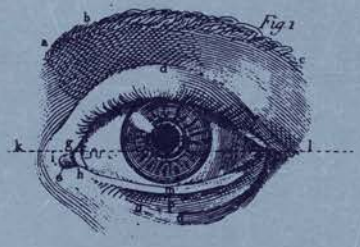
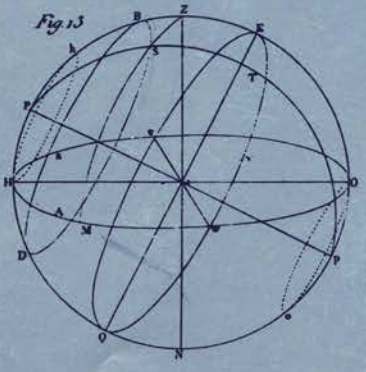
REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA / VOL. 14 Nº 82 / JULHO DE 1992 / Cr$ 11.000,00

CIÊNCIA HOJE

I O A N O S

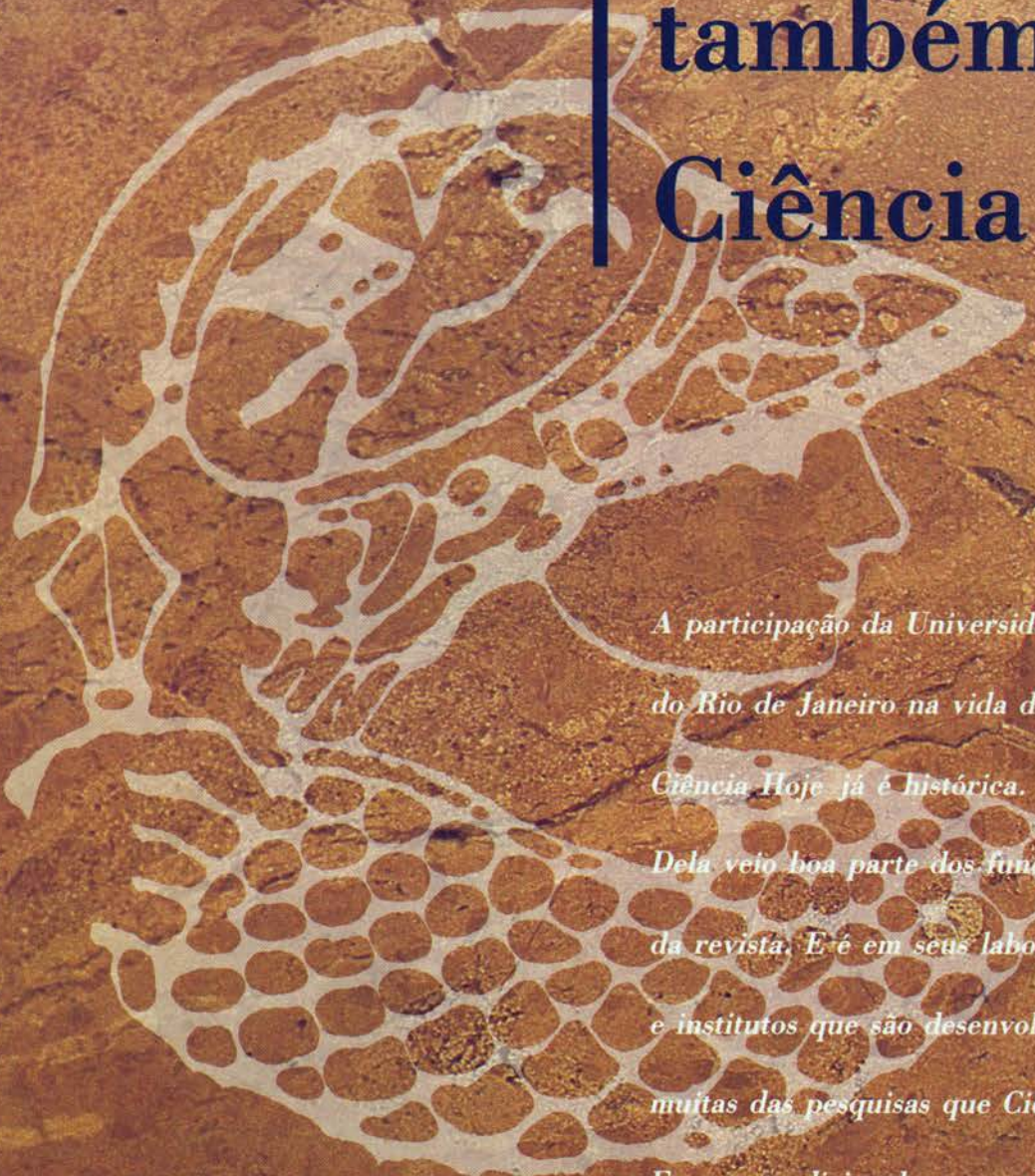




Os dez anos da
Revista Ciência Hoje
História. Depoimentos.

SBPC

A UFRJ também faz Ciência Hoje



A participação da Universidade Federal do Rio de Janeiro na vida de Ciência Hoje já é histórica. Dela veio boa parte dos fundadores da revista. E é em seus laboratórios e institutos que são desenvolvidas muitas das pesquisas que Ciência Hoje divulga. Em seu tradicional campus da Praia Vermelha está situada a sede da revista. É por isso que a UFRJ também faz ciência hoje ... e amanhã.

Parabéns, SBPC, pelos 10 anos de CIÊNCIA HOJE!

CARTAS DOS LEITORES

PORTINARI

Sempre fui inconformada com o espaço proporcionalmente minoritário da matemática em relação às outras ciências em *Ciência Hoje*. Tive, no entanto, emoção suficiente para me fazer escrever sobre ela (a emoção), ao ler a entrevista de João Cândido Portinari, em *CH*-77. Não sei exatamente por que: essas coisas de emoção têm razões que a razão desconhece. Mas algumas eu pude identificar: a primeira é o imenso valor histórico e cultural do Projeto Portinari, para o Brasil e o mundo; a segunda foi o empenho da equipe técnico-científica, que sensibilizou as entidades; a terceira foi a atuação do computador, e finalmente o fato de João Cândido ser um matemático. Termino por perguntar: como posso entrar em contato com o projeto?

CEJANA ALKMIN MERCADANTE
SÃO CARLOS (SP)

