó e Kamayurá, situadas no Médio e no Alto Xingu. O pajé nestas sociedades desempenha papéis diferenciados. Em ambas, sem dúvida, o xamã é aquele que controla as vias de acesso à sobrenatureza, ao mundo dos mortos ou dos espíritos. É o mediador entre os domínios social e sobrenatural, e seu poder provém precisamente da capacidade de administrar esta condição liminar.

Entretanto, apesar destas e de outras importantes semelhanças, se o xamanismo faz parte da cultura kayapó, nela não desempenha papel tão relevante como nas sociedades alto-xinguanas. No primeiro caso temos uma sociedade organizada em conjuntos etários e grupos políticos interpostos, que conta com uma instância de resolução de conflitos públicos bem definida, a Casa dos Homens, com regras de residência operantes e com um complexo sistema de transmissão de nomes e bens simbólicos que garantem no tempo a continuidade das casas kayapó. A vida cerimonial que se desenrola no pátio é uma instância de consagração do social, ocasião em que se reúnem e se complementam os diferentes grupos que compõem a sociedade kayapó. O xamanismo atende a necessidades específicas, como crises pessoais e perigos de guerra.

Nas tribos do Alto Xingu, por outro lado, não se encontram corporações, instituições políticas especializadas, líderes com poderes de mando nem mecanismos claros e eficazes de controle social. Aqui a importância do xamã e das crenças em feitiçaria que lhe são correlatas é crucial. Como assinala Dole, eles constituem um sistema político alternativo. Além da cura xamanística — assunto de que trataremos adiante —, o pajé realiza adivinhações que intervêm em problemas cotidianos como furtos, adultérios, homicídios. Em transe, o xamã indica o responsável pelo delito, não sem antes estabelecer diálogo com os personagens interessados na questão em pauta. Em geral ele acusa indivíduos malquistos, que não atendem às expectativas e aos padrões comportamentais do grupo, nem dispõem de apoio político relevante. Numa palavra: o veredicto do xamã expressa a ‘vontade geral’ da coletividade e redefine alianças entre os grupos de cada tribo ou mesmo entre as diferentes tribos do Alto Xingu.

Os procedimentos relativos ao combate à feitiçaria — associada sempre a comportamentos anti-sociais como a falta de amabilidade e a pouca disposição para as tarefas coletivas — inibem a atuação de forças disruptivas e, simultaneamente, conferem sentido a eventos aparentemente inexplicáveis. Entre os xinguanos, todo e qualquer infortúnio provém, em última análise, de um feitiço.



Sapaim fuma o *petam*, feito de fumo natural e usado no ritual xamanístico.

Tanto no Alto como no Médio Xingu, os xamãs realizam curas de males que as populações tribais identificam como ‘doenças de índio’, por oposição às ‘doenças de branco’. Isso é feito através de dois meios principais e não excludentes: a aplicação de ervas e a manipulação corporal, que favorece a extirpação de objetos patogênicos do corpo do ‘doente’. O tratamento de base herbácea não é apanágio exclusivo do pajé, mas está distribuído entre outros membros da população. São aqueles ‘que sabem a cura’ e diferem dos xamãs porque não adquirem ou realizam sua vocação por meio de transe, coma ou sonho, nem intervêm nos casos provocados por ‘espíritos’.

A categoria ‘espírito’ é aberta, isto é, abrange seres e fenômenos naturais revestidos de qualidades transcendentais e entes que não têm contrapartida no mundo visível. Todos são invisíveis e têm grande influência na vida dos humanos. O doente e o xamã são pessoas que foram ‘mortas’ por um espírito, usando uma flecha invisível (que o pajé retira e torna visível na sessão curativa), ou que tiveram roubada a alma (que o pajé tem o poder de repor).

O ato de ver é que define a relação com o mundo sobrenatural. Quem vê os espíri-

tos são os xamãs ou os doentes (estes, xamãs virtuais). Ver o invisível é percorrer as fronteiras entre o social e o sobrenatural. Entre xamã/doente/espírito há ambigüidade e identificação. A cura xamanística dá-se ao longo de um extenuante trabalho, durante o qual o xamã reencena a doença, torna-se o doente e contempla o espírito que o assombra. Conjurando o mal significa retornar ao domínio da sociedade.

Os poderes do xamã supõem a crença no xamanismo, que pode ser entendida sob três aspectos principais: há a crença do pajé na eficácia de suas técnicas; a crença do doente nos poderes do pajé; a confiança e o interesse da opinião da coletividade, que constitui o campo dentro do qual se definem as relações entre o xamã e o indivíduo submetido a seu tratamento. Ora, neste sentido, “a situação mágica é um fenômeno de consenso”, como observa Lévi-Strauss. O consenso, isto é, a participação coletiva em um mesmo universo de significados e a adesão ao jogo dramático tramado pela pajelança, é fundamental para que se realize a ‘eficácia simbólica’, princípio da cura xamanística. Por outro lado, e simetricamente, a pajelança deve atestar a realidade do sistema que a tornou possível e de-

ve reafirmar o quadro de representações coletivas que torna viável a vida social.

Neste ponto intervém um fator extremamente interessante: a extração de um objeto do corpo do doente para expressar o ato de cura é fenômeno recorrente em quase todas as sociedades onde está presente a figura do xamã. Apresentar a doença como coisa tangível e visível é decisivo para obter-se a adesão coletiva ao trabalho xamanístico. Lévi-Strauss cita o caso descrito por Boas, de Quesalid, um kwakiutl extremamente cético quanto aos poderes dos xamãs, que se deixa iniciar na 'cura mágica' apenas para poder melhor desmistificá-los. Logo aprende a simular a extração de um objeto do corpo dos pacientes, o que confirma as suas suposições iniciais: tudo não passava de um truque. Chamado, porém, a enfrentar seu primeiro caso, Quesalid tem ótimo desempenho e cura o doente. Surpreso, visita outra tribo em que o tratamento xamanístico processava-se sem o recurso daquela *mise-en-scène*, e sua atuação tem sucesso onde os pajés locais fracassavam. O fato de apresentar uma 'prova material' fazia toda a diferença e acabou por colocar em xeque os poderes dos pajés locais diante de sua própria clientela.

A história de Quesalid sugere que o sistema da magia constitui, nas sociedades em que está presente, um roteiro tão bem enraizado culturalmente que é forçoso segui-lo e aceitar um papel dentro dele, e propõe uma questão: se parte fundamental do trabalho do xamã é uma *mise-en-scène*, como explicar a cura? Como pode o xamã acreditar em seus poderes, se sua arte admite o truque? A menos que se suponha que o doente também pratica uma encenação, o que é desmentido pela literatura etnográfica, resta explicar a cura xamanística sem recorrer ao lugar-comum da auto-sugestão, ou ater-se ao aspecto instrumental do ritual.

Lévi-Strauss propõe, em analogia com a psicanálise, que a cura xamanística é da ordem da 'ab-reação', fenômeno através do qual uma pessoa é levada a extravasar e superar suas perturbações íntimas. O xamã (como o psicanalista) leva o paciente a reviver de maneira muito intensa uma situação original e a percebê-la em detalhes. Ele traduz o caos sensitivo da vítima em termos místicos, através do canto e da invocação de espíritos, do roteiro dramático que mobiliza a coletividade, fazendo com que cada um ocupe um lugar determinado. O caos é como que colocado em estrutura, ordenado, tornado inteligível e, finalmente, desfeito. "O xamã fornece a seu paciente uma linguagem, na qual se podem exprimir imediatamente estados não formulados e de outra forma informuláveis. E é a passagem a esta expressão verbal (...) que provoca o desbloqueio do processo fi-

siológico e a reorganização, num sentido favorável, da seqüência de eventos cujo desenvolvimento afetava o doente. Que os termos míticos empregados pelo xamã não correspondam a uma realidade objetiva não tem importância: o doente acredita neles. Espíritos benfeitores e malfeitores, monstros sobrenaturais e animais mágicos fazem parte de um sistema coerente, que funda a concepção indígena do universo."

Eis a dinâmica da cura xamanística e o estatuto da pajelança: linguagem que põe em relação significante *versus* significado, o domínio das experiências sensíveis e o universo simbólico que lhes confere sentido. Entre esses dois termos está a doença, momento decisivo de reafirmação, para as sociedades tribais, de sua simbologia, de confirmação de alianças tribais e dos elos que unem as diferentes regiões cósmicas.



Grupo de xamãs se dirige a local de ritual coletivo (Aldeia Yawalapiti, Alto Xingu).

Antes de passarmos ao estudo das interpretações e dos discursos, convém refletir brevemente sobre alguns fundamentos da medicina alopática, ponto de referência importante para muitos dos personagens que se envolveram com os acontecimentos aqui narrados. Segundo ideologia ainda predominante no meio médico, a medicina constituiu-se enquanto ciência desde o momento em que alcançou a objetividade, suprema recompensa aos espíritos que se empenharam, na virada do século XVIII, em suprimir de seu domínio toda mistificação e toda metafísica. Das quimeras da especulação à limpidez empírica, uma progressiva purificação epistemológica: eis a origem da clínica enquanto 'ciência positiva'.

Contra perspectiva tão simplória da história das ciências, Foucault argumenta que a reorganização do saber e da prática médica, ocorrida no início do século passado, não é da ordem da continuidade (resultado de um processo de aprimoramento cognoscitivo) mas da ordem da ruptura (uma reorganização operada no domínio de sua problemática). Não se trata mais de estudar e classificar doenças, mas de produzir um saber eficaz sobre o indivíduo doente. Redefinem-se as relações entre o ver e o dizer: diz-se o que se vê. Multiplicam-se os estudos e as dissecações anatômicas, o visível torna-se condição de toda objetividade.

Nesta perspectiva, reconstrói-se o fenômeno patológico, que se circunscreve ao espaço do corpo individual, por oposição à sua vinculação a propriedades abstratas. O próprio corpo é examinado enquanto sin-

gularidade composta de elementos distintos. À semântica dos males sobrepõe-se a sintaxe da doença, toda uma preocupação em compreendê-la em termos de causas e efeitos específicos. Essa visão se organiza num modelo etiológico, ainda hoje predominante, segundo o qual toda doença é produto de uma agressão concreta e externa ao organismo, pressupondo uma correspondência biunívoca entre estímulo patogênico e reação orgânica. Além disso (e sobretudo) a medicina expandiu-se enquanto saber e dispositivo de poder. Seu discurso tornou-se o discurso da competência, a fala autorizada e legitimada pela ciência. Seus protagonistas contam com forte apoio institucional e formam, sob esse aspecto, uma corporação que age como tal toda vez

que um de seus membros, ou de seus axiomas, é posto em questão.

O caso Ruschi constitui um exemplo especialmente interessante de encontro entre universos simbólicos divergentes no âmbito de um mesmo conjunto de fatos, a pajelança. A seu respeito produziram-se discursos que reapropriam em causa própria temas tão diferentes como a cura xamanística, o tratamento médico, as noções de doença e diagnóstico, a medicina popular e os rituais — temas esses que põem em questão as fronteiras entre religião, magia e ciência.

Há uma idéia que orienta todas as demais: a da doença. Como bem expressa Susan Sontag, a doença é uma metáfora do social. A condição do doente é fixada, compreendida e superada segundo cânones culturais. Não se trata apenas de um fato orgânico e objetivo, mas de uma realidade socialmente construída, a partir da qual se produzem e se articulam representações do mundo e do cosmos. Vimos isso com nitidez no caso das sociedades xinguanas de Raoni e Sapaim. Lá, a íntima articulação entre o plano do sentido e do concebido é o penhor da cura xamanística.

Mas, na sociedade ocidental, a condição metafórica da doença não é menos válida. Sem dúvida, muitas das nossas representações da enfermidade estruturam-se de acordo com as categorias produzidas pelo saber médico. Nós explicamos a doença recorrendo ao modelo etiológico: entendê-la tornou-se sinônimo de conhecer a sua causa. Mas há outro gênero de indagação relativo às enfermidades que é irreduzível à explicação causal, como bem assinalam Herzlich e Pierret: 'Por que eu? Por que agora?' Explicar a doença torna-se então uma busca de sentido. É interessante perceber o papel crescente que a noção de 'modo de vida' tem desempenhado nos discursos produzidos sobre as moléstias, no âmbito da nossa própria civilização.

A idéia de que está no 'modo de vida' instituído pela sociedade industrial a origem de boa parte das doenças que conhecemos informa toda uma corrente que ganhou corpo a partir do final da década de 1960 na medicina moderna. Postula-se precisamente a insuficiência do modelo etiológico clássico e trata-se de pensar a causalidade das doenças em termos multifatoriais, que têm no ambiente e nas condições de vida variáveis fundamentais. Essa postura também é a das chamadas 'medicinas alternativas', como a homeopatia unicista e as terapias naturalistas, que prescrevem como tratamento básico para certos males um modo de vida 'mais saudável'.

Ora, reencontramos o caso Ruschi e o debate que através dele travam médicos 'tradicionais' e 'alternativos'. Os últimos identificam-se imediatamente com o que

denominam de 'medicina indígena'. Afinal, em última análise, não são exatamente os índios aqueles que desfrutaram de um modo de vida 'natural' e 'integrado'? Não encarnam eles com perfeição o 'valor-natureza', tão caro ao seu discurso? Naturalistas, homeopatas e cientistas que, de um modo geral, vêm com olhos críticos a civilização industrial estão prontos a admitir a eficiência da pajelança mas — note-se — porque acreditam que ela está amparada num profundo conhecimento empírico da natureza. A dimensão sobrenatural da pajelança é firmemente rejeitada pelo próprio Ruschi, quando reduz o ritual xamanístico a um aspecto residual do tratamento.

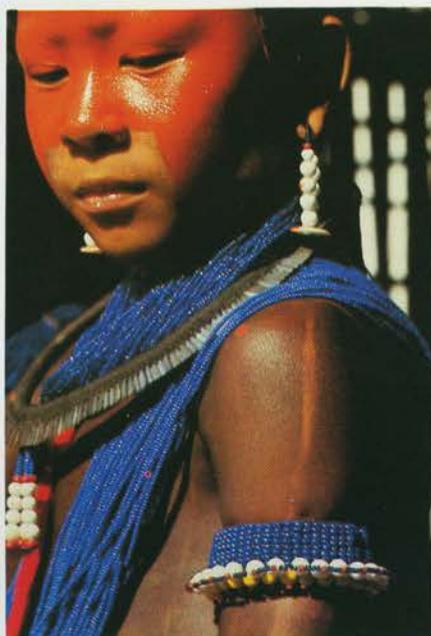


foto Agência F4 — João R. Ripper

Entre os Kayapó, estão ainda muito vivos os rituais e as pinturas corpóreas cerimoniais.

É extremamente difícil, mesmo para os que são simpáticos ao trabalho dos índios, admitir o caráter mágico-religioso da *performance* do xamã. Eis então que o critério da visibilidade e da tangibilidade, tão caro ao senso comum científico — e também ao imaginário indígena, como vimos —, torna-se ponto fundamental no argumento de quem está 'a favor' dos pajés. "Meninos, eu vi", afirma o jornalista, iludido com a arte certa de Sapaim, que já levava na mão a massa verde-oliva a ser 'retirada' do corpo do cientista.

Ao privilegiar apenas o conhecimento empírico/racional (que sem dúvida os pajés, e não apenas eles, detêm) e rejeitar a validade do sistema de representações que dá significado a esse conhecimento, os intelectuais simpáticos à pajelança projetam sobre o universo simbólico das sociedades tribais uma clivagem característica de sua própria cultura, na qual a ciência se con-

trapõe às formas de pensamento, religiosas ou não, que atribuem sentido às ações humanas e aos eventos do mundo natural. Ironicamente, o que caracteriza toda a simbiologia e todas as práticas vinculadas às doenças nas sociedades primitivas é precisamente a indistinção entre o que é propriamente medicina, magia ou religião. O mal será sempre relacionado a um delito cometido contra os deuses, os mortos ou a sociedade. Tudo faz sentido, todos os eventos são relacionados a diferentes planos cósmicos e a um corpo de crenças que para nós, civilizados, são à primeira vista consideradas ininteligíveis.

Como se sabe, há muito os propósitos da medicina deixaram o domínio exclusivo da nosologia. Qualquer dimensão da vida social, vinculada ainda que remotamente à categoria 'saúde', lhe diz respeito, sejam as políticas públicas, as relações de trabalho ou a vida privada. A repercussão obtida pela ação de Raoni e Sapaim é, pois, diretamente proporcional à sua capacidade de propor limites à atuação do saber médico e, por extensão, à ciência. Sobretudo, ela é percebida por parte da comunidade científica como desafio a um pressuposto elementar da medicina: o de que ela é competente para identificar e tratar doenças. Tudo se passa como se a própria condição heurística e 'verdadeira' do discurso médico estivesse em questão. E o desafio é tanto mais grave quando se desenrola numa sociedade ainda parcialmente impermeável aos seus axiomas.

Por isso a ortodoxia médica é taxativa: pajelança é charlatanismo, farsa desprovida de qualquer fundamento racional. O caso Ruschi é encampado pela cruzada movida, desde tempos remotos, contra os 'enganadores da população' — médiuns, curandeiros e afins —, com amparo de dois expoentes da elite católica conservadora brasileira, os jornais *O Estado de S. Paulo* e *O Globo*. À cruzada, é verdade, não faltam lances prosaicos, como o processo movido contra o médico que louvou os pajés xinguanos. Se nos remetermos porém à ideologia da medicina clínica a respeito de sua própria origem, não surpreende que a olhos tão positivistas cause horror qualquer sinal de 'magia' ou 'superstição'.

Por outro lado, o apoio que prestam à pajelança certos médicos 'alternativos' decorre dos mesmos parâmetros que sustentam os argumentos em direção contrária aos seus: a validade heurística do empreendimento. Neste caso a ortodoxia está mais próxima da razão: a cura xamanística é mesmo sobrenatural, isto é, extracientífica. O tratamento não se baseia nos princípios bioquímicos de determinadas substâncias, que não raro integram sistemas terapêuticos não convencionais. Numa palavra: o saber do xamã nada tem a ver com a 'me-



foto Agência F4 — Ricardo Malta

Raoni proclamou-se pajé para ascender à liderança pan-indigenista.

dicina popular'. A cura não se dá pelas ervas, como supõe Ruschi, a menos que as entendamos como mais um dos elementos simbólicos, como o *petam* e a pasta verde, que participam do ritual. Demonstrar que as ervas do pajé não têm propriedades fármaco-curativas, tarefa à qual se entregam alguns homens de ciência, certos de que assim 'elucidariam' o caso Ruschi, é um truismo.

Reconheço que é notável a motivação de alguns dos cientistas que desqualificam a pajelança. Eles têm em vista, afinal, as parcelas menos favorecidas da população. Dignificar e difundir o conhecimento científico, acreditam, é condição para que esses segmentos possam exigir atendimento médico adequado e qualificado. Daí a insistência em contrastar os fundamentos da terapêutica clínica, sempre sujeitos à verificação experimental, com as 'curas milagrosas', inverificáveis por definição. Mas chamo a atenção para a frequência com que estas restrições traduzem-se em estigmas e sectarismo, enquanto da parte dos pajés há tolerância para com os procedimentos terapêuticos ocidentais. Sabem eles distinguir com tranquilidade o que é do que não é 'doença de índio'. O seu saber não se pretende hegemônico.

Certos médicos denunciam um erro de diagnóstico: não é possível, dizem, que o veneno de sapo continue atuando no organismo de Ruschi. Brandem os exames em que baseiam suas afirmações. Mas, justamente, o diagnóstico dos pajés não requer exames, mas decifração. A causa da doença está apenas metonimicamente no corpo, como o objeto a ser extraído. Não é preci-

so tocá-lo ou percorrê-lo em minúcia. É o transe do xamã que lhe permite vislumbrar com exatidão a origem do mal. O transe, o acesso à sobrenatureza, é a condição do diagnóstico xamanístico.

Dentro do universo simbólico das sociedades xinguanas, o transe do pajé nada tem de irracional. É absolutamente coerente com todo o sistema xamanístico. A cura do doente advém exatamente do caráter sistemático do processo, uma linguagem que, como vimos, supõe a adesão consensual de todos os que dela se servem. Resta então um problema: como explicar a melhora no estado geral de Ruschi após a pajelança? Evidentemente não é possível admitir a presença da eficácia simbólica: não só xamã e paciente participam de culturas inteiramente heterogêneas, como o cientista absolutamente não acredita nos poderes sobrenaturais do pajé. Auto-sugestão? Encenação de quem aproveita a ocasião para reafirmar seu ideário naturalista? Intervenção de algum fator inexplicável pelo ângulo que empreguei neste artigo?

Há outro ponto interessante: a posição do pajé na sociedade alto-xingua é central. A partir dele, da sua faculdade divinatória e de seus veredictos desenha-se o mapa político da tribo, definem-se alianças. Não terá sido o 'caso Ruschi' uma transposição, para o plano das relações interétnicas, desta mesma lógica política? Sugiro que Raoni e Sapaim, ao permanecerem por uma semana em destaque absoluto na mídia nacional, valorizando imensamente a cultura de seu povo e colocando à prova seus poderes, atualizaram a aliança histórica que as populações indígenas

mantêm, em nível simbólico, com parcelas das camadas urbanas brasileiras. E não se pense que não tinham consciência disso: portaram-se todo o tempo como cielos representantes de uma outra cultura que, num gesto de profunda boa vontade e diplomacia, dispunha-se a colaborar para a solução de um problema que, afinal de contas, era nosso. Não perderam uma única oportunidade de confirmar a validade de seus métodos, o que, dentro do quadro, era fundamental.

Na verdade, não é tão recente assim a capacidade que certas populações tribais manifestam de manipular as representações produzidas pela nossa própria sociedade a seu respeito. O 'valor-natureza' atribuído ao índio, figura genérica à qual ainda associamos virtudes rousseauianas, depende da 'autenticidade' que os índios de carne e osso são capazes de demonstrar. Por isso representam para nós, repetidamente, e especialmente em Brasília, diante dos sensores da mídia, o papel de... índios. Sua sobrevivência, afinal, está em jogo, e depende em grande parte da sensibilização da opinião pública para a causa indígena.

Na mesma linha de raciocínio, a pajelança deve ser entendida como parte de um movimento mais amplo, em que a manutenção das tradições culturais é percebida pelas sociedades tribais como ponto fundamental de uma estratégia definida para enfrentar o contato civilizatório. Terence Turner ressalta que o xamanismo kayapó, por exemplo, ressurgiu há cerca de dez anos, desde que melhoraram as condições de saúde da população (até então dependente da medicina ocidental, por causa das mazelas da 'pacificação'), dentro de um quadro de reafirmação do *ethos* kayapó. É bom lembrar, a propósito, que Raoni não era até bem pouco tempo um pajé, condição que passou a proclamar exatamente para poder ascender à condição de líder pan-indigenista. Além da posição privilegiada que desempenha nas relações intertribais, o xamanismo aparece aos olhos de determinadas lideranças indígenas como parte de um 'nacionalismo cultural', um saber exclusivo, que reforça a posição das populações tribais diante da civilização.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- VIVEIROS DE CASTRO E., *Indivíduo e sociedade no Alto-Xingu*. Tese de mestrado apresentada ao Museu Nacional (UFRJ) em 1977.
- LÉVI-STRAUSS C., *Antropologia estrutural*. Rio de Janeiro, Tempo Brasileiro, 1968.
- FOUCAULT M., *Microfísica do poder*. Rio de Janeiro, Graal, 1982.
- TURNER T., *From cosmology to ideology: resistance, adaptation and social consciousness among the Kayapo*. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi/ABA, 1987.