• *O Projeto Portinari funciona na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, rua Marquês de São Vicente, 225 - Gávea, CEP 22453, Rio de Janeiro.*

BABESIOSE

Na minha costumeira leitura mensal de *Ciência Hoje* deparei-me com o encarte intitulado 'Ciência em dia' (nº 76), no qual se fala sobre babesiose no Brasil. A respeito, gostaria de informar e aclarar o seguinte:

— O Laboratório de Parasitologia e Imunologia de Hematozoários do Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa é um dos três laboratórios brasileiros que conformam a Rede de Laboratórios de Diagnóstico e Pesquisa Veterinária do Programa de Hematozoários da FAO. Os dois outros são o Instituto de Pesquisas Veterinárias Desidério Finamor, no Rio Grande do Sul, e o Centro de Gado de Corte da Embrapa, em Campo Grande, Mato Grosso.

— Existem amostras vivas atenuadas de *B. bovis* e *B. bigemina* nos laboratórios da UFV e da Embrapa em Campo Grande, mas não na Universidade Federal de Mato Grosso.

— Os laboratórios do Departamento de Veterinária da TFV estão preparando a documentação pertinente para obter registro desta vacina atenuada perante o Ministério da Agricultura, já que os testes de laboratório e de campo foram concluídos faz algum tempo.

— No que tange à pesquisa de antígenos de *B. bovis*, já terminamos nossos primeiros testes de laboratório. Nestes, vacinamos bovinos com exoantígenos provenientes de cultura *in vitro* e desafiamos com uma amostra virulenta heteróloga. Detectamos dez polipeptídeos nos sobrenadantes, com peso molecular aparente entre 27 e 97 kDa, sendo que purificamos três peptídeos de 29, 41 e 54 kDa. Nosso objetivo final é a obtenção de um peptídeo sintético hibridizado, que permita o controle da babesiose bovina.