No Brasil, o processo de miscigenação tem sido particularmente intenso, favorecendo a troca de genes entre as diferentes populações que se estabeleceram em nosso vasto território.

Pedro H. Saldanha

Instituto de Biociências,
Universidade de São Paulo

MISTURA DE RAÇAS

MISTURA DE GENES

Na espécie humana, as 'raças puras' só existiram na imaginação dos antropólogos do século passado. Indivíduos geneticamente idênticos só ocorrem em espécies assexuadas. Nas demais, excetuando-se o caso dos gêmeos monozigóticos (originados da mesma célula-ovo), cada indivíduo tem uma constituição genética única, diferente da dos demais membros de sua espécie. Em virtude do fenômeno da recombinação dos genes a que está sujeita toda espécie sexuada, inclusive a humana, alguns indivíduos podem assemelhar-se quanto a determinados caracteres genéticos, mas diferirão quanto a outros.

A identificação de grupos raciais depende dos caracteres genéticos que se considerem. Como as populações podem ter alguns caracteres em comum, mas não todos, diferentes caracterizações raciais podem levar a conclusões contraditórias. As populações negras do sul da África, por exemplo, apresentam elevada frequência de sangue do grupo O, exibindo uma distribuição de grupos sanguíneos muito semelhante à dos escoceses, que têm a maior frequência desse grupo na Europa. Um antropólogo que conhecesse apenas, dessas duas populações, os dados referentes aos grupos sanguíneos ABO poderia incluí-las num mesmo grupo racial.

Já em pleno século XX, equívocos desse tipo continuaram a ser cometidos por muitos antropólogos. A partir de caracteres como altura, índice cefálico, cor da pele e dos olhos, elaboraram-se classificações raciais que conduziam à noção de 'raça pura'. Foi-se ainda mais longe: numa associação gratuita, passou-se a considerar todas as aquisições da civilização européia como 'atributos' de determinada cor de pele ou formato de crânio. Em especial, o tipo nórdico foi identificado como o 'super-homem'. Explorada politicamente, essa noção pseudocientífica de raça marcou a ignóbil era do nazismo.

Embora o conceito de raça seja relativo, as diferenças raciais, objetivamente consideradas, podem explicar os estágios biológicos em que se encontram diversas populações e grupos raciais humanos. A diferença das frequências de determinados genes em duas populações podem, por exemplo, refletir o grau de diversidade entre as mesmas. Sabemos também que a diversidade genética observada em determinada espécie é o resultado da adaptação de diferentes grupos às condições ambientais locais em determinado período da evolução.

A formação de raças e espécies é um processo extremamente lento, que resulta da cooperação de diferentes fatores evolutivos. É muito importante, para o aparecimento de raças, que populações de uma mesma espécie fiquem isoladas umas das outras, completa ou incompletamente. É esse isolamento — frequentemente determinado por barreiras geográficas como rios, mares ou montanhas — que permite que as modificações genéticas ocorridas em cada população fiquem restritas a ela.

O processo primário responsável pelas modificações genéticas que se produzem numa população é a mutação. Embora a taxa de mutação de cada gene específico, entre os miúdos que caracterizam determinada espécie, seja muito baixa, no conjunto esse valor pode ser relativamente alto, levando ao aparecimento, a cada geração, de alguns novos mutantes. Em sua grande maioria, as mutações são deletérias, isto é, contribuem para diminuir a viabilidade e a fertilidade de seus portadores. Ao longo do processo histórico podem, no entanto, ocorrer mutações que permitam aos membros de uma população um melhor ajustamento às novas condições do ambiente. Estas são então positivamente selecionadas e, uma vez que seus portadores se tornam relativamente mais férteis, tendem a transmitir-se às novas gerações. O processo de seleção natural determina a fixação de novos mutantes, que diferem segundo as condições ambientais das áreas habitadas pela população.





A diferenciação genética ocorre porque os grupos geograficamente isolados constituem populações panmíticas, isto é, populações cujos membros tendem a se acasalar entre si. Paralelamente à ação da seleção natural, as flutuações aleatórias nas frequências dos genes podem acentuar a diferenciação evolutiva de populações muito reduzidas. Assim, determinada geração pode originar-se de um número restrito de casais férteis (tamanho efetivo da população), o que possibilita acentuadas flutuações ao acaso da frequência dos genes que a caracterizam. O efeito da flutuação genética aleatória é tanto mais intenso quanto menor for o tamanho efetivo da população. A diversificação genética promovida pela ação integrada da mutação, da seleção natural e da flutuação genética pode acentuar-se a ponto de o cruzamento de membros de populações diferentes tornar-se infértil ou produzir híbridos inférteis, passando a ser evitado. Nesse estágio, estabelece-se um isolamento reprodutivo das populações, que passam a constituir espécies distintas.

Durante o longo processo de diferenciação genética posterior ao isolamento geográfico, constituem-se as raças, ou subespécies, assim chamadas porque os cruzamentos entre membros dessas diferentes populações são férteis. Aplicando-se a populações geograficamente isoladas, com qualquer grau de diversidade genética, o conceito de raça é, portanto, relativo.

Também as raças humanas originaram-se como resposta adaptativa às condições do meio ambiente e, ao que tudo indica, os caracteres físicos próprios dos principais grupos raciais humanos tiveram grande importância nesse processo. Contudo, com o desenvolvimento da cultura, os membros de diferentes grupos raciais tornaram-se capazes de vencer as barreiras ambientais que os isolavam. Teve assim início a migração em grande escala, acompanhada da miscigenação de diferentes grupos raciais. É provável, portanto, que o desenvolvimento da cultura — ao romper o isolamento de grupos raciais, que poderiam constituir no futuro novas espécies — tenha impedido que as diferenças genéticas entre as populações humanas se acentuassem.

Os caracteres físicos tornaram-se cada vez menos relevantes no ambiente configurado pela civilização, afrouxando-se assim o efeito da seleção natural. Características como a quantidade de pigmento da pele (melanina), a compleição física, a dobra palpebral mongólica, a quantidade de glândulas sudoríparas ou a relação entre o peso e a superfície da pele — hoje pouco relevantes — teriam tido, ao que se supõe, valor adaptativo nos primórdios da evolução humana. Em regiões tropicais, as raças negróides eram provavelmente mais bem adaptadas que os grupos caucasoídes; estes, por sua vez, teriam tido seu desenvolvimento nas regiões temperadas facilitado por suas características raciais.

A 'distância' da frequência gênica entre uma população híbrida e as populações originais varia de acordo com a contribuição relativa destas últimas. Com base nesse postulado, é possível deduzir uma fórmula para calcular o grau de mistura racial. De fato, como se pode concluir do exame da figura 1, a menor distância entre determinada frequência gênica da população híbrida e de uma das populações originais indica maior proximidade genética, mostrando de onde a população misturada recebeu maior contingente genético.

A situação mais simples de fluxo gênico — isto é, da dispersão de genes de uma população a outra através da fertilização de gametas — é a que ocorre entre duas populações que diferem na frequência (q) de determinado gene. Se apenas duas populações parentais com frequências q_1 e q_2 contribuem para a composição genética de uma população híbrida, a frequência gênica q_h , esperada nesta última, depende das contribuições relativas de cada população original. Se estas são medidas em proporções do total da população resultante, x e y , a frequência gênica resultante será $q_h = xq_1 + yq_2$. Logo a contribuição de uma das populações será $x = (q_h - q_2) / (q_1 - q_2)$, e a da outra, $y = 1 - x$.

A situação pode ser mais complexa, especialmente quando se busca avaliar os componentes raciais de populações trihíbridas. Na prática, a mistura tríplice pode ser avaliada por meio de 'marcadores raciais', isto é, genes cuja frequência é relativamente alta numa população original e, por outro lado, muito baixa ou ausente nos dois outros grupos 'parentais'. Uma população trihíbrida pode ser considerada dihíbrida para efeito do cálculo dos componentes a partir de 'marcadores raciais'. O terceiro componente é representado pelo valor que completa a diferença entre as somas dos componentes obtidos e a unidade (ou 100%).

Consideremos, por exemplo, uma população trihíbrida derivada da mistura de negros, índios e brancos. Os genes R^0 ou cDo (do sistema de antígenos sanguíneos Rh) e Di^a (fator Diego, grupo sanguíneo característico das populações indígenas puras) podem ser, respectivamente, marcadores de negros e índios, porque o primeiro é virtualmente inexistente entre europeus e índios sul-americanos e o segundo está ausente entre brancos e negros. Os componentes negro (x) e índio (y) podem ser obtidos por meio das frequências gênicas R^0 e Di^a , considerando-se as populações originais como, respectivamente, negra *versus* não negra e índia *versus* não índia, através da fórmula apresentada na figura. O terceiro componente, o caucasoíde (z), é obtido subtraindo-se a soma de x e y do total: $z = 1 - (x + y)$.

A frequência (q_h) esperada do gene numa população triétnica depende da frequência deste mesmo gene nas três populações originais (q_1, q_2, q_3), de modo que $q_h = xq_1 + yq_2 + zq_3$, que é a média ponderada das contribuições relativas de cada população original.

Os cálculos da mistura racial resultante do fluxo gênico vêm sendo aperfeiçoados não só para dar conta de situações mais

proporções raciais presentes em qualquer indivíduo de uma população — instrumento que, cabe observar, pode ser utilizado para fins deploráveis em países onde a discriminação racial é oficializada.

Do ponto de vista estritamente científico, o cálculo dos componentes raciais individuais permitirá estabelecer correlações com medidas de características genéticas complexas (poligênicas), como as antropo-

métricas e comportamentais. Neste último caso, poderá constituir um instrumento para a genética do comportamento. Além disso, o cálculo da mistura racial a partir de características monogênicas seletivamente neutras (como os grupos sanguíneos) permite avaliar o possível efeito da seleção natural sobre outros caracteres, de natureza polimórfica, como as hemoglobinas anormais, de que trataremos adiante.

A história racial da colonização portuguesa e espanhola na América é marcada pela mistura de três grupos étnicos: o branco (predominantemente ibérico), o indígena (que aqui já habitava) e, em menor extensão, o negro trazido da África na condição de escravo. Como consequência desse processo, encontramos aqui grupos diíbridos e triíbridos, cuja frequência relativa e distribuição geográfica variam amplamente no território sul-americano. Atualmente podem ser reconhecidos grupos 'puros' ou não miscigenados representados pelo índio, pelo branco europeu e seus descendentes nascidos na América e pelo negro; grupos diíbridos, oriundos da miscigenação entre índio e branco (mameluco, mestiço ou *cholo*), entre índio e negro (cafuzo ou *zambo*) e entre branco e negro (mulato); e, finalmente, os grupos triíbridos, resultantes da mistura dos três grupos (ver 'Nossas origens na África').

Num quadro geral, o branco aparentemente não miscigenado, ou caucasóide, distribui-se predominantemente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Nestas duas últimas, ocorre também um forte componente negro que cresce no sentido oeste-leste, e outro indígena, que cresce no sentido inverso. No território de coloniza-

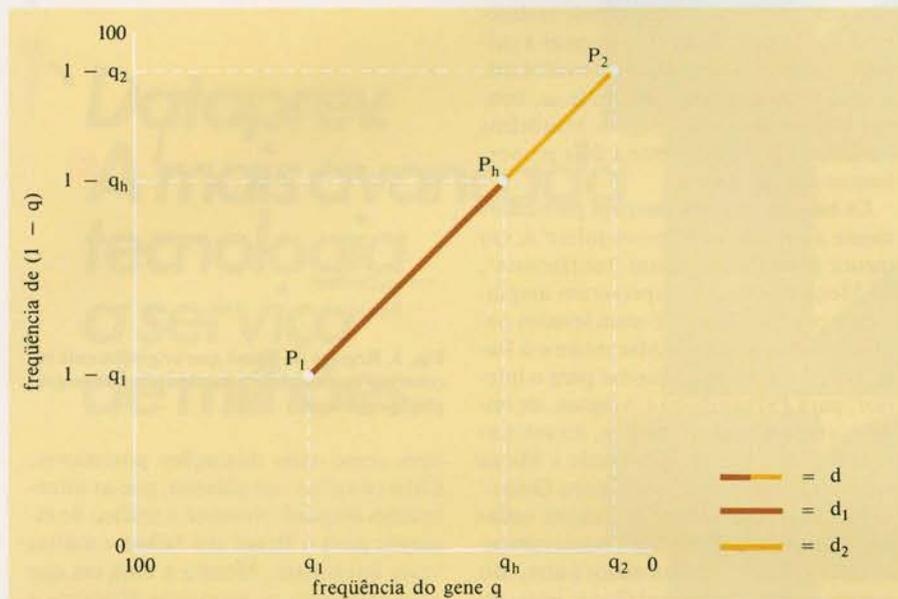


Fig. 1. Representação gráfica das proporções gênicas de duas populações não misturadas (P_1 e P_2) e de uma população híbrida (P_h) do estado de São Paulo. P_1 é formada por negros, com frequência gênica q_1 (0,65); P_2 é caucasóide, com frequência gênica q_2 (0,07); P_h é negróide, com frequência gênica q_h (0,28). O fato de P_h estar mais próximo de P_2 do que de P_1 revela que a população híbrida é geneticamente mais próxima da caucasóide, isto é, tem genes originários desta última em maior proporção do que a dos genes advindos da população negra. Mais precisamente, a proporção gênica africana (x) na população negróide de São Paulo é 36% ($d_2/d = 0,21/0,58 = 0,36$), enquanto a proporção gênica caucasóide ($1 - x$) é de 64% ($d_1/d = 0,37/0,58 = 0,64$).

complexas como para proporcionar estimativas mais precisas dos componentes raciais. Para isso, empregam-se diferentes recursos matemáticos cujo uso foi facilitado com o advento da computação eletrônica e a elaboração de numerosos programas específicos. Assim, a composição de populações trirraciais, como as do Nordeste do Brasil, tem sido avaliada pelos métodos de análise matricial (quadrados mínimos) e da máxima verossimilhança a partir de grande número de genes marcadores raciais. Mas o método tem seus riscos: a utilização de marcadores de pouco valor na discriminação dos grupos raciais — por não exibirem diferenças de frequências gênicas nas populações parentais — pode introduzir distorções imprevisíveis nas estimativas.

Embora os modelos matemáticos sejam sempre simplificações, desconsiderando muitos fatores efetivos na situação real das populações humanas, sua aplicação permite comprovar a miscigenação e avaliá-la quantitativamente. Já se desenvolveram também métodos que permitem calcular as

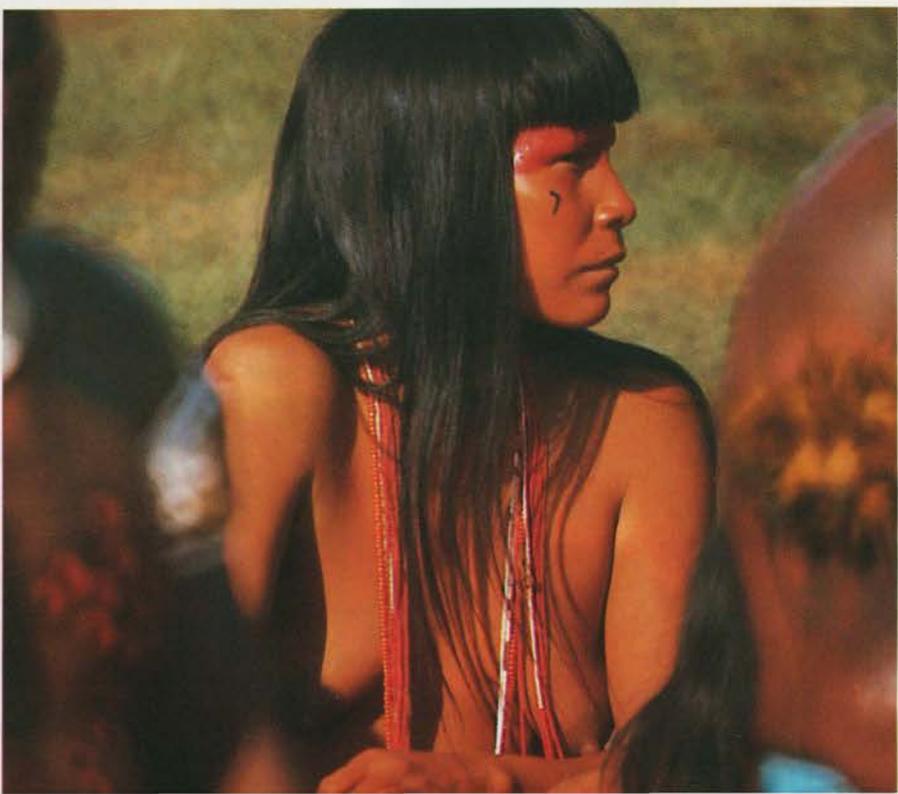


foto Câmara Três — Claus C. Meyer

NOSSAS ORIGENS NA ÁFRICA

Boa parte do que sabemos sobre as relações históricas e etnológicas entre as populações caucasóides e outros grupos negróides no Brasil tem base nas investigações pioneiras empreendidas pelo etnógrafo, criminalista, patologista e sociólogo Nina Rodrigues (1862-1906) e no gigantesco trabalho posterior do antropólogo e folclorista Artur Ramos (1903-1949).

O número de escravos introduzidos no Brasil foi calculado em 18 milhões, o que equivale a cerca de cinco a seis milhões por século, em média. Mas a origem africana dos negros brasileiros — que formam hoje o segundo grupo racial do país — ainda não foi suficientemente esclarecida. De fato, é possível relacionar a cultura de negros brasileiros a diferentes culturas africanas (figura 2). Pode-se, contudo, afirmar que os negros brasileiros pertencem principalmente a dois grupos: bantos e sudaneses.

Os bantos, que representam particularmente a cultura 'angolo-congolesa' e, em menor extensão, a cultura 'contracosta', de Moçambique, se dispersaram amplamente por todo o país. Foram levados para vários locais: para o Maranhão e o Pará, onde migraram da capital para o interior; para Pernambuco e Alagoas, de onde migraram para o Ceará; e, no sul, para o Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, de onde migraram para Goiás.

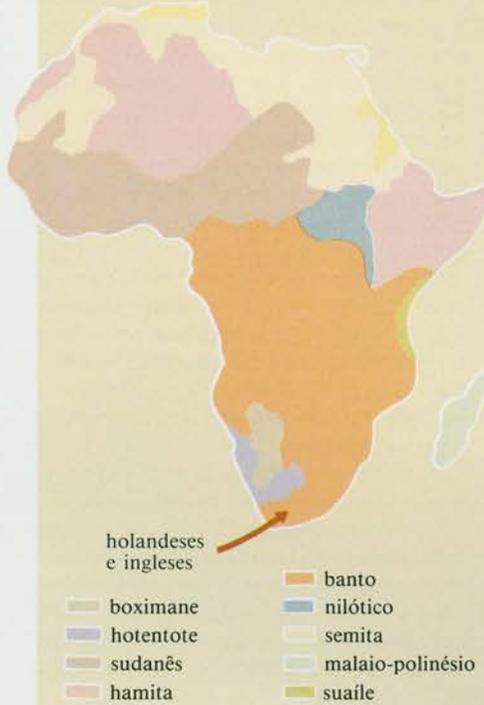
Já os representantes da cultura sudanesa foram levados quase exclusivamente para a Bahia. Em sua maior parte, são negros achantis, da atual Gana; jejes, do Daomé e, principalmente, iorubanos, da Nigéria (sobretudo da parte meridional). Os sudaneses foram trazidos em menor número que os bantos e, em muitas regiões, as distribuições originais dos dois grupos se superpõem.

A figura 3 mostra as regiões para as quais os escravos foram transportados,



Fig. 3. Regiões do Brasil que originalmente receberam escravos; as setas indicam as migrações posteriores.

bem como suas migrações posteriores. Cabe ressaltar, no entanto, que as informações disponíveis sobre o tráfico de escravos para o Brasil são falhas e muitas vezes imprecisas. Mesmo a data em que aqui chegaram os primeiros africanos é controversa. Há indícios de que o tráfico negreiro se iniciou em 1538, quando um pequeno grupo de negros teria sido trazido ao Rio de Janeiro. É certo, porém, que esse comércio foi mais ativo entre os séculos XVI e XIX, o que significa que a mistura de brancos e negros no Brasil data de 12 gerações de 30 anos.



CORRESPONDÊNCIA ETNOLINGÜÍSTICA

Grupo cultural africano		Distribuição geográfica na África	Grupo cultural relacionado ao negro do Brasil	Distribuição geográfica primitiva no Brasil	Época provável da 1ª chegada ao Brasil	Observações
Grupos principais	Subgrupos					
Cultura Guiné-Sudanesa	Fulah Mandinga Houssah	Sudão Setentrional Senegal Guiné e Sudão oriental e central	'Malê'	Principalmente na Bahia	Começo do século XVII	Negros maometanos sob influência semítica ou hamítica. Pequeno tráfico no Brasil.
Cultura Sudanesa	Fanti-Ashanti Ewe Ioruba	Costa do Ouro Daomé Nigéria (principalmente no sul)	Mina Jeje Nagô	Bahia	Começo do século XVII Começo do século XIX	Tráfico intenso mas restrito a pequena área do Brasil. Principalmente representado por Ioruba.
Cultura Banto	Grupo ocidental	Congo e Angola	'Angola-Congolosa'	Rio de Janeiro, São Paulo, Maranhão, Pernambuco e Alagoas	Meio do século XVI	Grupo puramente lingüístico. Origem heterogênea sob influência hamítica. Tráfico intenso.
	Grupo oriental	Moçambique Tanganika, Região dos Lagos	'Contracosta'			

Fig. 2. Distribuição dos principais grupos etnolingüísticos na África (mapa) e correspondência etnolingüística entre negros africanos e brasileiros.

ção portuguesa original, que corresponde aproximadamente às regiões Sudeste e parte da Bahia, predomina o mulato; na região Norte predomina o indígena 'puro' ou pouco miscigenado, o que determinou a formação em áreas limítrofes, especialmente na região Centro-Oeste, de populações mestiças diíbridas de mamelucos. O grupo triíbrido existe, no Brasil, distribuição mais restrita, predominando na região Nordeste. A estes grupos soma-se o dos cafuzos — resultado da miscigenação de negros e índios —, que ocorre aleatoriamente sobretudo nas regiões litorâneas do Nordeste e do estado do Pará.

Admittendo-se diferenças na origem africana dos negros brasileiros, o componente caucasóide do negro brasileiro — calculado com base nas populações das cidades de Salvador, Rio de Janeiro, São Paulo e Porto Alegre — mostra nítida heterogeneidade.

Tomando-se o marcador racial mais fidedigno, R^o (cDe, do sistema Rh de antígenos sanguíneos), obtêm-se seguramente as estimativas mais prováveis da porcentagem do componente caucasóide, bem como do fluxo gênico médio por geração para essas populações. A figura 4 apresenta um resumo desses resultados.

Observa-se apreciável homogeneidade no componente caucasóide das populações negróides do Rio de Janeiro, São Paulo e Porto Alegre, em sensível contraste com o que se observa em Salvador. Ao primeiro exame, isto poderia indicar que a miscigenação na Bahia foi menor que no sul do país, ao contrário do que sugerem os dados demográficos e históricos.

O componente branco nos negróides brasileiros parece ser relativamente constante, mas a utilização, como marcadores, dos genes Di^a (Diego) e R^o (cDe) — característicos, respectivamente, dos índios e dos negros africanos — indica que tal componente pode corresponder parcialmente à contribuição de genes índios.

Com base na fórmula triplíce apresentada na figura 5, a frequência do gene R^o (cDe) indica que, entre os nordestinos, o componente negro é de cerca de 34%, ao passo que a frequência do gene Di^a (Diego) sugere que o componente índio é de cerca de 18%. Subtraindo-se do total os componentes negro e índio, estima-se o componente caucasóide em cerca de 48%. A soma dos componentes negro e índio (52%) aproxima-se do componente negro verificado na maioria das populações negróides do sul do país, sugerindo que parte do componente branco dos negros é substituído nos nordestinos por um componente índio.

Esses três componentes foram também estimados com base em vários marcadores gênicos, através da análise matricial e do

método da máxima verossimilhança, indicando os resultados que a contribuição não caucasóide deve ser inferior a 40%. Entretanto, pelo menos em parte, essas estimativas dependem do estado nordestino que se considere, ou mesmo da localidade. Em Pernambuco, por exemplo, o componente negro é três vezes menor que o observado na Bahia, ao passo que o caucasóide é mais de duas vezes superior. Já o componente índio cresce intensamente da Bahia ao Amazonas, sendo inversamente proporcional ao negro: tem valores baixos na Bahia, intermediários em Pernambuco e altos em Manaus, sem exceder, no entanto, a 40% nas populações híbridas (ver 'Em busca das raízes', em *Ciência Hoje* n.º 25).

O estudo genético da mistura racial admite que o fluxo gênico é predominantemente unidirecional, devendo por isso ser considerado uma aproximação que pode levar a estimativas discrepantes. Entretanto, a distribuição dos marcadores gênicos nas populações caucasóides brasileiras, quando comparada à que se verifica em populações européias originais, sugere que o fluxo gênico no sentido inverso, isto é, das populações negras para as brancas, foi reduzido. Esse argumento autoriza a considerar os negróides, isto é, negros 'puros' e mulatos em conjunto, como uma população relativamente isolada.

componente índio do litoral para o interior e de leste para oeste, onde o contato com populações indígenas parece ter sido mais intenso. De qualquer modo, o componente caucasóide parece ser, comparativamente, o mais constante no território brasileiro, excetuando-se a Amazônia. Já a contribuição índia para as populações negróides do sul do Brasil, como um todo, pode ser considerada desprezível.

Outro ponto importante a considerar é o efeito da seleção natural sobre os marcadores utilizados para o cálculo estimativo da mistura racial. As condições ecológicas e sociais a que estiveram e estão sujeitos os negróides brasileiros diferem sensivelmente daquelas em que viviam seus ancestrais na África. É possível que as forças seletivas que atuaram sobre os diferentes marcadores gênicos tenham sofrido alterações de intensidade nas novas condições enfrentadas pelos africanos na América e, em particular, durante a viagem nos navios negreiros, em condições que representavam uma barreira altamente seletiva.

Esse efeito deve ter sido especialmente intenso sobre os genes que determinam mudanças na estrutura normal da hemoglobina (siclemia). Em áreas endêmicas de malária, na África Central, os heterozigotos (indivíduos que alojam a forma co-dominante de um gene num dos cromossomos

COMPONENTE CAUCASÓIDE E FLUXO GÊNICO EM NEGRÓIDES BRASILEIROS

Grupo africano	Negróides brasileiros	Componente caucasóide	Fluxo gênico
Sudanes	Bahia	35%	3,5%
	Rio de Janeiro	60%	6,5%
Banto	São Paulo	55%	6,0%
	Porto Alegre	50%	5,5%

Fig. 4. O componente caucasóide e o fluxo gênico médio por geração são muito próximos no Rio, São Paulo e Porto Alegre. O mesmo não se dá na Bahia.

O valor médio do componente branco do conjunto das populações negróides brasileiras pode ser estabelecido em 50%, o que significa que o negróide brasileiro típico seria um mulato com um progenitor caucasóide 'puro' e outro de origem africana. Tal situação, no entanto, resulta de um contato racial que se estende há 12 gerações, o que teria permitido, em média, a 'injeção' de 6% de genes caucasóides, por geração, nas populações negróides.

A incidência do fator Diego observada nas regiões Norte e Nordeste mostra que o componente racial índio — constantemente presente nas populações daquelas regiões em porcentagens que variam de 10 a 40% — substitui sobretudo o componente negróide, em particular na Amazônia.

No Nordeste, como já observamos, a distribuição dos três componentes raciais não é uniforme. Há provavelmente um gradiente caracterizado por um aumento do

de um par e a forma recessiva no outro) desses genes são selecionados favoravelmente, mas na ausência desse fator ecológico, nos navios negreiros, o déficit hemoglobínico pode ter sido responsável pela maior eliminação de seus portadores. Isto se daria porque os homozigotos normais têm hemoglobina inteiramente normal, os homozigotos anômalos têm grande deficiência hemoglobínica e os heterozigotos são intermediários. De fato, encontramos entre os negróides brasileiros uma frequência de heterozigotos quanto ao gene da siclemia (6%) nitidamente inferior à que seria esperada com base na simples mistura racial (12%), postulando-se que o grupo tem 50% de genes caucasóides. É difícil, neste caso, discriminar entre o que é efeito do fluxo gênico e o que deve ser atribuído à seleção natural (ver 'Anemias imigrantes: origem das anemias hereditárias no Brasil', em *Ciência Hoje* n.º 14).

Comparando as estimativas de mistura racial dos negróides brasileiros com aquelas determinadas para o negróide norte-americano, de origem exclusivamente sudanesa ou guinéu-sudanesa, encontramos entre os últimos menor componente caucasóide. Globalmente, as populações negróides dos Estados Unidos portam menos de 30% de genes caucasóides, introduzidos através de um fluxo gênico de 3% por geração, ao longo de dez gerações. Essa proporção pode, entretanto, ser apreciavelmente inferior (20%) quando calculada a partir de marcadores gênicos mais fidedignos (gene R^0 ou cDe). Há indícios de que a contribuição índia para as populações negróides norte-americanas é numericamente desprezível ou nula.

Nas regiões meridionais dos EUA o componente caucasóide dos negróides não excede a 10%, ao passo que nos estados do norte chega a 22%, resultados compatíveis com o maior grau de preconceito racial existente nas regiões sulistas do país.

O que se pode portanto concluir, a partir da análise das pesquisas, é que o negróide

FREQUÊNCIAS GÊNICAS E CÁLCULO DOS COMPONENTES RACIAIS

1. Frequências gênicas com base no fator Rh (R^0 ou cDe)

Negro africano	(q_1)	0,635
Nordestino	(q_n)	0,233
Não-negro (índio + branco)	(q_2)	0,027
Diferença	($q_1 - q_2$)	0,608

Componentes raciais (%)

Não-negro	($1 - x$)	66,1
Negro	(x)	33,9

2. Frequências gênicas com base no fator Diego (Di^b)

Índio brasileiro	(q_1)	0,799
Nordestino	(q_n)	0,963
Não-índio (branco + africano)	(q_2)	1,000
Diferença	($q_1 - q_2$)	0,201

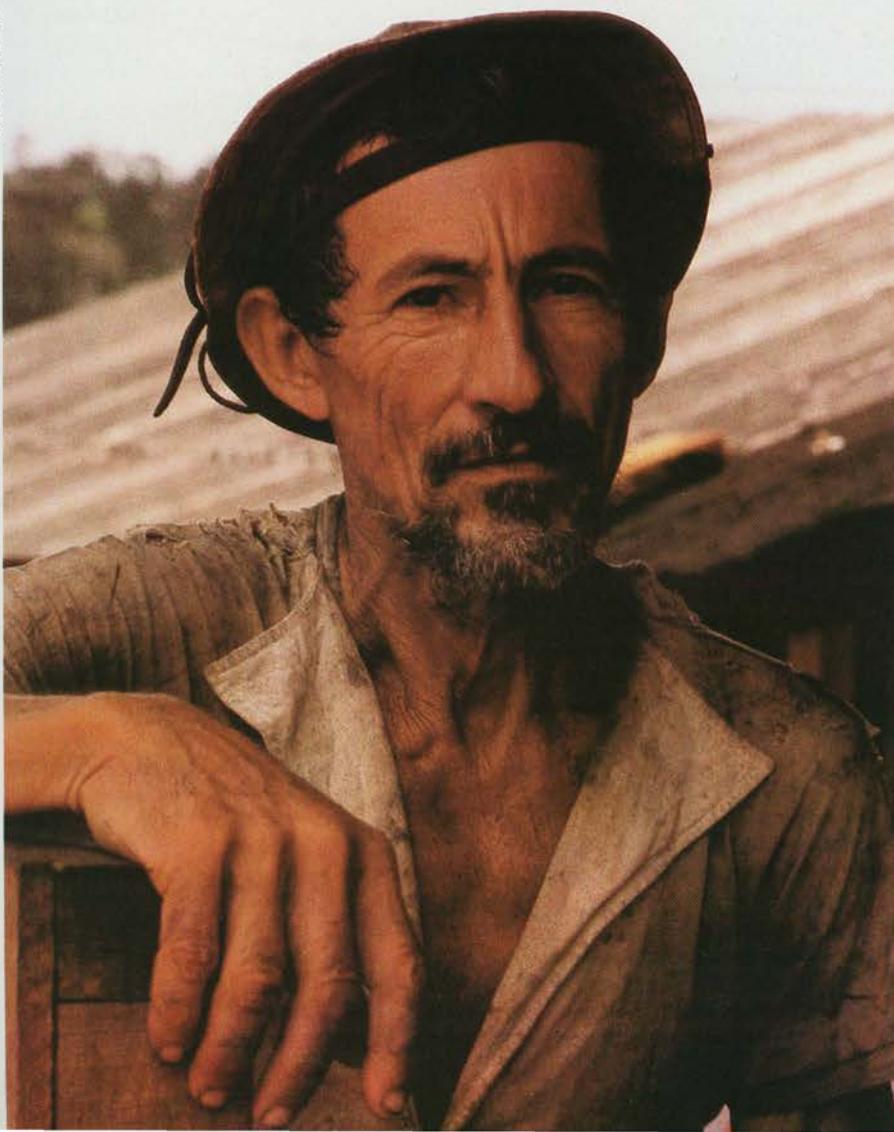
Componentes raciais (%)

Não-índio	($1 - y$)	81,6
Índio	(y)	18,4

3. Cálculo do componente caucasóide: $1 - (x + y) = 100 - (34 + 18) = 48\%$

Fig. 5. Frequências gênicas nas populações parentais e nordestinas e cálculo dos componentes negro, índio e caucasóide destas últimas, com base nas frequências de R^0 (cDe) e Di , marcadores gênicos de índios e negros, respectivamente.

foto Reflexo - Kim-Ir-Sen



brasileiro é, no mínimo, duas vezes mais caucasóide que o norte-americano. No Brasil, a miscigenação intensificou-se consideravelmente após a Abolição, que possibilitou oficialmente os casamentos inter-raciais, o que não ocorreu nos EUA. É bem sabido, da experiência colonial dos últimos 500 anos, que os portugueses, em contraste com a maioria dos povos europeus, mostram grande tolerância com os casamentos híbridos.

O conjunto das investigações genéticas sobre a mistura racial na América revela que o processo de miscigenação foi particularmente intenso no Brasil, superando estimativas estabelecidas em qualquer região de outros territórios. É de esperar, portanto, que esse processo contínuo de miscigenação nos leve rapidamente a uma situação virtual de homogeneidade genética. Antes que esse equilíbrio se estabeleça, deverão ocorrer, no entanto, mudanças nos padrões éticos, culturais e sócio-econômicos dos grupos raciais que ocupam as diferentes áreas do país.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- RAMOS A., *O negro brasileiro*. São Paulo, Companhia Editora Nacional, 1951.
- MORTON N.E., 'Genetic studies of northeastern Brazil', *Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology*, vol. 29, n.º 95-96, 1964.
- SALDANHA P.H., 'Gene flow from white into negro populations in Brasil', *American Journal of Human Genetics*, vol. 9, n.º 4, 1957.
- SALDANHA P.H., 'Race mixture among Northeastern Brazilian populations', *American Anthropologist*, vol. 64, n.º 4, 1962.

SOX. O sistema que transforma royalties em salários.

Para continuar crescendo, o Brasil

tem duas opções: pagar royalties por tecnologia ao exterior ou pagar bons salários a engenheiros e técnicos brasileiros que trabalhem no desenvolvimento das tecnologias de que necessitamos.

Um exemplo é o SOX.

A comunidade de informática - fabricantes e usuários - sabe que precisamos dispor de um *sistema operacional padrão* para os novos equipamentos de 32 bits que começam a chegar no nosso mercado. No exterior existem alguns sistemas que podem nos atender, como o Unix da AT&T, o Xenix da Microsoft ou o Pick da Pick Systems.

Felizmente, não vamos precisar

pagar royalties por eles. Trabalhando durante três anos,

uma equipe de 55 engenheiros da Cobra desenvolveu o SOX, um *sistema operacional* que cumpre as mesmas finalidades daqueles.

A Cobra investiu US\$ 20 milhões nesse projeto. Sendo empresa estatal, tem a obrigação de correr riscos tecnológicos pioneiros. E agora tem o dever de disseminar sua tecnologia, o que está fazendo ao licenciar o SOX para diversas empresas privadas nacionais.

O SOX permitiu à Cobra e vai permitir às demais empresas nacionais ocupar, cada vez mais, engenheiros e técnicos brasileiros desenvolvendo tecnologia. E continuar poupando nossas divisas.

SOX

Reserva de mercado. Antes de tudo uma reserva de trabalho.

cobra
COMPUTADORES



Recriação em computador de uma foto de uma colônia da bactéria *Bordetella pertussis*, causadora da coqueluche, depois de três dias de incubação a 37° C.

COQUELUCHE

PROCURA-SE OUTRA VACINA

**Denise P. Q. Horton, Waldely O. Dias,
Célia Liberman, Helena Shizue Yagyu e Isaías Raw**
Centro de Biotecnologia, Instituto Butantan

A vacina atual contém as células íntegras da bactéria causadora da doença, provocando por isso certos efeitos colaterais indesejáveis. Talvez o uso de algumas toxinas seja suficiente para garantir imunização mais segura. Mas, para fabricarmos a nova vacina, precisamos saber mais sobre antígenos e mecanismos celulares fundamentais.

A história da vacinação remonta a 1796, quando o médico inglês Edward Jenner decidiu pôr à prova a velha observação de que pessoas que contraíam varíola bovina ficavam protegidas contra a varíola humana, muito mais grave. Inoculou então, num menino, material retirado de uma lesão provocada pela varíola bovina em uma moça; depois, injetou no mesmo menino material similar, porém colhido de lesões de um doente de varíola humana; observou, por fim, que ele ficara imune à doença. Com seu trabalho, publicado em 1798, Jenner apresentou a primeira vacina de que se tem notícia. Usadas em escala universal, já em nosso século, as vacinas permitiram o controle de muitas enfermidades e, pela primeira vez na história da humanidade, a total extinção de uma doença infecciosa — a própria varíola (ver 'Vacinas', em *Ciência Hoje* n.º 3).

Na vacina de Jenner, o vírus inoculado era um parente próximo do que provoca a doença humana. Em 1885, o francês Louis Pasteur descobriu outra forma de vacinação: o próprio vírus de uma doença, desde que inativado (morto) pelo calor, poderia proteger contra ela. Injetado em cães e homens, o vírus inativado da raiva, por exemplo, provoca imunização contra a doença.

A maioria das vacinas contém um vírus ou bactéria, mortos ou não patogênicos, que, ao serem injetados num animal, provocam a formação de anticorpos, imunizando-os contra o vírus ou bactéria vivos e virulentos. No caso da poliomielite, dispomos hoje de duas vacinas: a Salk, em que se utiliza o vírus morto, e a Sabin, feita com o vírus vivo 'atenuado', que, sendo incapaz de produzir a doença, garante proteção contra ela.

Uma das vacinas mais utilizadas no mundo é a tríplice, que hoje se busca aplicar em todas as crianças brasileiras para protegê-las contra coqueluche, tétano e difteria. À primeira vista, a menos grave dessas doenças, a coqueluche — a tosse comprida que acomete as crianças —, é no entanto muito contagiosa e, especialmente em organismos subnutridos, com baixas defesas, pode dar lugar a quadros graves, como broncopneumonia, lesões hepáticas e mesmo encefalite.

A vacina contra a coqueluche só se tornou disponível em 1932. Sua descobridora, P. Kendrick, utilizou a bactéria *Bordetella pertussis*, causadora da doença, morta pelo tratamento com formol. Essa vacina, que contém as células íntegras, foi utilizada nos últimos 50 anos e os dados epidemiológicos demonstram que sua eficácia se situa entre 63% e 95%.

O uso generalizado da tríplice levou a uma expressiva regressão da incidência de coqueluche. Entretanto, a própria vacina tem efeitos colaterais, que em geral se reduzem a simples reações de avermelhamento e endurecimento no local da injeção. Mas podem eventualmente determinar febre e até convulsões e choque. Nos Estados Unidos, um estudo que acompanhou a aplicação de 18 milhões de doses (até cinco por criança), detectou três mil complicações (0,02%) com convulsões e encefalite que deixaram em 40 casos (cerca de dois por milhão) seqüelas permanentes.

Esse risco pode ser considerado pequeno se comparado, por exemplo, ao de se atravessar uma rua em qualquer cidade grande. Mesmo assim, começou a gerar preocupação. Por isso, na medida em que a doença ficava sob controle, alguns países — como Inglaterra, Estados Unidos, Suécia e Japão — decidiram suspender o uso compulsório da vacina. Na Inglaterra, a queda da vacinação, de 79% para 31% da população infantil, resultou no entanto numa epidemia, com o registro de 102.500 casos de coqueluche entre 1977 e 1980. Num país como o nosso, com alto índice de desnutrição e precário saneamento básico, semelhante procedimento para a vacina anticoqueluche teria por certo efeitos catastróficos.

Parte dos efeitos indesejáveis de uma vacina celular, como é a da coqueluche, se deve ao fato de que ela incorpora a parede da bactéria, onde estão presentes lipopolissacarídeos (LPS), moléculas complexas, formadas de lipídios, ácidos graxos especiais e derivados de açúcares. Quando administrados, os LPS são responsáveis por uma série de efeitos, como reação local, febre, agregação de plaquetas, ativação do complemento do plasma, degradação de proteínas do músculo e diminuição da pressão arterial. Esses efeitos fazem parte da

doença que se deseja combater e são, de certa forma, mecanismos de defesa do organismo contra essa mesma doença. Os LPS ativam os leucócitos e macrófagos, induzindo-os a liberar grânulos portadores de enzimas que destroem bactérias e liberam mediadores — como interferon, interleucinas e prostaglandinas —, ajudando o organismo a combater a infecção.

nas presentes na bactéria ou no seu meio de cultivo. Uma delas, por exemplo, é a chamada dermonecrotizante (porque, quando injetada num camundongo, produz uma hemorragia local seguida de necrose). Esta toxina não parece, contudo, ser utilizável como vacina, pois não se detectaram anticorpos para ela na fase aguda da doença ou durante a convalescença.

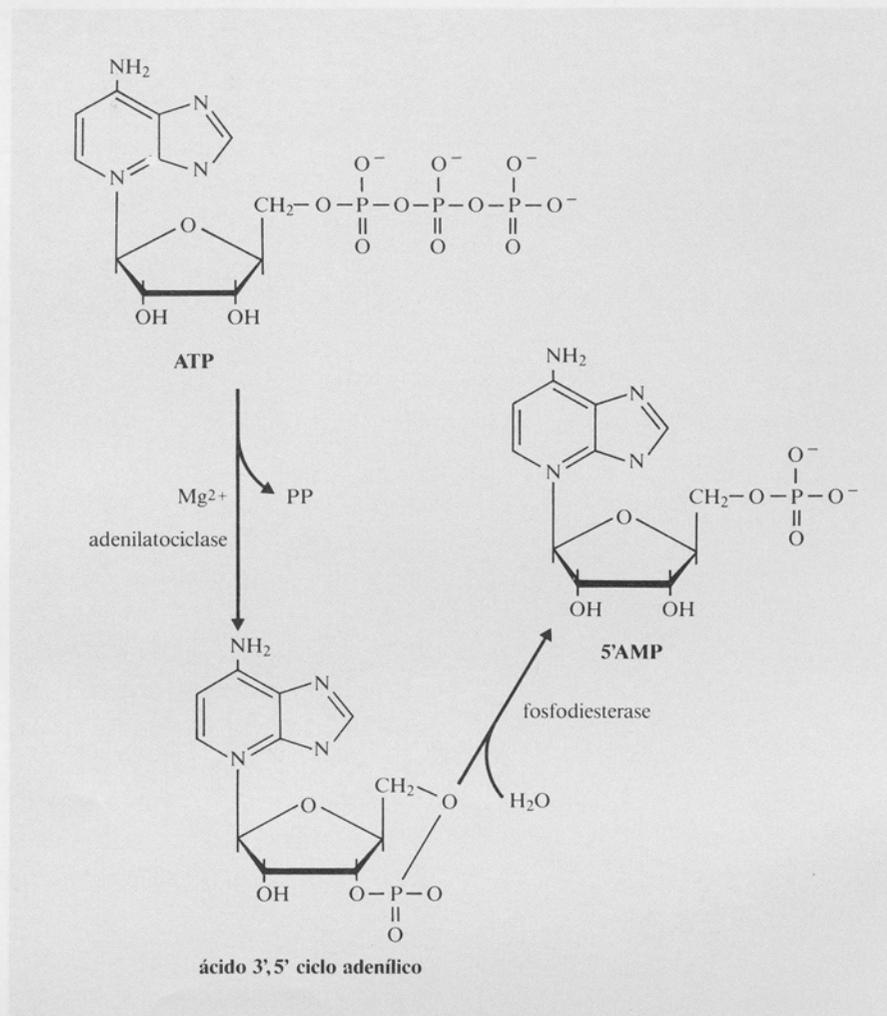


Fig. 1. Formação e hidrólise do ácido ciclo-adenílico (cAMP).