PROF. JOAQUIN H. PATARROYO S.
VIÇOSA (MG)

CORREÇÕES (I)

Na seção 'Notas', publicada em *Ciência Hoje* nº 75, a notícia intitulada Betacaroteno apresenta um erro que compromete a explicação dos resultados obtidos. O texto deve dizer: "O composto poderia estar se comportando como antioxidante, atuando, por exemplo, no metabolismo da ciclofosfamida, através da inibição das reações de oxidação. Estas levariam à ativação necessária para que a ciclofosfamida exerça sua ação mutagênica. *O betacaroteno poderia atuar, ainda,* como capturador de radicais livres (...)".

DAISY MARIA FÁVERO SALVADORI
SALVADOR

CORREÇÕES (II)

Permita-me agradecer à equipe de *Ciência Hoje* a excelente qualidade do trabalho realizado sobre o artigo de minha autoria 'Modelamento sísmico: a geofísica na busca do petróleo' (nº 75). Desejo ainda, no interesse do leitor da revista e do meu próprio, aproveitar a oportunidade para solicitar as seguintes correções: (1) no boxe 'Modelamento sísmico' (p. 42), primeiro período do terceiro parágrafo, onde se lê "Ainda na figura 12a, é fácil verificar que o termo de amplitude de ordem n = 0 *não transporta* a maior parte da energia da onda sísmica, sendo então associado a um hipotético feixe de raios sísmicos, que se propaga pelo modelo considerado na figura 12b.", leia-se: "Ainda na figura 12a, é fácil verificar que o termo de amplitude de ordem n = 0 *transporta* a maior parte da energia da onda sísmica, sendo então associado a um hipotético feixe de raios sísmicos, figura 12b, *que se propaga no modelo considerado*"; (2) na p. 41, no texto referente à figura 11, onde se lê "$d = 2v + 1{,}7$", leia-se "$d = 0{,}2v + 1{,}7$".

CARLOS A. MANSO,
DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA, OBSERVATÓRIO NACIONAL, RIO DE JANEIRO

HOMENAGEM

Temos a honra de lhe passar a cópia da proposição nº 740, de autoria da deputada Denise Carvalho, aprovada em sessão realizada pelo plenário desta Assembléia Legislativa no dia 6 de maio passado.

DEPUTADO SODINO VIEIRA
PRIMEIRO SECRETÁRIO DA ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE GOIÁS.

• *Agradecemos à Assembléia Legislativa de Goiás a aprovação da proposição da deputada e líder do PC do B naquela casa, requerendo a expedição de um ofício saudando* Ciência Hoje *"pelo sério trabalho que vem fazendo há anos na divulgação científica em nosso país". Diz ainda o ofício que a revista "coloca-se na vanguarda da divulgação e da defesa da produção científica nacional, contribuindo deste modo para um dos aspectos centrais da verdadeira soberania nacional".*

ECOLOGIA, PATRIMÔNIO, EDUCAÇÃO.
PATRIMÔNIO, ECOLOGIA, EDUCAÇÃO.
ECOLOGIA, EDUCAÇÃO, PATRIMÔNIO.
EDUCAÇÃO, PATRIMÔNIO, ECOLOGIA.
PATRIMÔNIO, ECOLOGIA, EDUCAÇÃO.
EDUCAÇÃO, ECOLOGIA, PATRIMÔNIO.
ECOLOGIA, PATRIMÔNIO, EDUCAÇÃO.
PATRIMÔNIO, ECOLOGIA, EDUCAÇÃO.
ECOLOGIA, EDUCAÇÃO, PATRIMÔNIO.
EDUCAÇÃO, PATRIMÔNIO, ECOLOGIA.
PATRIMÔNIO, ECOLOGIA, EDUCAÇÃO.
EDUCAÇÃO, ECOLOGIA, PATRIMÔNIO.
ECOLOGIA, PATRIMÔNIO, EDUCAÇÃO.
PATRIMÔNIO, ECOLOGIA, EDUCAÇÃO.
ECOLOGIA, EDUCAÇÃO, PATRIMÔNIO.
EDUCAÇÃO, PATRIMÔNIO, ECOLOGIA.
PATRIMÔNIO, ECOLOGIA, EDUCAÇÃO.
EDUCAÇÃO, ECOLOGIA, PATRIMÔNIO.
ECOLOGIA, PATRIMÔNIO, EDUCAÇÃO.
PATRIMÔNIO, ECOLOGIA, EDUCAÇÃO.
ECOLOGIA, EDUCAÇÃO, PATRIMÔNIO.
EDUCAÇÃO, PATRIMÔNIO, ECOLOGIA.