A gravidade, mesmo eventual, desses efeitos colaterais tem levado vários grupos de pesquisadores a procurar uma nova forma de imunizar contra a coqueluche. Todos partiram de uma mesma idéia: criar uma vacina acelular, contendo apenas algumas toxinas que, quando inativadas, não produziram efeitos deletérios. Este caminho — que pôde ser seguido nos casos do tétano e da difteria — complica-se quando se trata da coqueluche: é que a *B. pertussis* produz muitas toxinas e não se sabe ainda quais delas, quando inativadas, podem desencadear uma resposta imunológica eficaz.

O uso de diferentes ensaios biológicos já permitiu isolar e descrever diferentes toxi-

Outros ensaios conduziram a resultados mais promissores. A partir da verificação de que a coqueluche provoca uma elevação do número de leucócitos no sangue, buscou-se extrair de *B. pertussis* a toxina responsável por esse efeito. Através de testes, conseguiu-se isolar o fator LPF (do inglês *leucocytosis promoting factor*) que, quando injetado em animais, produz leucocitose. A observação de que a coqueluche provoca uma diminuição da concentração de glicose no sangue levou à verificação de que *B. pertussis* induz à secreção de insulina. O fator responsável por esse efeito foi isolado: é uma proteína — denominada fator de IAF, do inglês *islet activation factor* — que ativa a secreção de insulina,

hormônio sintetizado pelas células beta das ilhotas de Langerhans do pâncreas. A partir da constatação de que camundongos tratados com extratos de *B. pertussis* são extremamente sensíveis à histamina — secretada pelos mastócitos (células do tecido conjuntivo) durante reações alérgicas —, chegou-se ao fator HSF (*histamine sensitizing factor*), que provoca a morte, por choque histamínico, de camundongos previamente inoculados com esta toxina.

Quando, finalmente, todos esses fatores foram purificados e comparados, verificou-se que se tratava de fato de uma única toxina, a que se deu o nome de pertussígeno (PT). Seus múltiplos efeitos devem-se ao aumento, no interior das células, de ácido ciclo-adenílico (cAMP), substância mediadora da histamina e de muitos hormônios, que simula a ação simultânea dos mesmos.

O cAMP foi descoberto em 1956 pelo fisiologista norte-americano Earl William Sutherland, que recebeu o Prêmio Nobel de Medicina e Fisiologia de 1971. Estudando a ação de dois hormônios, a adrenalina (produzida pela medula da supra-renal) e o glucagon (sintetizado pelas células alfa das ilhotas pancreáticas), ele descobriu que ambos atuam liberando no interior da célula esse 'mensageiro secundário'. A ação do cAMP consiste em ativar uma enzima que fosforila outras, ativando-as ou inibindo-as. Entre as enzimas que são ativadas está a fosforilase, que cinde o glicogênio, levando, no caso do fígado, à produção de glicose, que é liberada no sangue.

Pesquisas desenvolvidas por Sutherland na Universidade de Vanderbilt (EUA), bem como as realizadas em outros laboratórios, demonstraram que muitos hormônios atuam da seguinte forma: ligam-se a 'receptores' situados na face externa da membrana celular, transmitem o sinal através da membrana e ativam, em seu interior, a enzima adenilato ciclase, que transforma o trifosfato de adenosina (ATP) em cAMP. Este, que atua como mensageiro secundário desses hormônios, modificando a atividade de enzimas no interior da célula, tem no entanto vida muito curta — é destruído pela enzima fosfodiesterase. Fica assim apagado o sinal desencadeado pelo hormônio (figura 1).

O cAMP atua como mensageiro secundário não só de hormônios — adrenalina, glucagon, adrenocorticotrófico, tireotrófico, calcitonina, gonadotrofina, antiurético, ocitocina, paratormônio, histamina e vasopressina — como dos neurotransmissores dopamina, noradrenalina, serotina e endorfinas.

Quando se administra a um animal o cAMP quimicamente modificado (de tal modo que não seja rapidamente destruído), verificam-se múltiplos efeitos, verdadeira soma dos efeitos dos vários hormônios. No or-

ganismo, cada hormônio tem efeitos específicos porque cada célula tem receptores também específicos — isto é, que se combinam a um único hormônio — embora todos estejam ligados, através da membrana, à mesma enzima, a adenilato ciclase.

Uma outra toxina produzida por *B. pertussis*, descoberta em 1976, nada mais é que uma adenilato ciclase. Liberada pela bactéria, ela consegue invadir as células, promovendo, juntamente com o pertussígeno, o aumento do cAMP intracelular. A ação conjunta do pertussígeno e da adenilato ciclase não apenas cria sinais falsos de hormônios e mediadores, perturbando a fisiologia do organismo, como impede também a ativação dos leucócitos e macrófagos pelos lipopolissacarídeos, bloqueando reações de defesa.

A fase inicial da coqueluche depende da adesão das bactérias às células da traquéia. Após intensa multiplicação bacteriana, ocorre acentuada liberação de pertussígeno e de outras toxinas, que penetram e lesam essas células. Como o principal fator de adesão é a hemaglutinina filamentosa (FHA), trabalha-se com a hipótese de que, promovendo-se a formação de anticorpos contra esse fator de adesão secretado nas mucosas, seria possível preparar as células contra o ataque da bactéria.

A utilização, como vacina, do pertussígeno purificado e inativado não se mostrou promissora: tem eficiência inferior a 54%. No Japão, foi desenvolvida uma vacina acelular que combina FHA ao pertussígeno. Em modelos animais, ela se mostra capaz de proteger contra a coqueluche, embora não se verifique uma elevação dos níveis séricos de anticorpos que pudesse explicar esse efeito. Testada na Suécia, a vacina japonesa mostrou garantir uma proteção da ordem de 69%, causando efeitos colaterais mais leves que os da vacina triplice. Esse nível de proteção, no entanto, é menor que o esperado de uma vacina tradicional. A otimização do efeito protetor da vacina acelular deverá exigir a adição de outros componentes.

O Centro de Biotecnologia do Instituto Butantan está desenvolvendo tecnologia para a produção e isolamento, em larga escala, de pertussígeno, FHA e adenilato ciclase. A expectativa é que a combinação desses três componentes se mostre mais eficiente que a vacina japonesa.

O cultivo de *B. pertussis* no Instituto Butantan é feito em fermentadores de 50 litros, que em breve serão substituídos por outros de 300 litros. Quando a cultura é mantida por 30 horas, as três proteínas são secretadas no meio de cultura e podem ser isoladas. Um dos problemas a resolver é o de como obter maior quantidade de ade-

nilato ciclase e FHA, pois o pertussígeno é liberado no meio de cultura em proporção muito maior do que essas duas outras proteínas. No Japão, promove-se o crescimento da bactéria em culturas estáticas, o que estimula a produção de FHA. No Brasil, uma demanda muito maior da vacina — 25 milhões de doses por ano — torna inviável a utilização desse tipo de cultura, que requer grande superfície de crescimento.

Quando se imuniza um animal para produzir anticorpos, dissolve-se o antígeno no adjuvante de Freund. Este contém óleo mineral e BCG, uma cepa pouco virulenta de bacilo da tuberculose, usada como vacina contra essa doença. O óleo faz com que o antígeno seja liberado lentamente no local da injeção. Já o BCG contém em sua membrana um lipopolissacarídeo que estimula a produção de anticorpos. No caso das vacinas acelulares, o óleo é substituído por hidróxido de alumínio. É possível que, com a utilização de outros adjuvantes, possa aumentar-se a eficiência das vacinas acelulares. Da parede celular do BCG foi isolada uma pequena molécula, responsável pela sua atividade adjuvante e que pode ser sintetizada: é o N-acetil-muramyl-D-L-alanyl-D-isoglutamina (figura 2).

Este adjuvante é muito mais ativo quando está em ligação co-valente com o antígeno. Estamos estudando a possibilidade de isolar da parede de *B. pertussis* uma substância análoga, que poderia ser ligada à vacina como adjuvante.

Outras linhas de pesquisa vêm sendo desenvolvidas, com o objetivo de obter componentes antigênicos purificados, embora isto por vezes acarrete a diminuição de sua capacidade imunogênica. Sabemos que o pertussígeno é uma molécula constituída de dois tipos de cadeia protéica: A e B. A subunidade A é uma proteína única e tem como alvo intracelular uma proteína Gi, responsável pela transdução de sinais inibitó-

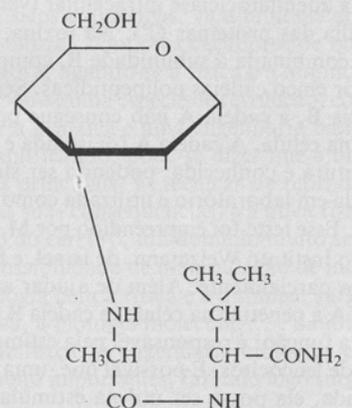


Fig. 2. N-acetil-muramyl-D-L-alanyl-D-isoglutamina. Promove a atividade adjuvante do BCG.

A FAMÍLIA DAS PROTEÍNAS G

Quando um animal se sente em perigo, o sistema nervoso induz a medula da supra-renal a liberar adrenalina, hormônio que prepara o organismo para as reações de defesa. No fígado, a adrenalina faz com que mais glicogênio seja transformado em glicose, que é liberada no sangue. O coração começa a pulsar mais rápido e com mais força, imprimindo maior velocidade ao fluxo de sangue que leva oxigênio aos tecidos. Os músculos lisos dos vasos sanguíneos do abdome se contraem, enquanto os vasos dos músculos esqueléticos se dilatam, permitindo que maior volume de sangue, levando glicose e oxigênio, chegue a esses músculos. Os músculos da traquéia, por sua vez, se relaxam, permitindo a inspiração de maior quantidade de ar e portanto uma oxigenação mais rápida.

Esse conjunto de alterações, que prepara os músculos esqueléticos para uma reação rápida ante o perigo (luta ou fuga), suscitou um interessante problema: como pode um mesmo hormônio, a adrenalina, fazer com que alguns músculos se contraíam e outros se relaxem? A explicação é complexa, mas, basicamente, podemos dizer que o receptor do hormônio na membrana celular está associado à adenilato ciclase intracelular por meio de uma outra proteína regulatória. Como mostra a figura 3, existem dois tipos de proteína regulatória: a Gs (que, ao detectar a ligação hormônio-receptor, estimula a adenilato ciclase) e a Gi (que a inibe).

Tanto o pertussigêno como a toxina bacteriana produzida pelo bacilo da cólera, o colerogênio, são enzimas que catalisam a reação das unidades Gs ou Gi com ATP, modificando-as quimicamente. O pertussigêno atua sobre a unidade

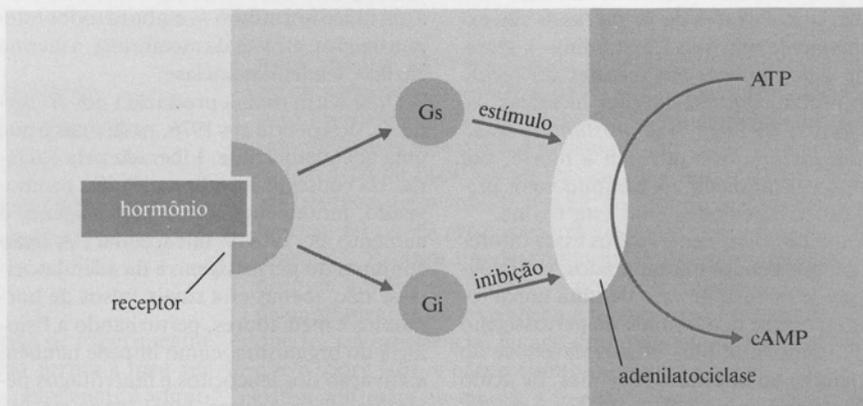


Fig. 3. Ativação e inibição de adenilato ciclase pelas proteínas G. Muitos hormônios se ligam, na superfície da membrana celular, a um receptor (uma proteína específica que reconhece o hormônio). Combinado ao hormônio, o receptor transmite, através da membrana, o sinal à adenilato ciclase, enzima que está na face interna da membrana. A transmissão do sinal depende de uma proteína G. Existe um tipo desta proteína, chamado Gs, que estimula, através de receptores, a adenilato ciclase. Disto resulta um aumento do cAMP no interior da célula. Outros receptores estão ligados à enzima através de uma proteína Gi, que inibe a adenilato ciclase e, portanto, diminui a síntese do cAMP.

Gi, inibindo sua atividade inibitória. Dessa forma, promove uma maior produção de cAMP no interior da célula. O colerogênio atua sobre a unidade Gs, ativando-a permanentemente. Neste caso, produz-se um aumento do cAMP nas células da mucosa intestinal, provocando a secreção de sal e água em enormes quantidades, o que é a causa da diarreia, que pode ser mortal.

O mecanismo de ação do pertussigêno já está portanto esclarecido: trata-se de uma enzima que atua sobre uma proteína que, situada na membrana celular, é um dos receptores que servem como mediador à ação de hormônios. Mais precisamente, o pertussigêno inativa um inibidor da adenilato ciclase, enzima que sintetiza o cAMP.

O pertussigêno e o colerogênio mostraram-se importantes reagentes nos ensaios em que se visa a identificar a participação das proteínas G. Com o primeiro, foi possível demonstrar que hormônios que promovem a diminuição da concentração intracelular de cAMP, como a insulina e a somatostatina (hormônio do hipotálamo e das células delta das ilhotas pancreáticas que inibe a secreção de insulina, glucagon, hormônio tireotrófico e hormônio do crescimento), atuam através de um receptor ligado a uma proteína Gi.

Uma verdadeira família de proteínas G está sendo descoberta. A disponibilidade do pertussigêno e de outras toxinas deverá estimular importantes pesquisas em diversas áreas, como a endocrinologia e a neurofisiologia, inclusive no Brasil.

rios à adenilato ciclase intracelular (ver 'A família das proteínas G'). Na toxina, ela está combinada à subunidade B, composta por cinco cadeias polipeptídicas. Sem a cadeia B, a cadeia A não consegue penetrar na célula. A cadeia A foi isolada e sua estrutura é conhecida, podendo ser sintetizada em laboratório e utilizada como vacina. Esse teste foi empreendido por M. Sella, do Instituto Weizmann, de Israel, e funciona parcialmente. Além de ajudar a cadeia A a penetrar na célula, a cadeia B tem outra função: é responsável pela estimulação de leucócitos. É possível que, uma vez isolada, ela possa ser útil na estimulação da defesa imunológica, especialmente em imunodeficientes.

É interessante observar que o modelo A-B não se restringe ao pertussigêno. Os mes-

mos dois tipos de cadeia — a enzima e aquela que auxilia sua entrada na célula — existem para o colerogênio, para a toxina dos colibacilos que causam a diarreia e para as toxinas diftérica e tetânica. No entanto, as toxinas atuam sobre células diferentes e modificam quimicamente proteínas diferentes. Foi proposta a idéia de se utilizarem as cadeias B de toxinas — que, quando isoladas, são inócuas — como veículos que permitiriam introduzir, nas células, proteínas capazes de curar doenças hereditárias ou de combater infecções. Infelizmente, as cadeias B são muito específicas e não interagem com outras proteínas.

A breve história dos antígenos de *B. pertussis* é um exemplo de interação entre pesquisa básica e aplicada. Não se pode buscar ao acaso antígenos para a produção de

vacinas eficientes e inócuas. Isso equivaleria a tentar construir um avião sem nenhum estudo sobre a aerodinâmica e as propriedades dos materiais. Quanto mais soubermos sobre os antígenos e seu mecanismo celular, mais próximos estaremos da descoberta de novas vacinas.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- Gilman A. G., 'G proteins, transducers of receptor-generated signals', *Annual Review of Biochemistry*, vol. 56, p. 615, 1987.
- Bourne H. R., 'One molecular machine transducers diverse signals', *Nature*, vol. 321, p. 814, 1986.
- Lai C. Y., 'Bacterial protein toxins with latent ADP-ribosyl transferase activities', *Advances in Enzymology*, vol. 56, p. 99, 1985.

Caderneta da Caixa

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL

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

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Simon Schwartzman

Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea, Fundação Getúlio Vargas

Em abril de 1985, representantes das sociedades científicas brasileiras elegeram uma comissão permanente, que teria o encargo de acompanhar a instalação e a organização do recém-criado Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), discutir a reformulação das entidades a ele vinculadas e promover a solução de problemas que punham em risco a estrutura científica existente no país. Um dos primeiros trabalhos da comissão foi a elaboração de um relatório — discutido naquele ano, durante a 37ª Reunião Anual da SBPC — sobre as condições da atividade científica no Brasil.

A comissão foi renovada no início de 1988, através de consulta às sociedades científicas brasileiras. Pareceu necessário aos seus novos membros* retomar o texto de 1985 e examinar de que maneira a realidade da ciência e da tecnologia brasileiras evoluíra, avaliando em que medida as esperanças e preocupações expressas naquele documento se haviam transformado — ou não — em realidade. Surgiu daí este texto, levado à discussão das sociedades científicas a partir da 40ª Reunião Anual da SBPC.

O documento mostra como, já em meados de 1988, o MCT era uma instituição debilitada, politicamente marginalizada, suscetível a influências político-partidárias nem sempre ligadas aos interesses da pesquisa científica brasileira. Era, ademais, impotente para preservar as instituições de pesquisa dos impactos mais graves da crise econômica.

Os fatos posteriores — a crise gerada pela tentativa de esvaziamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo ministro Ralph Biasi, o veto presidencial aos recursos para ciência e tecnologia no Orçamento da União e, finalmente, a absorção do MCT pelo Ministério da Indústria e Comércio — parecem confirmar as piores previsões do documento. Carente de uma política definida para a área, a Nova República reduziu o setor de ciência e tecnologia a um entre muitos grupos de interesse a disputar verbas, em meio a pressões mais imediatas e mais fortes; e tratou as instituições como mais um conjunto de cargos a ser repartido por critérios partidários e eleitorais.

A lição da curta vida do MCT parece ser esta: a simples existência de um ministério com este nome não é suficiente para dar ao setor a prioridade, o tratamento responsável e a continuidade de que necessita. Cumpre agora, no que resta de 1989, tratar de preservar as instituições científicas e tecnológicas brasileiras da ameaça de colapso total; trabalhar por uma legislação que garanta, ao setor, estabilidade de recursos, que devem ser utilizados de forma competente; e buscar um lugar institucional adequado, que possa devolver à pesquisa científica e tecnológica a centralidade e a importância que o governo José Sarney nunca reconheceu.

* A comissão atual é coordenada por Nelson Maculan (UFRJ), tendo Gil da Costa Marques (USP) como vice-coordenador. Compõe-se ainda de Alfredo Gui Ferreira (UFRGS), Angelo da Cunha Pinto, Carlos Moura (LNCC/CNPq), Eunice Durham (USP), Hélio Vanuchi (Ribeirão Preto), Icaro Vitorello (Inpe), Jacob Pallis (Impa), Luís Marcelino de Oliveira (USP), Paulo Benevides Soares (USP), Simon Schwartzman (FGV) e Walter Narchi (USP).

A NA NOVA REPÚBLICA

EXPECTATIVAS E REALIDADE DO MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Estabelecido no início da Nova República, o MCT surgiu em resposta a um antigo anseio de partes significativas da comunidade científica nacional. Como um mínimo, esperava-se que o novo ministério pudesse preservar e fortalecer as estruturas de pesquisa do país, de tal forma que décadas de esforços e investimentos não fossem destruídas, como no passado, pela repressão política, por medidas indiscriminadas de economia ou por procedimentos burocráticos. Esse trabalho de preservação do patrimônio científico nacional deveria ser acompanhado do desenvolvimento de mecanismos que pudessem fortalecer as instituições de pesquisa, criar mecanismos de intercâmbio entre centros de pesquisa nas universidades e institutos, preservar a liberdade de pesquisa, notadamente na área social, e fazer com que a pesquisa básica proporcionasse um apoio efetivo ao desenvolvimento da pesquisa tecnológica e aplicada em todos os campos. A ação do MCT deveria conduzir à formulação de uma política nacional de ciência e tecnologia (c&t) que fosse elaborada com a ativa participação da comunidade científica e discutida e avaliada pelo Poder Legislativo em todos os seus estágios. Finalmente, como forma de superar as barreiras da dependência econômica e tecnológica do país, havia a expectativa de que o novo ministério pudesse contribuir para a formulação “de uma política industrial bem definida, de incentivos às empresas que desejam desenvolver tecnologia nacional, com programas de financiamento ajustados aos riscos de cada investimento”.

O exame retrospectivo destes últimos anos sugere que a situação atual é mais angustiada e difícil para a c&t brasileira que a de três anos atrás. Não existem mais, é verdade, discriminações ideológicas e restrições políticas à liberdade de pesquisa. Houve também, no início, uma expansão considerável dos recursos destinados ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), um aumento substancial das bolsas de estudo, melhorias significativas nos níveis salariais de pesquisadores e professores universitários do sistema federal e o anúncio de programas ambiciosos de bolsas de estudo no exterior.

A esta altura, no entanto, pode-se indagar se esses aumentos corresponderam a uma política definida do governo em relação à área, ou se fizeram parte de uma política mais geral de expansão descoordenada dos gastos públicos num período inflacionário, caso em que dificilmente resistirão aos cortes que se anunciam. A propalada expan-

são do número de bolsas de estudo no exterior, por exemplo, não foi acompanhada de nenhuma política de absorção posterior dos bolsistas no país. Em outro exemplo, se a letra da legislação que define a Política Nacional de Informática foi preservada, não existe nenhuma política industrial que lhe corresponda, nem uma política efetiva de fortalecimento da pesquisa básica no setor.

De maneira geral, o MCT acabou se constituindo num órgão institucionalmente débil, sem influência sobre muitos dos setores mais importantes da pesquisa científica e tecnológica nacionais — como a nuclear e a agropecuária —, politicamente marginalizado dentro do governo, desvinculado da política industrial — freqüentemente em oposição a ela — e desprovido de mecanismos eficazes que permitam à comunidade científica participar de suas decisões e acompanhar seu desempenho. Assim débil e isolado, ele tem sido impotente para preservar as instituições de pesquisa nacionais dos impactos mais graves da crise econômica, que se manifestam através dos cortes de verba, da imposição de entraves sucessivos à importação de instrumentos e materiais para a pesquisa, das dificuldades burocráticas para a participação em congressos internacionais e assim por diante. Existe ainda o temor de que a área de c&t, que até agora tem se mantido relativamente imune aos procedimentos clientelísticos e partidários de distribuição de cargos, venha a perder esta proteção e a sofrer um processo de deterioração administrativa e institucional.

ESTRUTURAS DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO E PARTICIPAÇÃO DA COMUNIDADE

Ao incorporar o CNPq e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), o MCT alterou de maneira significativa os padrões de relacionamento destas agências com a comunidade científica. A princípio, dentro do espírito do início da Nova República, ampliaram-se os mecanismos de participação da comunidade universitária e científica brasileira na escolha de membros de órgãos colegiados. Nomeações para o Conselho Deliberativo do CNPq e para os comitês assessores do CNPq e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) passaram a obedecer a mecanismos de indicação estabelecidos, cada vez mais, pelas instituições e associações científicas; membros da comunidade científica participam do Conselho de Ciência e Tecnologia, que é, pelo menos nominalmente, o órgão máximo de formulação da política científica e tecnológica no país. ▶

O Conselho de Ciência e Tecnologia tem se mostrado um órgão pouco efetivo e incapaz, na realidade, de influenciar na condução das diversas ações relacionadas à área, espalhadas pelos diferentes ministérios.

Pela primeira vez, em cerca de 20 anos, os recursos do FNDCT perderam a primazia: são menos que a metade do valor das operações da Finep.

Essa ampliação do espaço para a comunidade acadêmica nem sempre redundou nos resultados esperados. Do lado do governo, nem sempre houve, de fato, uma transferência de responsabilidades para os órgãos eleitos, sendo muitas vezes tênue a distinção entre a participação efetiva da comunidade e a simples cooptação de seus membros em órgãos governamentais. Não existem mecanismos efetivos de participação da comunidade junto ao MCT, que administra diretamente um amplo programa de bolsas de estudos e um conjunto de secretarias especializadas (em química fina, novos materiais, informática e biotecnologia, entre outras) cujas atividades não sofrem nenhum tipo de acompanhamento externo, além do realizado por eventuais consultores especialmente convidados. A Finep também faz uso de consultores externos na avaliação de seus projetos, mas não é claro o peso de suas recomendações, e eles não são informados regularmente das decisões finais relativas aos projetos que avaliam. O fortalecimento do Conselho Deliberativo do CNPq foi acompanhado de uma crescente burocratização da agência, que tornou sua ação extremamente difícil. Finalmente, o Conselho de Ciência e Tecnologia, que deveria acompanhar a política de governo para a área como um todo, tem se mostrado um órgão pouco efetivo e incapaz, na realidade, de influenciar na condução das diversas ações relacionadas à área, espalhadas pelos diferentes ministérios. Em razão destas dificuldades, algumas sociedades científicas têm se recusado sistematicamente a participar dos processos de indicação de membros de comissões governamentais de qualquer tipo e questionam a propriedade de a SBPC assumir esse papel.

Esses problemas mostram que é necessário aprofundar a discussão sobre o verdadeiro alcance, os limites e os procedimentos ideais para a participação da comunidade científica e seus representantes em órgãos governamentais de política científica, tecnológica e educacional, a partir de alguns parâmetros. Primeiro, deve ser afirmado e garantido o princípio de que a definição de políticas na área científica, tecnológica e de educação superior não pode ser feita de forma competente e responsável sem a participação efetiva de membros qualificados da comunidade científica e acadêmica. Essa participação deve dar-se desde os níveis mais altos, de formulação, até os mais específicos, de aprovação e acompanhamento da execução de projetos. Mais especificamente, é necessário que se crie um conselho com forte participação da área científica para atuar junto ao MCT. Segundo, essa participação não pode ser confundida com a defesa de interesses corporativos que eventualmente existam no interior da comunidade científica e universitária. Mecanismos adequados devem evitar que isto ocorra. Terceiro, tanto as recomendações e os pareceres de membros da comunidade como as decisões governamentais que se façam a partir dessas recomendações devem ser transparentes.

GASTOS COM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

O relatório da Comissão de Sociedades Científicas de 1985 assinalava que a parcela do Orçamento da União para c&t havia crescido de 0,84% do orçamento em 1970 para 3,2% em 1984; para 1986, a porcentagem foi de 2,8% do orçamento global, subindo para 3,07% em 1987, perfazendo um total de pouco mais de Cz\$ 17 bilhões. Deste total, 30% correspondiam aos gastos do MCT, 20% aos do Ministério da Agricultura, 16,5% aos da Presidência da República (em sua maior parte destinados a funções de 'administração e planejamento') e 14% ao Ministério da Educação (MEC).

Dados orçamentários são reconhecidamente irreais em condições inflacionárias como as que o Brasil vive. Embora as projeções orçamentárias iniciais para 1987 e 1988 previssem aumentos substanciais nos orçamentos de todos os setores ligados à atividade científica, tecnológica e de ensino superior, informações parciais sobre a execução orçamentária sugerem claramente que esses objetivos não foram alcançados em 1987 e o serão menos ainda em 1988.

Estes dados refletem em parte, de qualquer forma, uma intenção de política, e, em parte, a distribuição de recursos que preexiste à sua elaboração. Um exame do orçamento para 1987 revela que, dos Cz\$ 17 bilhões previstos para aquele ano, 60% estavam distribuídos em cerca de 20 grandes projetos ou atividades, com recursos previstos entre Cz\$ 100 milhões e Cz\$ 1,28 bilhão, sendo o restante disperso em grande número de pequenos projetos, atividades e funções administrativas ou outras cujo relacionamento com c&t é mais remoto. Tomando como referência somente os grandes projetos, é possível observar que 36,6% dos recursos estavam destinados à área militar, 18,7% à pesquisa agrícola e agropecuária, 28,4% a atividades-fins do CNPq (incluindo o FNDCT e a manutenção de seus institutos), 6,7% ao Programa de Mobilização Energética e 5,8% ao programa de bolsas de estudos da Capes. Estes dados, que não incluem as atividades de c&t das empresas estatais, nem as dos estados da Federação, confirmam que é efetivamente pequena a parcela da política científica e tecnológica do país que permanece sob a égide do MCT.

Uma análise da evolução dos gastos das três principais agências de apoio à pesquisa científica no país — o CNPq, a Capes e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), administrado pela Finep —, entre 1980 e 1986, mostra uma queda significativa do FNDCT, que em 1984 chegou a 30% dos valores de 1978, recuperou até 70% em 1987 (mas caiu novamente, na previsão de 1988, para 46,3%); um aumento substancial das dotações do CNPq, que chegou em 1985 a 174,5% dos valores de 1980 e a 160,6% em 1986; e um aumento substancial também da Capes, que quintuplica seus gastos durante o período.

do; ressalte-se que o ponto de partida deste órgão era muito mais modesto do que o das outras duas agências. O volume global de recursos para as três agências, no entanto, se mantém relativamente estacionário, tendo caído em 1984 a 80% dos valores de 1980 e chegando a 138% em 1986. Estas variações refletem uma profunda mudança na importância relativa das agências de fomento à pesquisa no período. A Finep, que em 1980 controlava 53% dos recursos através do FNDCT, chegou a cair a menos de 20% em 1985, recuperando-se somente até o nível de 32,5% em 1986; o CNPq, que em 1980 não chegava a controlar 42% dos recursos, chegou a valores superiores a 60% entre 1983 e 1985, caindo para 49% em 1986; e a Capes, que partiu de 4,6% em 1980, aumentou progressivamente sua quota, chegando a quase 19% em 1986.

A diminuição relativa dos recursos da Finep e sua perda de importância em face de outras agências no apoio à pesquisa científica reforçaram, em 1987, a tendência a fazer com que esta agência se concentrasse cada vez mais no financiamento de operações com retorno, em empresas, em detrimento da antiga predominância do apoio sem retorno à pesquisa propriamente científica. Como mostraram Lúcia Klein e Nelson Giordano Delgado, “os dados referentes às *operações contratadas* vêm reforçar a visão de que em 1987 o FNDCT incorreu em um novo e sensível retrocesso: em termos absolutos, até agosto, o valor total das operações não excedia a Cz\$ 2,633 bilhões, que representavam apenas 32,5% do contratado no ano anterior (a situação para o primeiro semestre de 1988 parece ser muito pior). Mais reveladora, entretanto, é a comparação desta cifra com a das operações contratadas com recursos da Finep, que totalizaram Cz\$ 3,4 bilhões. Pela primeira vez, em cerca de 20 anos, processa-se uma inversão no padrão histórico de comprometimento dos recursos da Finep — as operações do FNDCT perdem sua tradicional primazia e, em termos relativos, reduzem-se a menos da metade do valor das operações Finep”. O apoio governamental dado à Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia (Coppe), da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e à Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/RJ), ocorrido em meados de 1988, parece acentuar esta tendência.

A perda progressiva, pela Finep/FNDCT, das suas funções tradicionais de apoio institucional e financiamento a projetos de grande porte não foi compensada de forma satisfatória pelo CNPq, embora este tenha maior disponibilidade de recursos. No orçamento de 1987, somente 25% dos recursos destinavam-se à pesquisa fundamental ou aplicada fora dos institutos do CNPq. Sua principal atividade de fomento continuou sendo a de concessão de bolsas de estudo individuais ou para alunos de cursos de pós-graduação no Brasil e no exterior, com 42,5% dos recursos previstos (as bolsas passaram de 12.921 em 1985 a 18.829 em 1987),

e com a manutenção dos sete institutos ligados ao conselho, que consomem 15,8% do orçamento total. Do restante, 13,1% estavam destinados a gastos administrativos (desde 1983, há cerca de mil funcionários somente na administração central do CNPq em Brasília, sem contar aqueles assignados aos institutos, agências regionais e programas especiais) e 3% a atividades relativas a informação científica e tecnológica.

Este quadro, por um lado, indica que os gastos do CNPq com a manutenção de sua estrutura — calculados pela própria agência em 17,3% dos dispêndios em auxílios e pesquisa — ainda são altos; por outro, revela uma grande dispersão dos recursos em bolsas e atividades de apoio a pequenos projetos. Esta dispersão abre oportunidades à formação de recursos humanos nas mais diversas áreas do país e seria positiva, caso estivesse acompanhada de um fortalecimento paralelo dos recursos destinados ao apoio e desenvolvimento institucional. O previsto para 1987 era conceder cerca de 27 mil bolsas de estudo de nível superior pelo CNPq e pela Capes (esta com um total de aproximadamente dez mil). Na ausência de uma política definida de aproveitamento desse pessoal, assim como de qualquer forma mais efetiva de acompanhamento dos resultados obtidos por estas bolsas, existe o risco de que muitas das bolsas previstas terminem sem recipientes, ou sejam distribuídas por critérios menos rigorosos do que seria desejável, e que as pessoas formadas não sejam absorvidas pelas instituições de ensino superior e de pesquisa do país.

A principal instituição estadual de apoio à pesquisa científica no país, a Fapesp, teve um aumento substancial de sua receita a partir de uma emenda feita em 1984 à Constituição do estado, que previa que, a partir de 1985, sua dotação passaria a ser calculada sobre o ICM previsto e paga em duodécimos. Com isto, a dotação de 1986 chegou a 0,36% da arrecadação do estado para aquele ano, longe ainda da percentagem constitucional de 0,5%, mas três vezes superior ao valor de 1984, de apenas 0,12%. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj), reconduzida às suas funções originais de instituição de apoio à pesquisa, começou a funcionar de forma auspiciosa em 1988, ainda que com recursos bastante limitados. O mesmo não pode ser dito, infelizmente, da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais, para todos os efeitos desativada pela total ausência de apoio ou interesse por parte do governo daquele estado.

Finalmente, o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), iniciado em 1986 com o apoio do Banco Mundial, aproxima-se do fim de sua primeira fase com uma série de dificuldades que podem colocar em risco sua continuidade. Existem dificuldades operacionais, que vão desde o mau funcionamento dos sistemas de revisão por pares até o tempo demasiadamente longo de processamento dos projetos; ape-

A crise que o país atravessa tem afetado profundamente os programas de pesquisa aplicada das empresas estatais. Por outro lado, não há sinais de que essa atividade esteja sendo retomada pelo setor privado.

sar da intenção declarada de transparência, sabe-se muito pouco sobre o programa na comunidade científica brasileira, e menos ainda dos resultados obtidos até agora; a importação de insumos para a pesquisa, um dos pontos altos do programa, tem encontrado toda a sorte de obstáculos externos; e o governo federal não tem dado ao PADCT toda a contrapartida líquida prevista inicialmente, que deveria ser feita por acréscimo aos montantes globais destinados à c&t no período.

Assim como em 1985, não há dados que permitam uma visão dos investimentos das empresas estatais e do setor privado em c&t. É sabido, no entanto, que a crise financeira do país tem afetado de forma profunda os programas de pesquisa aplicada das grandes empresas estatais, e não há sinais de que essa atividade esteja sendo retomada pelo setor privado. A nova política industrial anunciada pelo governo Sarney ao final do primeiro semestre de 1988 prevê uma série de incentivos financeiros à pesquisa industrial na área privada, sendo ainda cedo, no entanto, para prever seus resultados.

A SITUAÇÃO DAS UNIVERSIDADES E INSTITUTOS DE PESQUISA

O relatório da Comissão de Sociedades Científicas de 1985 fazia uma descrição preocupante da situação das universidades e institutos de pesquisa científica do país, a qual se manteve praticamente inalterada, agravando-se em alguns pontos desde então. Particularmente grave tem sido a falta de preocupação das autoridades universitárias para com a pesquisa científica nas universidades, que não tem sido compensada pelo MCT. Como a maior parte das instituições de pesquisa e dos pesquisadores mais qualificados integra-se no sistema universitário, nenhuma política científica e tecnológica coerente pode deixar de incorporar de forma adequada este setor.

Do ponto de vista orçamentário, cerca de 90% dos recursos ainda se destinam, nas universidades públicas, ao pagamento de pessoal, com pouca disponibilidade para despesas de capital e outros custos. Graças à capacidade de mobilização política das associações de docentes, foi possível obter uma série de vantagens funcionais para os professores das universidades federais nos últimos anos, inclusive a isonomia salarial entre autarquias e fundações e a garantia quase total de estabilidade no emprego em todos os níveis. Ganhos bastante significativos foram também obtidos em termos salariais, ainda que sujeitos à grande instabilidade decorrente das oscilações inflacionárias, cada vez maiores. A adoção de incrementos salariais para o doutorado (25%) e mestrado (15%) reintroduziu o incentivo, pelo menos formal, para o aperfeiçoamento dos professores.

Estes ganhos têm também seu lado preocupante, quando vistos em combinação com a expansão

do número de contratações em regime de tempo integral e dedicação exclusiva, e a pouca qualificação acadêmica da maioria do professorado no sistema federal; de fato, eles acentuam ainda mais o quadro descrito no relatório da Comissão das Sociedades Científicas de 1985: “embora a relação ‘hora de docente/aluno’ tenha subido consideravelmente graças à adoção do regime de 40 horas e dedicação exclusiva, faltam indícios claros de elevação do treinamento médio dos docentes. Muitos não exercem atividade contínua e coerente de pesquisa e poucos completaram o doutorado, que constitui o treinamento inicial mínimo para uma carreira científica autônoma e produtiva”. “Particularmente nocivo”, prosseguia o relatório, “tem sido o sistema de promoção por tempo de serviço, que assegura o progresso na carreira até professor adjunto sem necessidade de comprovação de mérito. Critérios de promoção ou efetivação que não se baseiem na produção científica e na dedicação ao ensino não merecem acolhida na carreira universitária. Efetivações em massa, como no caso dos professores colaboradores, violam esta regra básica e fecham o acesso aos que fazem jus a ele pelo mérito, com efeitos desastrosos sobre o desenvolvimento das universidades”. A este quadro foi acrescentada, em 1988, a proibição de contratações de professores pelas universidades federais.

Estes problemas continuaram se agravando pela total ausência de uma política governamental comprometida com a melhoria do ensino superior no país. No início de 1985 o governo federal formou uma Comissão Nacional de Reformulação do Ensino Superior, cujas propostas, em alguns casos, chegaram a ser formuladas como projetos de lei por um grupo de trabalho do ministério, o Grupo Executivo da Reforma Universitária (GERES). As inevitáveis discussões geradas por essas iniciativas levaram a uma total paralisação do governo, que nem endossou estas propostas nem formulou uma política alternativa.

Só o que restou deste esforço, aparentemente, foi a idéia de avaliação, objeto de um grande número de pronunciamentos, seminários e reuniões, sem nenhuma ação efetiva por parte do governo que lhes correspondesse. Parece haver hoje suficiente consenso, no entanto, de que o ensino superior brasileiro necessita passar por mecanismos regulares de avaliação, que esta deve ser tanto interna (auto-avaliação) como, principalmente, externa, por mecanismos de revisão por pares. O papel que se espera do MEC não é o de assumir a responsabilidade pelos processos avaliativos, que devem repousar em mecanismos acadêmicos universitários, e sim o de proporcionar recursos, assistência técnica e apoio administrativo para que os procedimentos de avaliação se instalem. Na falta de uma política nacional nesse sentido, várias universidades têm desenvolvido experiências de avaliação interna, cujos resultados não são ainda suficientemente conhecidos.

A situação do ensino superior privado parece ter deteriorado ainda mais nos últimos anos, pela combinação de custos crescentes e a perda de renda da população. A busca de subsídios públicos tem se chocado com oposições de princípio, que defendem a destinação pública do dinheiro público...

A dependência crônica das universidades em relação a agências externas ao MEC para suas atividades de pesquisa tornou-se mais grave, nos últimos anos, por dois fatores sucessivos. O primeiro foi a orientação predominantemente tecnológica e de política industrial assumida pelo MCT, que pouco contemplou a pesquisa universitária, considerada como da alçada do MEC; a segunda foi o recente ato do governo federal de extinguir a grande maioria das fundações universitárias de direito privado, que proviam as universidades da flexibilidade necessária para a assinatura de convênios e a realização de uma série de outras atividades que escapavam à uniformidade centralizadora imposta pelo MEC, reforçada pelas reivindicações igualitárias das associações de docentes e funcionários. As dificuldades oriundas dessa medida têm levado a sucessivas prorrogações dos prazos previstos para essa extinção, sem que se vislumbre, no entanto, uma política que permita distinguir, de um lado, entre as fundações que realizam um trabalho indispensável de agilização e, de outro, aquelas que se desvirtuaram de suas funções e necessitam ser submetidas a mecanismos efetivos de controle por parte das respectivas universidades.

A situação do ensino superior privado parece ter se deteriorado ainda mais durante os últimos anos, pela combinação entre custos crescentes e perda progressiva de renda da população. A busca de subsídios públicos, como forma de resolver o problema, tem se chocado em oposições de princípio, que defendem a destinação exclusivamente pública das verbas públicas para a educação, e na convicção generalizada de que o ensino privado é de qualidade inferior ao ensino público. As poucas instituições privadas que desempenham atividades de pesquisa de melhor nível, como a PUC/RJ, têm recebido até aqui apoio institucional da Finep, mas na forma extremamente instável de projetos de curta duração, sujeitos a variações periódicas de política das agências e problemas de fluxo de caixa. Em meados de 1988 os recursos até então repassados pela Finep à Coppe e à PUC/RJ passaram a vir diretamente do governo federal. Não está claro se esta mudança significa que eles passarão a ser proporcionados de forma mais estável daqui por diante, ou, ao contrário, que estarão ainda mais sujeitos, no futuro, às incertezas políticas e orçamentárias do governo federal.

Os sistemas estaduais mais importantes têm suas peculiaridades. O orçamento executado da Universidade de São Paulo, a maior do país, vem aumentando em valores reais desde 1984, recuperando valores históricos e chegando em 1987 a um valor global equivalente a 300 milhões de dólares. Um empréstimo do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), com um aporte anual de 40 milhões de dólares, deverá garantir a continuidade desta expansão. Existe também a perspectiva de um acordo semelhante entre o BID e a Universidade Estadual de Campinas. As universidades paulistas es-

tão, no entanto, submetidas a uma grande compressão salarial, que, ao final do primeiro semestre de 1988, punha os salários de seus professores e técnicos abaixo dos níveis do sistema federal e completamente fora daqueles vigentes no mercado de trabalho da região, criando uma situação de extrema vulnerabilidade para a manutenção de seu pessoal mais qualificado. A Universidade Estadual do Rio de Janeiro, em contraste, oferecia em meados de 1988 um nível salarial superior ao do sistema federal. Este aumento salarial vem acompanhado, no entanto, pela inexistência de recursos para custeio e para novas iniciativas e por uma grande dificuldade de implantação de um conjunto mais denso de atividades de pesquisa e pós-graduação, que possam inclusive justificar os custos financeiros dessas atividades.

A existência de muitos núcleos de pesquisa e pós-graduação de qualidade em instituições que, por diversos motivos, não lhes podem proporcionar condições adequadas de funcionamento, levou à proposta de que seja estabelecido, junto ao CNPq, um programa nacional de laboratórios ou centros associados, semelhante ao que existe na França através do Centro Nacional de Pesquisa Científica (CNRS). Estes laboratórios, ou institutos, uma vez selecionados sob estritos critérios de qualidade, deveriam permanecer em suas respectivas instituições, participando de forma integral de suas atividades regulares, mas receberiam do conselho o apoio material e a estabilidade necessários à sua continuidade e crescimento. Este projeto vem sendo objeto de discussão há vários anos, sem que tenha havido qualquer decisão a respeito.

Nos primeiros anos da Nova República generalizou-se o sistema de eleição direta de reitores e diretores por professores, alunos e funcionários, e o governo federal, até recentemente, manteve a prática de sancionar os resultados desses pleitos. Nem sempre foi possível distinguir com clareza, no entanto, a participação acadêmica da representação de interesses corporativos e mesmo político-partidários no interior das universidades, ou conciliar de forma efetiva os mecanismos de participação com manutenção e elevação dos padrões de qualidade e desempenho das instituições. Isto tem gerado, em vários casos, certa desmoralização dos mecanismos representativos mais autênticos, abrindo espaço para o ressurgimento de práticas clientelistas na indicação de autoridades na área científica e educacional por parte das autoridades governamentais, que pareciam ser coisa do passado.

Essa realidade contrasta com a consagração, pela nova Constituição Federal, do princípio da autonomia universitária plena. A transformação deste princípio em realidade, pelo exercício efetivo da autonomia financeira, administrativa e didática, em combinação com mecanismos que assegurem o bom desempenho e o uso adequado dos recursos públicos, é o principal desafio que o sistema universitário brasileiro enfrentará nos próximos anos. ►

Nos primeiros anos da Nova República, generalizou-se o sistema de eleição direta de reitores por professores, alunos e funcionários. O governo federal, até recentemente, manteve a prática de sancionar os resultados desses pleitos.

A prática da autonomia universitária é o maior desafio a ser enfrentado pelo sistema universitário brasileiro.

Providências urgentes são necessárias para o funcionamento adequado das universidades e instituições de pesquisa. Além de restabelecer as condições adequadas de infra-estrutura para o trabalho de ensino e pesquisa, urge reformular as carreiras do magistério superior: o acesso e a promoção devem basear-se apenas no mérito científico e na atividade docente...

DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Não há sinais de que, entre 1985 e 1988, tenha havido tendência de alteração do grande desequilíbrio entre o Sudeste — que em 1985 concentrava 62% dos pesquisadores, 65% das instituições de ensino e pesquisa, 66% das vagas dos exames vestibulares, 74% dos programas de mestrado e 92% dos programas de doutorado — e o resto do país. A concentração de recursos e competências no Centro-Sul gera um círculo vicioso que atrai os recursos justamente para onde eles são mais abundantes, reforçando, assim, as desigualdades.