CONTEMPORANEA

A Fundação Roberto Marinho não pensa em outra coisa há 10 anos.

FUNDAÇÃO
ROBERTO MARINHO

10 ANOS DE CIÊNCIA HOJE

Albert Einstein escrevia a F. D. Roosevelt, presidente dos Estados Unidos, em agosto de 1939 :

"Este novo fenômeno (a reação nuclear em cadeia do urânio) pode levar à construção de bombas (...) Uma única bomba desse tipo, transportada por um barco e detonada em um porto, pode destruir o porto inteiro e seus arredores (...) Em vista disso, sugiro que mantenha contato permanente com os físicos que estão trabalhando com reações em cadeia nos Estados Unidos".

Seis anos mais tarde, em agosto de 1945, duas bombas atômicas explodiram sobre Hiroshima e Nagasaki. Einstein e outros físicos, que haviam se oposto ao uso da energia nuclear como arma de guerra, sequer foram ouvidos.

Décadas antes, em 4 de outubro de 1914, em pleno início da Primeira Guerra Mundial, 93 artistas e cientistas alemães famosos, entre eles prêmios Nobel como P. Ehrlich, E. Haekel, F. Klein, W. Nernst, W. Ostwald, M. Planck, W. Roentgen e W. Wien, lançaram um apelo ao mundo civilizado:

"Nós, representantes da ciência e da arte alemãs, protestamos perante todo o mundo civilizado contra as mentiras e calúnias por meio das quais nossos inimigos tentam denegrir a pureza da causa alemã, em sua difícil luta pela existência (...)".

"Não é verdade que violamos criminosamente a neutralidade da Bélgica (...): nós estaríamos destruindo a nós mesmos se não tomássemos esta iniciativa (...)".

"Não é verdade que nossos soldados atentaram contra a vida ou a propriedade de um só cidadão belga, exceto quando obrigados e contra a própria vontade (...)".

"Não é verdade que nossas tropas devastaram brutalmente Louvain. Elas foram obrigadas a retaliar contra franco-atiradores que as atacaram traiçoeiramente; foi com o coração partido que elas bombardearam a cidade (...) O famoso *Hôtel de Ville* permanece intacto: arriscando a sua própria vida, nossos soldados evitaram o seu incêndio (...)

"Sem o militarismo germânico, a cultura germânica há muito tempo teria desaparecido do mundo."*

L. Néel, físico francês, também prêmio Nobel, certa vez observou: "Se eu produzir facas para açougueiro, eu me sentirei totalmente em paz com a minha consciência, mesmo que, por vezes, essas facas sejam usadas para matar gente; ou seja, as pessoas necessitam desse tipo de faca e não é o seu produtor que deve se preocupar com o uso criminoso que alguém possa fazer delas."*

Em 1983, R. Reagan, presidente dos Estados Unidos, lançou o programa 'Guerra nas Estrelas' com um apelo: "Eu peço à comunidade científica, que nos deu as armas nucleares, que dirija seus grandes talentos para a causa da humanidade e da paz mundial: que nos dêem os meios para tornar essas armas impotentes e obsoletas."*

Em 1992, o NIH (Institutos Nacionais de Saúde, dos Estados Unidos) anuncia o pedido de registro de 2.700 seqüências do genoma humano. Craig Venter, do NIH, disse ser contra o patenteamento, "mas primeiro quero ter certeza de que, se os genes que descobri não forem patenteados, nenhum outro o será", afirmou. (*Jornal da Ciência Hoje, nº 253*)

Estes apelos, declarações e planos revelam relações ora dignas, ora contraditórias e, por vezes, até servis entre os cientistas e o poder — seja ele econômico ou político.