Não basta, para reverter esta situação, colocar mais recursos nas regiões menos capazes de absorvê-los de forma adequada, desenvolvendo dois pesos e duas medidas nos critérios de desempenho e competência, e reforçando o círculo vicioso da ineficiência subsidiada. A política correta para isto, que ainda não foi possível colocar em marcha, está definida com clareza no relatório de 1985: “A formação de núcleos científicos em áreas populosas e subdesenvolvidas envolve uma política agressiva, contínua e de longo prazo, apoiada em centros de pesquisa e treinamento de bom nível do país. Faz parte dela identificar núcleos promissores de futuros centros; apoiar os esforços iniciais desses núcleos, auxiliando-os na concepção e realização de seus projetos; encorajar candidatos para treinamento nos centros nacionais mais avançados; selecionar entre eles os mais qualificados para treinamento no exterior; e assegurar condições favoráveis de trabalho, de carreira e de manutenção aos que retornam deste treinamento.”

Um dos fatores importantes para a correção desses desequilíbrios, assinalado no relatório de 1985, seria a criação de organismos regionais ou estaduais semelhantes à Fapesp, apoiados pelo MCT e pelas agências de desenvolvimento regional. Cabe assinalar, em relação a isto, a reorganização recente da Faperj, transformada agora num órgão autêntico de apoio à pesquisa científica e tecnológica no estado, em contraste com a total desativação de sua congênera em Minas Gerais. A experiência deste estado mostra que essas instituições necessitam de uma estrutura administrativa e financeira que as proteja das oscilações políticas.

A PÓS-GRADUAÇÃO

Os principais problemas da pós-graduação brasileira, assinalados no relatório de 1985, continuam sem maiores alterações: muitos cursos com avaliação ‘C’, ou menos, pela Capes (cerca de 40% em 1985), baixa taxa de titulação (cerca de 15%), grande concentração dos alunos nos programas de mestrado (cerca de 85%), dificuldades dos egressos em obter empregos. Após um período de grande expansão, a pós-graduação no Brasil tem crescido muito pouco, e hoje as dificuldades de mercado de trabalho para mestres e doutores coexistem com a falta de maior quantidade de pessoal de alto ní-

vel, indispensável para a melhoria do ensino e o desenvolvimento científico e tecnológico do país.

Neste quadro paradoxal, a expansão do número de bolsas de estudo de pós-graduação havida nos últimos anos, a elevação recente de seus valores e o desemprego provocado pela depressão econômica tornaram bastante atrativa a situação de aluno dos cursos de pós-graduação do país. Esse quadro tem permitido aos cursos de pós-graduação reter seus alunos por mais tempo, apesar do fechamento do principal mercado de trabalho para pós-graduados, que é o sistema universitário.

RECOMENDAÇÕES

A grande maioria das recomendações do relatório de 1985 continua não apenas válida, como mais pertinente do que nunca. Elas são, de forma resumida, as seguintes:

1. O sucesso da contribuição da c&t para o desenvolvimento social e econômico requer uma ampla decisão política, abrangendo dois pontos principais: investir a longo prazo e com continuidade em pesquisa científica e tecnológica; e criar instrumentos que viabilizem a transferência de conhecimentos, a incorporação de resultados e o desenvolvimento de produtos. Esses instrumentos incluem o estabelecimento de normas adequadas que facilitem a cooperação entre universidades e indústrias, dentro do princípio da preservação constante das funções básicas de ensino e pesquisa de ponta por parte das universidades.

2. Providências urgentes são necessárias para o funcionamento adequado das universidades e institutos. Além de restabelecer as condições adequadas de infra-estrutura para o trabalho de ensino e pesquisa, é também urgente: reformular as carreiras de magistério superior, baseando-se o acesso e a promoção exclusivamente no mérito científico e na atividade docente; organizar e implantar a carreira de pessoal de apoio ajustada às características de cada ramo de conhecimento, assegurando oportunidades de ascensão baseadas no mérito; dar às instituições públicas de ensino e de pesquisa flexibilidade para substituição e contratação de docentes, pesquisadores e pessoal de apoio; criar incentivos para a contratação de pós-graduados por empresas que investem em pesquisa e desenvolvimento; desenvolver sistemas adequados e legítimos de avaliação regular das instituições de pesquisa científica do país, com a participação da comunidade especializada nacional e internacional; assegurar às instituições e aos grupos mais produtivos em pesquisa, auxílios plurianuais que lhes permitam continuidade e estabilidade em seus programas; criar um sistema nacional de centros de pesquisa associados ao CNPq, identificados pela qualidade de seu trabalho, e que possam receber apoio diferenciado para atividades de ponta.

3. Rever o financiamento da pesquisa científica e tecnológica, estabelecendo níveis mínimos crescen-

tes e tornando o sistema de decisão e distribuição de recursos mais transparente: programar um crescimento anual da c&t no Orçamento da União, recuperando para 1989 a base mínima de 5% com um crescimento anual posterior da ordem de 0,6%; assegurar à soma de recursos para o CNPq, Capes e Finep/FNDCT o valor mínimo de 40% do orçamento da União para ciência e tecnologia, com destaque para o FNDCT; reformular o orçamento de c&t da União, de maneira a tornar explícita a distribuição entre salários, administração e custo de pesquisa; publicar e divulgar amplamente, no fim de cada exercício, o orçamento realizado de c&t, com a distribuição de recursos por grandes áreas de conhecimento, estendidos também aos estados e às empresas estatais.

4. Nas entidades que financiam pesquisa e treinamento, cabem algumas medidas visando aumentar sua eficiência, tais como: estabelecer tetos em seus gastos com pessoal, administração e financiamento; assegurar a participação majoritária de pesquisadores em conselhos com funções deliberativas e impedir que decisões de alocação de recursos sejam feitas sem mecanismos adequados de revisão por pares; concentrar a atividade dessas entidades no apoio à pesquisa e treinamento, evitando a diluição de recursos em programas setoriais e atividades de extensão que pertençam a outros setores do governo.

5. Outras recomendações: criar entidades estaduais no bem-sucedido modelo da Fapesp; excluir os centros de pesquisa e treinamento das restrições à importação de equipamentos e insumos; rever o PADCT, com uma reavaliação de suas prioridades e de seus mecanismos de funcionamento, fazendo com que deixe de ter o caráter de uma atividade vista como imposta externamente às agências de c&t e à comunidade científica brasileira, e passe a ser de responsabilidade efetiva desta; rever e disciplinar os auxílios institucionais a núcleos e programas de pesquisa, assegurando que recursos dedicados à pesquisa não sejam utilizados em outras finalidades.

CONCLUSÕES

O pequeno progresso havido no setor da c&t entre 1985 e 1988 não pode ser atribuído, simplesmente, à crise econômica e política que o país vem atravessando. A Nova República fez do setor de c&t, e dentro dele a parte coberta pelo MCT, apenas mais um entre inúmeros grupos de interesse a disputar os recursos escassos de um Estado em crise, ao lado de pressões muito mais diretas e imediatas para o financiamento das dívidas, os interesses de *lobbies* empresariais, a crise dos centros urbanos, os movimentos reivindicativos de funcionários, as pressões e conveniências políticas, os subsídios ao consumo, o déficit das estatais e assim por diante. Nessa luta desigual, o setor de c&t dificilmente conseguiria prevalecer.

A reversão desse quadro requer um trabalho longo de convencimento que evidencie a importância da c&t para o desenvolvimento econômico e cultural do país. Este trabalho deve se dar em duas frentes principais: a da melhoria contínua da qualidade da pesquisa brasileira e a da definição progressiva de linhas prioritárias de ação.

A questão da qualidade é absolutamente fundamental. O que o setor de c&t demanda da sociedade é, em essência, um cheque em branco em nome de resultados futuros. Esta demanda só pode ser consubstanciada por um uso estritamente ético e competente dos recursos hoje disponíveis.

A questão das prioridades é igualmente difícil, e muito mais complexa. A atividade científica é necessariamente plural e diferenciada, e seria um grave equívoco tentar colocá-la na camisa-de-força de um planejamento centralizado, que limitasse as iniciativas individualizadas e afogasse linhas de trabalho sem retorno econômico ou social visível e de curto prazo. No entanto, uma política científica de apoio a um amplo espectro de atividades definidas por critérios estritos de qualidade, através do CNPq e do FNDCT, pode combinar-se perfeitamente, como de fato já tem ocorrido, com o estabelecimento de projetos tecnológicos considerados prioritários e de custos mais elevados, como o programa espacial, o programa de desenvolvimento de satélites, o desenvolvimento das novas tecnologias, pesquisas sobre energia e assim por diante.

A experiência brasileira sugere que esses grandes projetos ou atividades tendem a tornar-se institucionalmente autônomos e a desenvolver seus próprios mecanismos de proteção, como outros tantos grupos de pressão, perdendo muitas vezes de vista seus objetivos a médio e longo prazo.

Esses projetos, no entanto, pelo custo que têm, pelo impacto positivo ou negativo que exercem sobre as áreas da ciência, tecnologia e educação superior, e pelos efeitos que podem ter sobre a economia e a sociedade brasileira, necessitam de estudos de viabilidade técnico-científica e econômica extremamente cuidadosos e de uma definição mais clara e transparente de seus objetivos e metas a médio e longo prazos, de seu impacto social, econômico e ambiental, e de seus custos diretos e indiretos do que tem ocorrido até aqui.

O antigo debate entre a liberdade de pesquisa e seu planejamento parece, pois, superado. A pesquisa científica e tecnológica de um país como o Brasil deve ser ao mesmo tempo livre e desinteressada, justificada por critérios estritos de qualidade e competência e planejada em função de um número bastante restrito de grandes projetos, com metas tecnológicas, econômicas, sociais e ambientais explícitas, com reavaliações periódicas de seu desempenho e pertinência.

Essa tarefa avaliativa deveria ser uma função central do novo MCT, que assim poderia transformar-se, efetivamente, no órgão coordenador da política científica e tecnológica do país. ■

A questão da qualidade é fundamental: a c&t pede à sociedade um cheque em branco em nome de resultados futuros.

A pesquisa deve ser livre e desinteressada, obedecendo a critérios de qualidade e competência, e planejada em função de um número restrito de projetos, com metas tecnológicas, econômicas, sociais e ambientais explícitas.

CRESCER A AMEAÇA DA AIDS NO BRASIL

Até 30 de novembro passado, 4.946 casos de AIDS haviam sido notificados ao Ministério da Saúde, o que, aliado às características da doença, mostra que estamos diante de um sério problema de saúde pública, especialmente evidente na região Sudeste (figura 1). Sozinho, o estado de São Paulo registrou 62,8% dos casos notificados em todo o país em 1988, mantendo assim o mesmo patamar dos anos anteriores. O Rio de Janeiro apresentou uma queda de 16,7% dos casos (1987) para 9,1% (1988).

A situação é agravada pela dificuldade de se definirem com clareza os fatores que concorrem para a disseminação rápida da doença em determinados grupos populacionais. O sistema nacional de vigilância epidemiológica para a AIDS, que começou a funcionar em 1985, já conseguiu recuperar informações retroativas a 1982, quando foram detectados os primeiros casos. Centralizado na Divisão de Doenças Sexualmente Transmissíveis/AIDS (DST/AIDS), ele se ramifica através dos programas estaduais de controle e prevenção, para chegar aos centros de referência da rede básica de saúde nas 26 unidades da federação.

Essas informações — e as demais, que se seguem — foram fornecidas por Lair Guerra de Macedo Rodrigues, coordenadora nacional da campanha contra a AIDS e autora de textos de divulgação que acabam de ser distribuídos pelo Ministério da Saúde a médicos e autoridades sanitárias.

“Embora os modos de transmissão sejam basicamente os mesmos, existem, entre os vários países, diferenças na epidemiologia e nas características clínicas da doen-

ça. Além disso, o contexto cultural influencia não só os padrões epidemiológicos como as estratégias de controle e prevenção a serem adotadas”, esclarece Lair Guerra.

A entrada precoce do vírus HIV no país, o predomínio da transmissão da doença entre homossexuais e usuários de drogas injetáveis e a maior incidência no sexo masculino são traços característicos da expansão da AIDS no Brasil. Atualmente a doença, que no início afetou indivíduos de nível sócio-econômico médio alto, atinge todos os segmentos da sociedade. A distri-

buição etária não é uniforme: quase 80% dos casos manifestaram-se em indivíduos entre 20 e 44 anos (figura 2). Quanto ao grau de escolaridade, 35% correspondem a indivíduos com curso superior, o que é desproporcional em relação à participação deste grupo na população brasileira como um todo.

Um dos aspectos mais discutidos da AIDS merece destaque: em 1982, todos os casos detectados eram masculinos; em 1986, para cada 28 casos masculinos havia um feminino; em 1988 essa relação passou

2 Casos de AIDS por grupo etário — Brasil — 1980-1988*

	1ª a 48ª semana de 88		Acumulados semanais de 82 a 88	
Menos de 01	21	1,2%	41	0,8%
01 a 04	27	1,6%	53	1,1%
05 a 09	16	0,9%	42	0,8%
10 a 14	10	0,6%	35	0,7%
15 a 19	46	2,7%	127	2,6%
20 a 24	193	11,2%	509	10,3%
25 a 29	353	20,4%	918	18,6%
30 a 34	378	21,9%	1.107	22,4%
35 a 39	267	15,5%	842	17,0%
40 a 44	178	10,3%	549	11,1%
45 a 49	113	6,5%	316	6,4%
50 a 54	39	2,3%	143	2,9%
55 a 59	33	1,9%	98	2,0%
60 e mais	24	1,4%	80	1,6%
Ignorado	28	1,6%	85	1,7%
Total	1.727	100,0%	4.946	100,0%

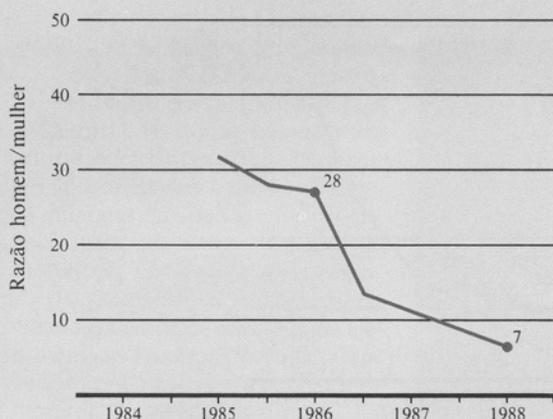
* Dados preliminares até a 48ª semana, terminada em 3/12, sujeitos a revisão.

1 Casos de AIDS segundo período de diagnóstico e local de residência Brasil — 1982-1988*

	Acumulados semanais					
	1980-1984		1985-1987		1988*	
Norte	—	—	23	0,7%	18	1%
Nordeste	4	2,7%	235	7,6%	158	9,1%
Sudeste	132	89,8%	2.537	82,6%	1.316	76,2%
Sul	10	6,8%	172	5,6%	171	9,9%
Centro-Oeste	1	0,7%	105	3,4%	64	3,7%
Brasil	147	100,0%	3.072	100,0%	1.727	100,0%

* Dados preliminares até a 48ª semana, terminada em 3/12, sujeitos a revisão.

a ser de sete para um (figura 3). Coloca-se então a pergunta: essa alteração indicaria um aumento de risco da transmissão heterossexual ou uma incidência maior do uso de drogas injetáveis entre mulheres? A análise levada a efeito pelo grupo de Lair Guerra mostra que a transmissão sexual responde por 71% dos casos; neste universo, 62% dos casos estão relacionados à prática homossexual, 28% atingem bissexuais e 10% heterossexuais. Por sua vez, a transmissão sanguínea, que em 1984 era responsável por 10% do total de casos, hoje já atinge quase 20% (figura 4). O aparecimento de casos de transmissão perinatal, inexistente an-



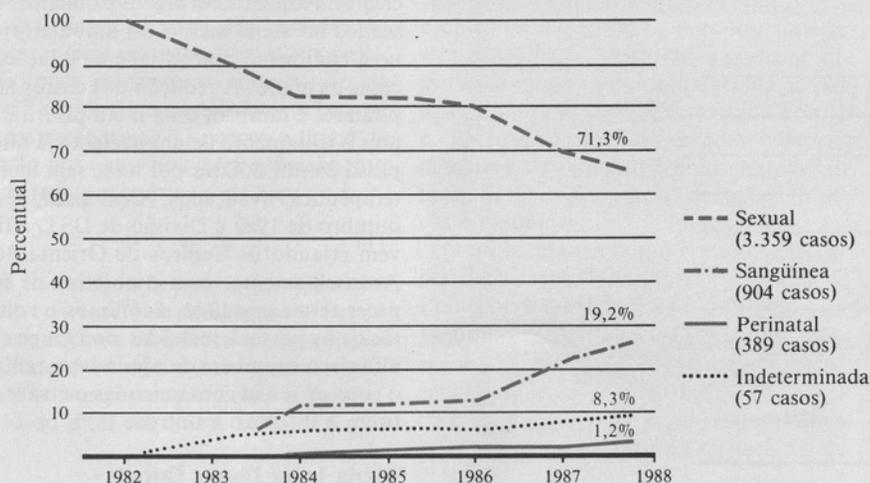
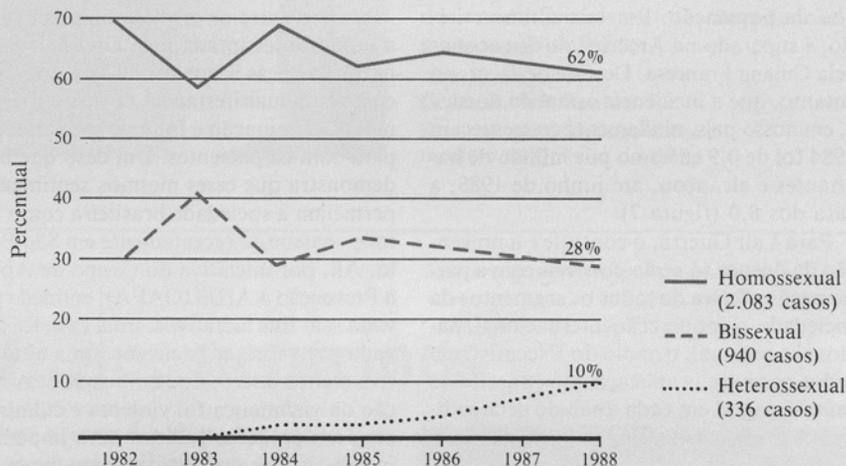
Nos primeiros anos da década de 1980 não haviam sido detectados casos de AIDS em mulheres.

ocorre nos Estados Unidos e na Europa Ocidental, também neste universo há predominância de casos do sexo masculino.

Outra diferença marcante entre o Brasil e os países desenvolvidos refere-se à transmissão sangüínea ou parenteral (figura 6). Enquanto nos Estados Unidos esses casos não ultrapassam os 12% do total e na maioria se devem ao uso de drogas injetáveis (84%), em nosso país eles totalizam 31%, com forte presença — embora já declinante — das transfusões de sangue contaminado, o que penaliza sobretudo os hemofílicos. A campanha do Ministério da Saúde e os esforços dos grupos ligados aos

tes de 1984, permite supor a expansão da AIDS entre as mulheres usuárias de drogas injetáveis. Estas teriam transmitido a doença aos filhos durante a gestação. Contudo, a transmissão perinatal tem valor relativo baixo, se comparado ao dos países desenvolvidos.

A figura 5 mostra uma diminuição relativa de casos entre homossexuais e bissexuais, acompanhada do aumento da transmissão heterossexual. Esta constatação permite, segundo Lair Guerra, formular as seguintes hipóteses: 1) saturação do grupo homo/bissexual exposto ao risco; 2) adoção de medidas preventivas por este grupo; 3) aumento real da incidência de casos na população heterossexual. No entanto, qualquer especulação sobre a última hipótese requer avaliação rigorosa dos casos considerados de transmissão heterossexual. Isso porque no Brasil, ao contrário do que



hemofílicos ainda não conseguiram eliminar esse problema grave. As transfusões foram também responsáveis, em 1988, por 60,2% dos casos pediátricos (considerados os menores de 15 anos), sendo que 31% desses casos referem-se a hemofílicos e 27,5% a outros receptores de sangue. Os casos pediátricos têm como segunda causa a transmissão perinatal (34,5%). Há também três casos de crianças usuárias de drogas injetáveis, provenientes do estado de São Paulo.

Pode-se ter uma idéia aproximada da amplitude da infecção pelos estudos feitos em grupos especiais. Em doadores de sangue, a taxa de seropositividade (que indica a presença de anticorpos para o vírus no sangue examinado) varia de 0,1% em Brasília (numa amostra de cerca de 32 mil exames) e Porto Alegre (amostra de dez mil) a 0,6% em São Paulo (amostra de 180 mil); em hemofílicos, de 20% em Recife (amos-

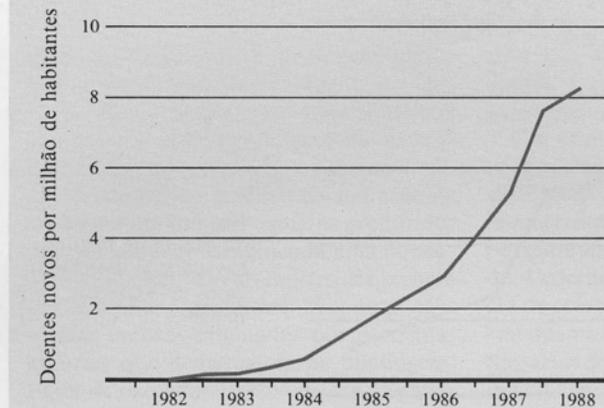
tra de 121) a 76% no Rio de Janeiro (amostra de 300); em prostitutas, de zero em Cuiabá (amostra de 206) a 6% no Rio de Janeiro (amostra de 116). Em Santos, a análise de 49 prostitutas usuárias de drogas injetáveis apontou 12% de seropositividade.

As cinco principais doenças associadas à AIDS continuam sendo a candidíase (32%), a pneumonia por *Pneumocystis carinii* (17%), a tuberculose (12%), o sarcoma de Kaposi (7%) e a toxoplasmose (6%).

○ Brasil ocupa o terceiro lugar em número absoluto de casos no mundo. Mas, com uma taxa acumulada de 35 enfermos por milhão de habitantes, cai para o 40º lugar mundial e o 16º no continente americano, relativamente ao tamanho da população. Por este último critério, é superado na América do Sul apenas pela Guiana Francesa. Deve-se destacar, no entanto, que a incidência anual da doença é, em nosso país, nitidamente crescente: em 1984 foi de 0,9 enfermo por milhão de habitantes e alcançou, até junho de 1988, a casa dos 8,0 (figura 7).

Para Lair Guerra, o controle e a prevenção da doença só serão possíveis com a participação efetiva de todos os segmentos da sociedade, a cooperação internacional, nacional e regional, o apoio do Executivo em todos os níveis, a aplicação do conceito de saúde integral em cada unidade de atendimento médico-sanitário e o combate incessante à discriminação.

“A AIDS”, assinala a dra. Lair, “tornou-se o grande problema sociopolítico do nosso tempo, uma linha decisória para os



religiosos, um campo de batalha para os pesquisadores, um campo fértil para as demonstrações freqüentes do nível de desumanidade do homem para com o homem.”

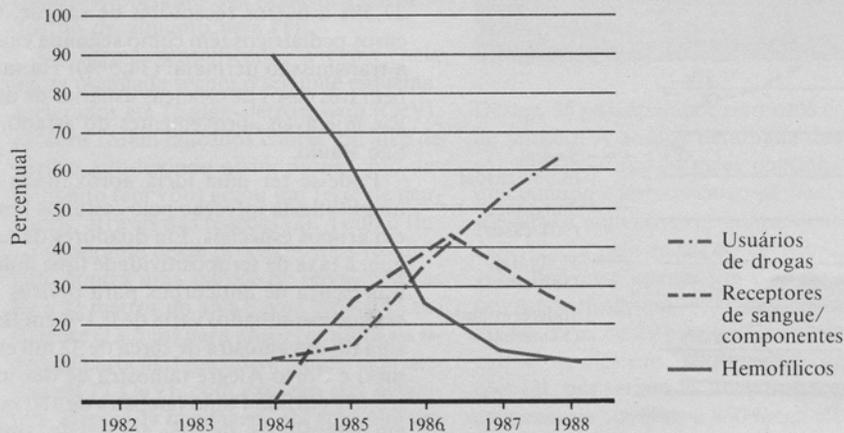
Mesmo entre os profissionais da saúde, a pesquisa levantada pela Divisão Nacional de Doenças Sexualmente Transmissíveis encontrou manifestações de medo irracional, discriminação e falta de solidariedade para com os pacientes. Um caso que bem demonstra que esses mesmos sentimentos permeiam a sociedade brasileira como um todo passou-se recentemente em São Paulo. Ali, por iniciativa do Grupo de Apoio à Prevenção à AIDS (GAPA), entidade privada sem fins lucrativos, uma casa foi alugada para abrigar pacientes, uma alternativa menos onerosa que o hospital. A reação da vizinhança foi violenta e culminou com um processo judicial para impedir a instalação dos doentes, que deu ganho de causa aos moradores do bairro. Há outros exemplos chocantes, como o de um menor, com sorologia positiva mas assintomático,

que foi hospitalizado por ordem judicial durante um ano e meio; e o de um pastor que pediu a um paciente para não mais comparecer ao culto dominical para não esvaziar sua igreja.

“Ninguém contaminado por esse vírus vai se acostumar com o afastamento de colegas, amigos e parentes”, observa Lair Guerra, “mas os pacientes com AIDS chegam a alcançar um estágio de paz e aceitação se receberem e derem a si mesmos a permissão de extravasar a angústia e as lágrimas, a sensação de impotência diante do vírus e de uma sociedade que os discrimina, julga, censura. Se tiverem o apoio de pessoas que os aceitem e lhes queiram bem, dando-lhes o apoio de que todo ser humano necessita, então será desenvolvido o estágio de paz e de aceitação do inevitável.”

Radicalmente contra as propostas de isolamento dos doentes, Lair Guerra afirma que a AIDS, para a medicina e áreas afins, tem sido “um desastre e uma experiência humilhante”. No início, por haver problemas quanto ao diagnóstico; depois, por se verificar que pouco havia a fazer pelos pacientes. Hoje existem alguns caminhos, baseados no atendimento em ambulatórios, no atendimento domiciliar e na criação de casas de apoio. A redução dos custos hospitalares é também uma meta prioritária, pois o tratamento de um paciente já ultrapassa 25 mil dólares por ano, sem incluir terapêuticas avançadas. Além disso, desde outubro de 1987 a Divisão de DST/AIDS vem criando os Centros de Orientação e Aconselhamento, com o objetivo de fornecer testes gratuitos, anônimos e voluntários às pessoas incluídas nos grupos de alto risco e também de ajudá-las a reduzir o risco de serem contaminadas ou transmitirem a infecção a outros.

Maria Ignez Duque Estrada
Ciência Hoje, Rio de Janeiro



Complete sua coleção de

CIÊNCIAHOJE



Nº 1 — Julho/Agosto de 1982

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

Nº 2 — Setembro/Octubre de 1982

- Nascimento, vida e morte das estrelas
- 1932: São Paulo vai à guerra
- Pressão alta, um problema de milhões
- Um parque nacional para Abrolhos
- Barbeiros: eles transmitem a doença de Chagas
- Luminescência, da alquimia à época moderna
- O drama do alcoolismo
- Os primatas do Brasil, patrimônio a conservar
- Por que os preços não caem

Nº 3 — Novembro/Dezembro de 1982

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

Nº 4 — Janeiro/Fevereiro de 1983

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

Nº 5 — Março/Abril de 1983

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

Nº 6 — Maio/Junho de 1983

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

Nº 7 — Julho/Agosto de 1983

- Arte do Brasil na pré-história
- A estranha natureza da realidade quântica
- Reconhecer a si próprio: idéias para uma nova imunologia
- Avoantes, pombas de arribação
- Política e economia no primeiro governo Vargas
- Neurogênese: vida e morte de neurônios jovens

Nº 8 — Setembro/Octubre de 1983

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

Nº 9 — Novembro/Dezembro de 1983

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

Nº 10 — Janeiro/Fevereiro de 1984

ESPECIAL AMAZÔNIA

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

Nº 11 — Março/Abril de 1984

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

Nº 12 — Maio/Junho de 1984

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

Nº 13 — Julho/Agosto de 1984

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

Nº 14 — Setembro/Octubre de 1984

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

Nº 15 — Novembro/Dezembro de 1984

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

Nº 16 — Janeiro/Fevereiro de 1985

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

Nº 17 — Março/Abril de 1985

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

Nº 18 — Maio/Junho de 1985

ESPECIAL NORDESTE

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

Nº 19 — Julho/Agosto de 1985

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

Nº 20 — Setembro/Octubre de 1985

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

Nº 21 — Novembro/Dezembro de 1985

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

Nº 22 — Janeiro/Fevereiro de 1986

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

Nº 23 — Março/Abril de 1986

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

Aproveite esta promoção

PAGUE 5 - LEVE 6

Preencha o cupom de assinaturas que acompanha esta revista

Nº 24 — Maio/Junho de 1986

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

Nº 25 — Julho/Agosto de 1986

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

Nº 26 - Setembro/Octubre de 1986

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

Nº 27 - Novembro/Dezembro de 1986

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

Nº 28 — Janeiro/Fevereiro de 1987

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

Nº 29 — Março de 1987

- Energia e sociedade
- Pupunha: uma árvore domesticada
- Efeito estufa: uma ameaça no ar
- O pensamento autoritário: Oliveira Vianna, hoje
- Encarte infantil: fogo, carnaval, beija-flor, jogos

Nº 30 — Abril de 1987

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

Nº 31 — Maio de 1987

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

Nº 32 — Junho de 1987

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

Nº 33 — Julho de 1987

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

Nº 34 — Agosto de 1987

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

Nº 35 — Setembro de 1987

- Formigas cortadeiras: a linguagem dos odores
- Medicina popular: rezas e curas de corpo e alma
- Super-redes: harmonia das bandas cristalinas
- Choque (hiper)térmico
- Perfil: Isaias Raw
- Encarte infantil: experiências de magnetismo, tartarugas da Amazônia, as bruxas brasileiras e a inquisição

Nº 36 — Outubro de 1987

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

Nº 37 — Novembro de 1987

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

Nº 38 — Dezembro de 1987

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

Nº 39 — Janeiro/Fevereiro de 1988

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

Nº 40 — Março de 1988

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

Nº 41 — Abril de 1988

- Monoclonais contra leucemia
- Os homens da mina
- Fusão termonuclear controlada
- Newton: principia mathematica, 300 anos
- Encarte infantil: raça ou espécie, luz e sombra, o fogo, passatempos

Nº 42 — Maio de 1988

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

Nº 43 — Junho de 1988

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

Nº 44 — Julho de 1988

- Reserva biológica para o Maranhão
- Envelhecimento e representação da velhice
- O jogo da inflação
- Pioneiros da ciência no Brasil
- Cavalo, um brasileiro antigo
- Perfil: Ricardo Ferreira, química, política e vida

Nº 45 — Agosto de 1988

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

Nº 46 — Setembro de 1988

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



50 ANOS DA FISSÃO NUCLEAR: HÁ RAZÕES PARA SE COMEMORAR?

As reservas conhecidas de urânio podem assegurar o abastecimento energético da humanidade por um período da ordem de alguns séculos. Estimativas como esta dependem, obviamente, do ritmo de crescimento da população do planeta e do consumo *per capita* de energia nas sociedades futuras. Por outro lado, as contradições das sociedades atuais podem resultar a qualquer momento numa guerra nuclear para a qual as duas superpotências acumularam cerca de 6.000 WW2 de origem nuclear (uma unidade de WW2 equivale ao poder explosivo de todas as bombas lançadas durante a Segunda Guerra Mundial, inclusive as duas nucleares). Nesses processos de liberação de energia intervém a fissão (ou divisão) do núcleo atômico.

Em 1938, os físico-químicos O. Hahn e F. Strassmann mostraram que o bombardeio de urânio com nêutrons resultava na produção de bário. O fenômeno foi interpretado pelos físicos L. Meitner e O. R. Frisch como efeito da fissão do núcleo de urânio em dois núcleos semelhantes entre si. Quando esses trabalhos foram publicados, em 1939, fazia já alguns anos — pelo menos desde 1934 — que se realizavam na Europa experiências em que a fissão nuclear se produzia, sem no entanto ser reconhecida. Esse bloqueio intelectual permitiu, nada mais, nada menos, que a Segun-

da Guerra Mundial fosse travada sem o uso de armas nucleares, salvo em seu desfecho.

Descoberto em 1908 por E. Rutherford, o núcleo atômico só começou a ser estudado sistematicamente na década de 1930. O ano de 1932 foi decisivo: E. O. Lawrence construiu em Berkeley (EUA) o primeiro ciclotron, enquanto em Cambridge (Inglaterra) J. D. Cockroft e E. T. Walton conseguiam montar o primeiro acelerador capaz de produzir transmutações nucleares; também em Cambridge, J. Chadwick descobriu o nêutron, partícula de massa igual à do próton, mas sem carga elétrica. Em novembro do mesmo ano, por outro lado, F. D. Roosevelt elegeu-se presidente dos EUA, enquanto Hitler completava sua escalada ao posto de chanceler da Alemanha, em que seria empossado em 30 de janeiro de 1933. De uma maneira ou de outra, todos esses eventos integram a história da fissão nuclear.

Em 1932, já se sabia que o raio do núcleo é cerca de cem mil vezes menor que o do átomo. O espectrômetro de massa — instrumento que permite analisar a constituição energética de um feixe de partículas, desenvolvido por F. W. Aston, também em Cambridge — tornou possível chegar a uma medida da densidade do núcleo, aproximadamente independente do número de massa (A) — que é a soma do núme-

ro de nêutrons (N) e de prótons (Z) — do mesmo núcleo.

A relação estabelecida por Einstein entre massa e energia permitiu calcular a energia armazenada em um núcleo. Verificou-se que a divisão em dois fragmentos iguais com número de massa maior do que cem é energeticamente favorável, podendo, no caso do urânio, ocasionar a liberação de cerca de 200 milhões de elétrons-volt (MeV). Cálculos teóricos indicavam, no entanto, que esse processo demandaria um tempo extremamente longo, comparável ao da idade do universo. Rutherford, líder incontestado em Cambridge, afirmava, em 1933: “Se alguém disser que espera uma fonte de potência a partir da transformação desses átomos (núcleos), estará dizendo disparates.”

Em 1935, N. Bohr construiu um modelo nuclear baseado numa analogia com as moléculas de gotas líquidas. Estas se comportam como se estivessem envolvidas por uma membrana elástica que produz uma tensão superficial proporcional à superfície das mesmas. Num processo de fissão, a superfície no núcleo aumentaria e, com ela, a tensão superficial. Supôs-se na época que essa força de restituição impedia a divisão do núcleo e a conseqüente liberação de energia.

O físico húngaro L. Szilard — que chegou à Inglaterra em 1933, fugindo à perseguição nazista aos judeus — concebeu um processo em que, ao ser bombardeado por uma partícula, o núcleo se transforma num emissor radioativo capaz de expulsar duas ou mais partículas. Isto permitia imaginar a produção de uma reação em cadeia que, dadas certas condições, liberasse a energia armazenada no núcleo. Antecipando e temendo desde o início as possíveis conseqüências de seu trabalho, Szilard sugeriu que os cientistas não permitissem a divulgação de descobertas potencialmente perigosas em países sob regime ditatorial. Tal proposta, no entanto, foi recebida com frieza pelos físicos britânicos, imbuídos da tradição que exige a livre difusão das pesquisas, de modo a poderem ser avaliadas pela comunidade científica internacional.

A possibilidade de uma reação em cadeia tornou-se mais plausível quando F. Joliot e sua esposa, I. Joliot-Curie, do Insti-

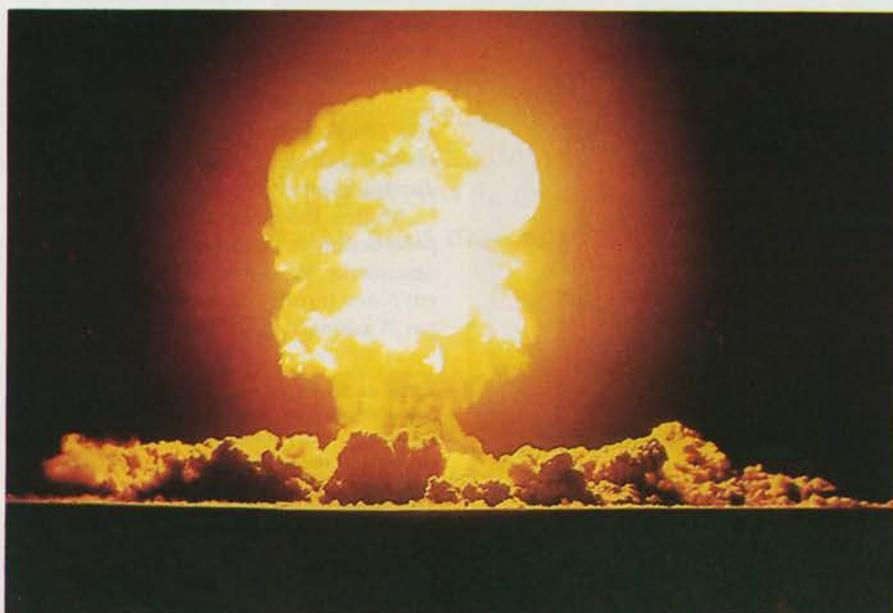


foto Agência Keystone

tuto do Radium, em Paris, descobriram ser possível promover a geração de núcleos radioativos em laboratório (radioatividade artificial). Em 1934, bombardearam alumínio com partículas alfa (núcleos de hélio, com $Z = 2$) e detectaram a ocorrência, algum tempo após a reação original, de uma emissão de pósitrons (elétrons com carga positiva).

Embora as fontes de nêutrons conhecidas por volta de 1934 fossem muito mais fracas que as de partículas alfa, E. Fermi julgou que seria vantajoso utilizá-los, dada sua maior eficiência: eles não são repelidos eletricamente pelos núcleos, nem freados pelos elétrons. As pesquisas que desenvolveu em Roma resultaram na descoberta de vários fenômenos que seriam de fundamental importância para a fissão e sua utilização posterior: a) a intensidade das reações nucleares aumentava enormemente quando os nêutrons eram termalizados (isto é, tinham sua energia reduzida por meio de um moderador apropriado); b) a intensidade das reações era anormalmente grande nos casos do cádmio e do boro, por causa do fenômeno da ressonância; c) todo elemento se torna radioativo ao ser bombardeado com nêutrons.

Fermi e seus colaboradores verificaram que, quando se bombardeava urânio, a emissão radioativa resultante não desaparecia após uma separação química que eliminava todos os elementos entre o chumbo ($Z = 82$) e o urânio ($Z = 92$). Como, até então, nenhuma reação nuclear resultara na emissão de algo mais pesado que partículas alfa, a equipe julgou ter descoberto um elemento transurânico ($Z = 93$). Só em 1939 se dariam conta de que, de fato, o que tinham realizado era a fissão do urânio.

Em 1938, Benito Mussolini, já aliado a Hitler, promulgou leis anti-semitas na Itália. Quase todos os físicos italianos deixaram seu país, inclusive Fermi, cuja esposa era judia.

Quatro anos antes, replicando em Berlim a experiência de Fermi, I. Noddack-Tacke concluiu: "É concebível que, na irradiação de núcleos pesados com nêutrons, estes decaiam em alguns fragmentos grandes; esses fragmentos podem ser isótopos de elementos conhecidos, mas não vizinhos do elemento irradiado." Essa primeira descrição do processo de fissão, feita em 1934, não foi, porém, levada a sério. Em parte, porque Noddack não explicara como os elementos mais leves podiam se formar; mas o fato de que não era um cientista re-

nomado pesou muito (também na física, o mais importante é o nome).

Substituindo o urânio da experiência de Fermi por tório ($Z = 90$), o casal Joliot-Curie 'descobriu' novos elementos radioativos 'transurânicos', um dos quais tinha um comportamento químico "muito parecido" com o do lantânio ($Z = 57$). Se esse resultado tivesse sido corretamente interpretado, a fissão nuclear teria sido anunciada pela primeira vez em Paris.

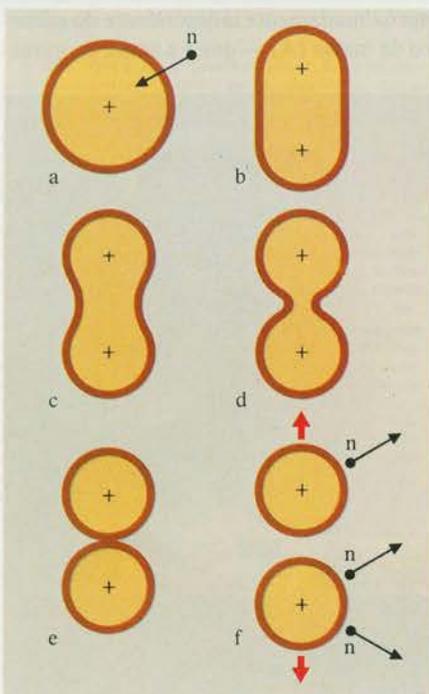
Em Berlim, Hahn e Meitner também estudavam as propriedades dos novos 'elementos transurânicos'. Embora de origem judaica, a física austríaca Lise Meitner estava podendo levar adiante uma colaboração de 30 anos com Hahn, graças ao fato de que as leis anti-semitas não se aplicavam a estrangeiros. Em fevereiro de 1938, porém, o Terceiro Reich anexou a Áustria e Meitner foi obrigada a se refugiar na Suécia, onde se incorporou ao Instituto Nobel, em Estocolmo. Enquanto isto, agora em colaboração com Strassmann, Hahn descobriu que um dos elementos radioativos formados só podia ser o bário ($Z = 56$) ou o rádio ($Z = 88$). Por fim, concluiu que o elemento obtido era o bário; no entanto, embora fosse um dos cientistas mais respeitados da Europa — 30 anos antes desenvolvera um método para separar o bário e o rádio —, ele próprio desconfiou de seu achado: "como todo mundo sabia", isso era impossível, do ponto de vista fisi-

co. Em carta à sua ex-colaboradora, contou-lhe do impasse em que se encontrava e pediu sua opinião.

Frisch, sobrinho de Meitner, também refugiado da Alemanha, trabalhava na época no Instituto de Bohr, em Copenhague. Tia e sobrinho encontraram-se no sul da Suécia, para passar juntos as festas de fim de ano. Foi ali, durante uma caminhada, que solucionaram o enigma de Hahn. Ocorreu-lhes que, no caso de um elemento que apresentasse um número atômico (Z) suficientemente grande, como o urânio, a energia eletrostática (outra contribuição à energia armazenada, no modelo da gota líquida) devia diminuir quando se deformava o núcleo, efeito que podia anular a força de restituição devida à tensão superficial. Descobriram que a fissão estava implícita no modelo da gota, desde que se levasse em conta a deformação tanto na tensão superficial como na energia eletrostática. Os dois fragmentos deveriam repelir-se eletricamente como uma energia de 200 MeV, proveniente da diferença de massas antes mencionada (ver figura). Finalmente, estava identificada e nomeada a fissão nuclear, assim chamada por lembrar a fissão celular.

Os grandes físicos criadores da mecânica quântica (que implicou uma nova maneira de pensar) não tinham sido capazes de ver o fenômeno relativamente simples da fissão nuclear. "Que idiotas temos sido, todos nós!", exclamou Bohr, mal Frisch começou a lhe explicar a descoberta, de volta a Copenhague. Bohr, que partia nesse mesmo dia para os Estados Unidos, prometeu manter reserva quanto ao assunto até que Frisch pudesse verificar suas conclusões, detectando os produtos da fissão. Esqueceu-se, porém, de mencionar essa promessa ao físico L. Rosenfeld, que viajava com ele, e assim a notícia foi logo divulgada em Princeton.

Muitos físicos, entre os quais Fermi, perceberam de imediato as implicações da descoberta. Na Universidade de Colúmbia, em Nova Iorque, na Carnegie Institution, em Washington, em Baltimore e em Ber-



Fases da fissão de um núcleo pesado segundo o modelo da gota. O bombardeio com nêutrons (a) permite a deformação do núcleo (b); as forças eletrostáticas que resultam da acumulação de cargas positivas (prótons) nos extremos da gota se sobrepõem à tensão superficial e acenam o estreitamento (c e d), até que o núcleo original se divida em dois (e); as duas partes separam-se então violentamente, emitindo alguns nêutrons (f).

keley, realizaram-se quase simultaneamente as mesmas experiências. O *New York Times* atribuiu a descoberta a pesquisadores de Colúmbia, e só com muito esforço Bohr conseguiu, posteriormente, fazer respeitar as prioridades. Na celebração do 20º aniversário do experimento, o comunicado à imprensa emitido por Colúmbia dizia: "Só uma pessoa fizera um experimento similar: o físico O. R. Frisch, cerca de dez dias antes, em Copenhague."

Em Princeton, onde, com J. A. Wheeler, desenvolveu a teoria da fissão, Bohr predisse que o isótopo fissionável do urânio é o que apresenta número de massa (A) igual a 235. Nessa altura, a possibilidade de separar quantidades macroscópicas do mesmo — cem vezes menos abundantes que o isótopo com $A = 238$ — era ainda inimaginável e o físico voltou à Dinamarca convencido da inviabilidade da construção de uma bomba nuclear. Isto exigiria, pensava, "todos os esforços de um país". Mas, poucos anos depois, o feito se provaria possível, com o esforço de milhares de pessoas de vários países.

Anderson, Fermi e Hanstein, nos EUA, e Halban, Joliot e Kowarski, na França, mostraram, em março de 1939, que, durante o processo de fissão, eram emitidos de dois a quatro nêutrons. Isto permitiu pensar numa reação em cadeia e motivou a criação de programas oficiais de investigação em energia nuclear na Inglaterra, Alemanha e URSS. Nesse mesmo momento, as tropas alemãs invadiam o que havia restado da Checoslováquia. A guerra era inevitável.

Nos EUA, Szilard renovava seus esforços, iniciados em 1933, para obter a censura das publicações sobre fissão. Sustou a divulgação de um trabalho seu, em que mostrava ser possível construir um reator nuclear desde que se dispusesse de um moderador apropriado (isto é, um termalizador ou amortecedor de nêutrons). Trabalhos similares desenvolvidos na França, na Alemanha e na URSS também deixaram de ser publicados. Além disto, Szilard conseguiu convencer Anderson e Fermi a não divulgar os resultados a que tinham chegado sobre a absorção de nêutrons por car-

bono, que ressaltavam as vantagens desse elemento. Talvez isto tenha sido decisivo para o curso da guerra: os alemães só conseguiram como moderador o deutério (que nunca puderam obter em quantidade suficiente) porque a absorção em carbono fora medida por eles erroneamente, fornecendo um valor muito alto. Nos Estados Unidos, os reatores nucleares foram utilizados para a produção de plutônio (com $A = 239$), a partir do qual se construiu a bomba que destruiu a cidade japonesa de Nagasaki.

Na Inglaterra, Frisch e Peierls constatarem que seria possível isolar quantidade suficiente de urânio-235 mediante o procedimento da difusão, que posteriormente foi empregado na construção da bomba lançada sobre Hiroshima. Na Argentina, ele é usado atualmente na produção de urânio enriquecido.

Daniel R. Bes

Departamento de Física,
Comissão Nacional de Energia Atômica,
Argentina

ABALOS EM ANGRA: NENHUM PERIGO À VISTA

Apesar de modestos, os tremores de terra ocorridos em dezembro de 1988 no distrito de Monsuaba, município de Angra dos Reis (RJ), tiveram magnitude política, acrescentando mais uma questão às tantas outras que se têm levantado em relação ao funcionamento da usina nuclear brasileira e à construção, nas vizinhanças, de outras duas centrais. Eles colocaram em evidência a importância de qualquer grande projeto de engenharia levar em conta aspectos sismológicos, mesmo em se tratando de um país considerado pacífico em matéria de terremotos, como o Brasil.

Para José Alberto Vivas Veloso, diretor do Observatório Sismológico da Universidade de Brasília (UnB), um dos mais bem equipados do nosso país, "apesar da sismicidade do Brasil ser caracterizada por



eventos de baixa magnitude, já aconteceram e podem voltar a acontecer tremores de terra com magnitude 5,0. Dependendo do epicentro desses sismos, edificações mal construídas e habitações precariamente assentadas podem ser fortemente afetadas".

Quanto à usina, José Alberto Veloso é enfático: nada indica que os tremores tragam qualquer risco para a estrutura de An-

gra I, projetada para resistir a sismos que atinjam até 7,0 na escala Mercalli ou 5,6 na escala Richter. Segundo informações dos responsáveis pela usina, nada foi registrado dentro do limite de sensibilidade dos aparelhos ali instalados (4,0 na escala Mercalli ou 3,7 na Richter). Um acelerômetro, ligado a um alarme, desligará automaticamente o reator caso algum tremor ►

atinja a metade dos valores máximos previstos no projeto.

As ondas geradas pelos tremores de Monsuaba (situada a cerca de 900 quilômetros de Brasília) não chegaram a ser percebidas pelos equipamentos da estação sísmológica da UnB, que foram capazes de registrar os abalos ocorridos em João Câmara (RN) e em Russas (CE), ambas situadas a mais de 1.500 quilômetros. Não há, portanto, perigo à vista.

A mesma opinião é compartilhada por Marcelo Assumpção, do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo e autor de 'Terremotos no Brasil' (*Ciência Hoje* n.º 6). Nesta entrevista, ele avalia a dimensão do fenômeno e confirma a inexistência de risco às instalações da usina por causa dos tremores.

— *Do ponto de vista geofísico, como se caracteriza a região de Angra dos Reis?*

Marcelo Assumpção — O Brasil é uma região bastante estável. Não existem aqui grandes falhas geológicas ativas, que provoquem terremotos. Isso não quer dizer que o país esteja livre de tremores de terra. Eles existem, embora em pequena quantidade, e, normalmente, com intensidade baixa. Angra dos Reis se localiza na Região Sísmica do Sudeste, que, como toda a área da serra do Mar, ainda apresenta alguma movimentação tectônica. Mas essa movimentação é extremamente lenta e pequena. Os tremores que ocorreram recentemente em Monsuaba não representam nenhum perigo para a população.

— *Mas se encontra nessa região a principal falha geológica do vale do Paraíba. E, justamente ali, foi construído o primeiro complexo nuclear brasileiro. O que representa isso?*

M.A. — Falhas geológicas existem em todo o Brasil. Mas elas são muito antigas e não se movimentam mais. Sua presença não representa necessariamente um risco. No Japão e na Califórnia (EUA), por exemplo, existem mais falhas do que aqui, e elas são ativas, apresentando grande movimentação. Nesses lugares, também existem centrais nucleares. O problema não é perguntar se existe ou não uma falha. O importante é saber se a usina foi projetada para resistir aos tremores que possam ocorrer. No caso de Angra, segundo informações da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), a usina pode suportar terremotos com intensidade até 7,0 na escala Mercalli.



foto Agência Keystone — Edmauro Gopfert

— *Qual a probabilidade de ocorrer no Brasil um terremoto assim?*

M.A. — O risco de ocorrência de abalos só pode ser estimado estatisticamente e, mesmo assim, com muitas dificuldades. Uma delas é a necessidade de estimar a probabilidade de grandes sismos a partir de extrapolações que têm como ponto de partida a ocorrência conhecida de sismos menores. No Brasil, devem ter ocorrido vários sismos pequenos que não foram registrados pelas poucas estações sísmográficas existentes, ou sequer foram sentidos pela população. Naturalmente, a desconsideração desses sismos afeta de forma negativa nossa capacidade de fazer estimativas. De qualquer forma, apesar dessas limitações, podemos afirmar que a probabilidade de ocorrência de um sismo de intensidade 7,0 (Mercalli) no Brasil é da ordem de uma vez em cada cinco mil anos.

— *Já tinham sido registrados, na região, fenômenos semelhantes aos que vêm ocorrendo?*

M.A. — No município de Angra dos Reis, não. Mas em Cunha, Lorena e Vassouras, cidades mais ou menos próximas, sim. Esses tremores tiveram magnitudes muito maiores do que os de Angra, que são muito pequenos. Temos dificuldade inclusive para calcular suas magnitudes, já que poucas estações sísmográficas os registraram. A estação de Valinhos, a 300 quilômetros de Angra, nada registrou. A de Barra Mansa, numa distância dez vezes menor, detectou os abalos, que chegaram, no máximo, a situar-se entre 1,5 e 2,0. Um tremor assim é insignificante até para os sísmógrafos. A população só o percebe se o epicentro estiver sob o próprio povoado. Cinco ou dez quilômetros de afastamento já são suficientes para que não se sinta nada. Segundo as informações de que dispomos, os sismos não foram sequer sentidos na área onde está a usina. Parece-me que, neste ca-

so, se está provocando uma tempestade em copo d'água.

— *Quais as causas desses abalos de Angra dos Reis?*

M.A. — Os sismos que ocorrem em todo o país resultam de pequenas trincas na crosta terrestre. Todos eles constituem rupturas em falhas geológicas. Mas, no Brasil, ainda não foi possível estabelecer uma perfeita correlação entre regiões mais sísmicas e certos aspectos geológicos. Este campo de pesquisa exige que se tenha estudado detalhadamente um grande número de sismos, o que só se torna possível se eles forem bem registrados por muitas estações.

Não se sabe por que existe uma falha geológica com uma pequena trinca em Angra dos Reis. Também não se sabe, por exemplo, por que ocorrem tantos tremores no Rio Grande do Norte e no Ceará, mas não em Goiás, por exemplo. Talvez, em Monsuaba, seja apenas um fenômeno superficial, resultante do desgaste da rocha na serra do Mar. Só poderemos responder depois de concluirmos os estudos em curso.

— *Neste caso, a geofísica não confirma a intuição dos índios que habitaram a região de Angra dos Reis e a chamaram Itaorna ('pedra podre')?*

M.A. — O nome 'pedra podre' pode ser interpretado de diversas maneiras. Talvez se relacione, por exemplo, com a erosão a que está sujeita a serra do Mar, onde os deslizamentos de terra representam um risco real. Deste ponto de vista — bem como de outros — o local da usina nuclear talvez não possa ser considerado o mais adequado. Mas, do ponto de vista geológico, a escolha da região não pode ser criticada.

Vera Rita da Costa
Ciência Hoje, São Paulo

Luís Martins
Ciência Hoje, Brasília

Há notícias que você não encontra em nenhum jornal.

Leia o nosso informativo mural na sua universidade ou instituição de pesquisa

DAZIBAO

UM INFORMATIVO DA FAPERJ

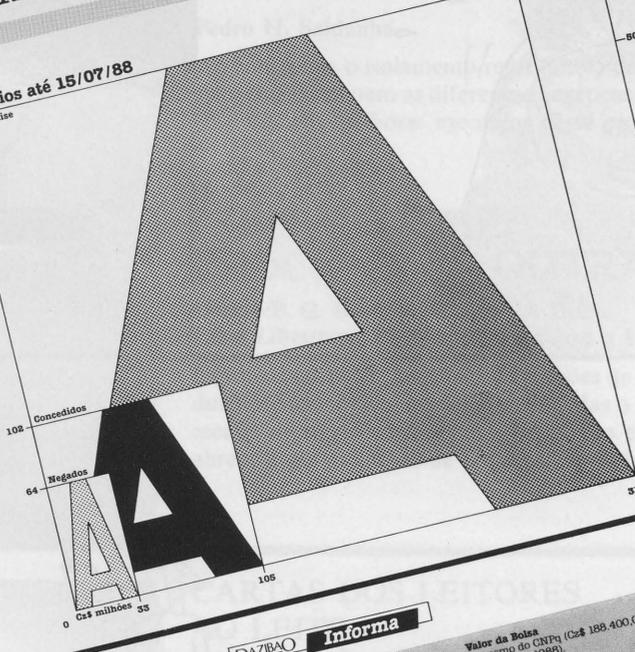
ANO I

Balanco

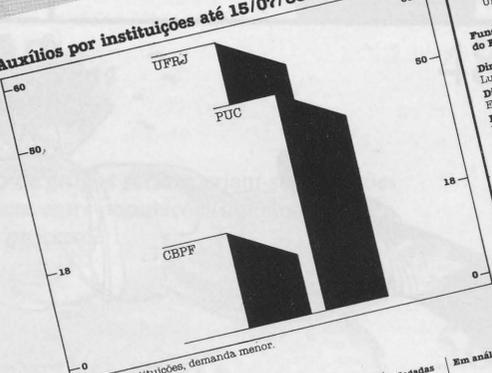
Demanda por auxílios supera previsões da Faperj

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj) registrou, somente nos meses de maio e junho, uma demanda por recursos de auxílio à pesquisa equivalente ao total de seu orçamento para os doze meses do ano — Cz\$ 274 milhões. Com esse crescimento acentuado da demanda, a Faperj já solicitou à Secretaria de Planejamento do Estado um crédito suplementar de Cz\$ 594 milhões para atualização de seu orçamento.

Auxílios até 15/07/88



Auxílios por instituições até 15/07/88



Bolsas até 15/07/88

tipo	Solicitadas	Concedidas	Negadas	Em análise
Iniciação científica	97	19	8	70
Pós-doutoramento no país	2	1	1	1
Fixação de pesquisador	7	2	5	5
Total	106	22	8	76

Entrevista

Estímulo financeiro ainda é o melhor

“O governo estadual não poderia continuar omisso quanto aos problemas da ciência e tecnologia em sua região” — acredita o Diretor Superintendente da Faperj, o engenheiro Luis Fernando Salgado Gandola. Veja sua entrevista:

- P.** O governo do Estado também acredita que o melhor estímulo para a pesquisa é direcionar recursos financeiros?
- R.** O governo entendeu isso e assumiu o compromisso de dolar a Faperj com recursos crescentes, atingindo o nível de 0,5% da receita fiscal do Estado durante este período de seu governo. Vai fazer, na prática, o que São Paulo faz por dispositivo constitucional com a Fapesp há 25 anos.
- P.** Qual é o percentual que a Faperj está recebendo hoje?
- R.** Já está recebendo 0,25% da receita fiscal do Estado. Uma diminuição de recursos razoável para que a Fundação possa cumprir as carências dos pesquisadores.

escolher prioridades setoriais. As ações estão voltadas para o mérito científico nas diversas modalidades de bolsas e auxílios. Bolsas para a fixação de pesquisadores no Estado e projetos que possam trazer impactos maiores nas atividades científicas e econômicas do Rio de Janeiro são exemplos de destaque na pauta.

P. A Faperj opera apenas com as instituições do Grande Rio?

R. Não, a Fundação está preocupada com a concentração das atividades de pesquisa. Por isso está identificando e estimulando atividades científicas em outras regiões do Estado. Além disso, desenvolve trabalho junto a instituições de menor tamanho, buscando grupos que possam receber apoio para início de suas atividades científicas através de pessoal

Informa

Bolsa de iniciação científica

Objetivo
Despertar e incentivar vocações para a pesquisa científica e tecnológica, a pesquisa de graduação, cursando em alunos de graduação, cursando em qualquer período das universidades.

Duração
Um ano, renovável.

Valor da Bolsa
O mesmo do CNPq (Cz\$ 29.200,00, em julho de 1988).

Documentos
— Formulário de inscrição Faperj
— Projeto de Pesquisa do Orientador
— Plano de trabalho a ser desenvolvido pelo bolsista
— Cadastro e “currículum vitae” do orientador
— Histórico Escolar do aluno

Bolsa de pós-doutoramento no país.

Objetivo
Possibilitar a pesquisadores de alto nível dedicar-se exclusivamente à atualização de seus conhecimentos em áreas definidas ou a seu campo de orientação de consolidação e orientação de novas linhas de pesquisa.

Duração
Um ano, renovável uma vez.

Valor da Bolsa

O mesmo do CNPq (Cz\$ 188.400,00, em julho de 1988).

Documentos
— Formulário de inscrição Faperj
— Plano de Pesquisa
— Cadastro e “currículum vitae” do pesquisador
— Assete da instituição

Bolsa de fixação de pesquisador

Objetivo
Incorporar novos pesquisadores com o título de doutor ou experientes com o título de instituições que momentaneamente não tenham condições de contratá-los.

Duração
Um ano, renovável até quatro vezes.

Valor da Bolsa
90% do salário dos pesquisadores de mesmo nível da instituição que recebe o bolsista.

Documentos
— Formulário de inscrição Faperj
— Plano de pesquisa
— Cadastro e “currículum vitae” do pesquisador
— Assete da instituição
— Declare sobre a viabilidade de comprometer a estabilidade de Projeto

Prazo: 60 dias de antecedência do início da bolsa

Destaque

● “O Estatuto da Narrativa: Narrativa e Memória” é o tema da pesquisa que começou a ser desenvolvida, em fevereiro, pela professora Dirce Cortes Riedel, coordenadora geral da Comissão de Letras, Dirce Riedel, está trabalhando com recursos de Cz\$ 320 mil concedidos pela Faperj. “Um patrocínio incentivador e indispensável às nossas atividades universitárias de pesquisa e extensão” — considera. O projeto é definido como um reflexo sobre o estatuto da narrativa, com ênfase no comparativismo e na transdisciplinaridade.

● Estudar a produção de termofotografias potássicas de rochas de Itauna, Estado do Rio. É o objetivo da pesquisa do professor Eduardo de Albuquerque Br. diretor do Departamento de Ciência dos Materiais Metalúrgica da FUC. O termofotografias potássicas, impõe em grande quantidade pelo país, é utilizado como fertilizante agrícola. Fragmentação brusco e teste aquecimento e fusão, resfriamento e moagem. O estudo solubilidade são as etapas da pesquisa. O estudo teste de mestre do aluno Sérgio Zilberberg, do Departamento. Eduardo Broche recebeu Cz\$ 2 mil projeto tem prazo de solicitar recursos à Faperj. “Os pesquisadores a solicitar muito desejado pelo preencheu um espaço há muito desejado pelo de pesquisa do Estado” — assinala.

DAZIBAO

UM INFORMATIVO

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

Diretor Superintendente
Luis Fernando Salgado Gandola

Diretor Científico
Eduardo de Albuquerque Br.

Diretor Administrativo
Mário Calmon

DAZIBAO
UM INFORMATIVO

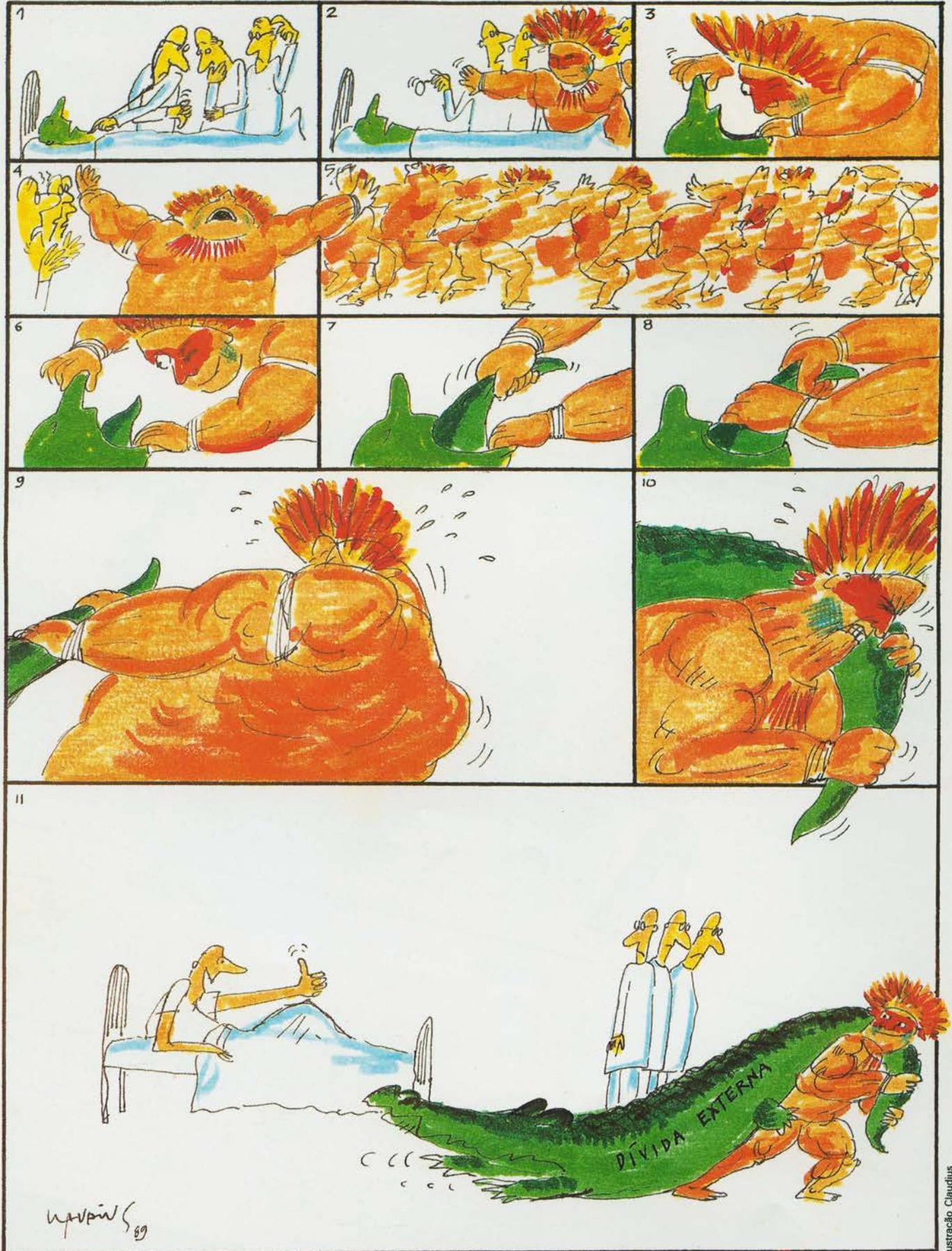
Editor
Sergio Zilberberg

Projeto
Cecília Paulo

Reportagem
Marta

Assessoria
Secretaria de Estado

HUMOR



A FINEP sempre esteve ao lado das universidades

A Universidade Federal de Viçosa é o melhor exemplo dessa união. Só no ano passado, a FINEP financiou mais de 60 diferentes projetos, pesquisas, estudos e eventos científicos na UFV. São trabalhos tão variados e importantes como o desenvolvimento de uma nova espécie de soja e o melhoramento genético de aves de corte.

Apolando a pesquisa nas universidades a FINEP não está fazendo mais do que a sua obrigação. Cumpre o seu papel de banco de fomento do desenvolvimento científico e tecnológico do país.



FINEP, 20 anos investindo no futuro

Financiadora de Estudos e Projetos
Ministério da Ciência e Tecnologia

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.

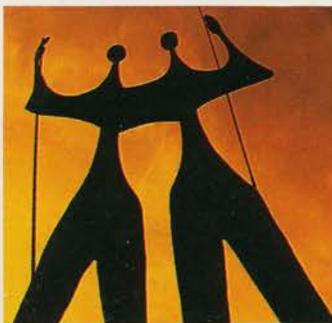
E a Vasp possui uma grande estrutura, que permite oferecer todas as facilidades a seus clientes. Veja:

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.

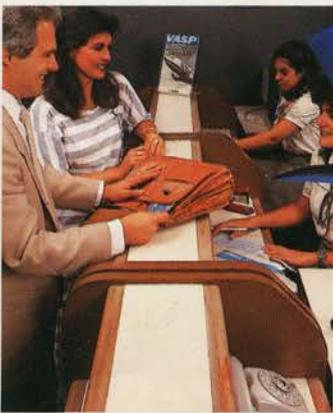
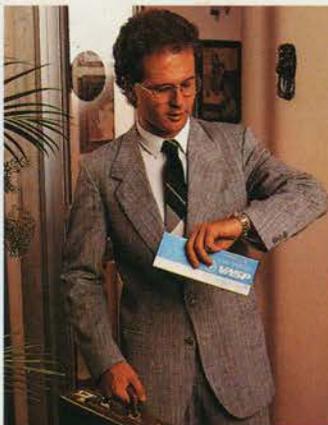
CONTA CORRENTE

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.