Frente a tais situações, o cidadão, o cientista, o leitor da *Ciência Hoje* ao longo destes dez anos, que respostas dariam? Contribuiu a *Ciência Hoje* para aprofundar a reflexão sobre a responsabilidade social da ciência?

E o que dizer hoje das denúncias de envolvimento do nosso presidente da República em atos ilícitos que comprometem ética e politicamente sua capacidade de governar? O Congresso Nacional, em contundente CPI, busca provas e clareza. Em seus autos — e no uso que deles fizer a sociedade brasileira — está o futuro da democracia no país.

* Vitale, B. *Science and War,* Zurich, 1983

OS EDITORES

19

CARTAS 1

EDITORIAL 3

UM MUNDO DE CIÊNCIA 6

Nos últimos 20 anos, o desempenho dos microprocessadores evoluiu de modo espantoso, num ritmo de 50% ao ano. É o efeito cumulativo de aperfeiçoamento de suas arquiteturas assim como do aumento da velocidade dos circuitos. Jan F. W. Slaets comenta as últimas novidades na área.

TOME CIÊNCIA 8

A produção de insulina humana a partir do pâncreas bovino e suíno esbarra no alto custo e na difícil obtenção dessa matéria-prima. As empresas do setor, como a brasileira Biobrás, decidiram então desenvolvê-la por engenharia genética, como mostra Luciano Vilela.

ARTIGOS

AQUIROPODIA: UMA ANOMALIA BRASILEIRA 12
Ademar Freire-Maia

Malformação congênita extremamente deformante e rara, a aquiropodia até agora só foi encontrada no Brasil. Existem hoje 61 aquirópodos. A previsão dos geneticistas é de que o gene responsável por essa anomalia ainda demorará 70 mil anos para desaparecer.

DA CASA DE 'ANTIGAMENTE' À CASA DECORADA 18
Carmen Rial

Através da análise das casas de três gerações de descendentes de colonos açorianos que se estabeleceram no século passado na ilha de Santa Catarina, a autora procura identificar a transformação de escolhas estéticas e representações do moderno.

CONSTANTES, ECLIPSES, NÊUTRONS E CONCHAS 26
Pablo Sisterna e Héctor Vucetich

O estudo de uma possível variação temporal nas chamadas constantes fundamentais da física — como a gravitação e o eletromagnetismo — permite confrontar diversas concepções filosóficas com dados experimentais e pode levar ao descobrimento de novas leis naturais.

CIÊNCIA HOJE FAZ 10 ANOS **34**

No seu 10º aniversário, a *Ciência Hoje* conta sua história e entrevista cientistas e jornalistas que dela participaram. A reportagem inclui ainda o depoimento dos quatro editores-fundadores e um pingue-pongue com Roald Hoffmann, prêmio Nobel de Química de 1981.

47

PERFIL **46**

Nascido em São Luiz do Paraitinga (SP), "no entremeio de um mar de morros", Aziz Ab'Sáber tornou-se um dos maiores geógrafos e ambientalistas brasileiros. Hoje aposentado, dedica-se fundamentalmente ao projeto Floram, que visa associar desenvolvimento com proteção ecológica.

61

OPINIÃO **56**

A polêmica levantada pelo pesquisador alemão Peter Duesberg ao questionar a relação direta entre HIV-AIDS é analisada pelo imunologista Nelson M. Vaz. Sua tese polêmica aborda o problema por um ângulo novo e questiona alguns dogmas da imunologia tradicional.

É BOM SABER **58**

O autor fala sobre o maior perigo para a sobrevivência das línguas hoje: não desenvolver vocabulário compatível com a corrida tecnológica, o que leva os próprios falantes a usar termos estrangeiros ao tratar de assuntos científicos e técnicos. Por Mário A. Perini.

O *Paleosuchus trigonatus* é chamado jacaré-coroa porque, quando recém-nascido, apresenta uma mancha dourada na cabeça. Essa espécie, que habita pequenos riachos da Amazônia, ainda é pouco conhecida. Por Albertina Lima e William E. Magnusson.

Estudos sobre as conseqüências de alterações nos ritmos biológicos indicam que indivíduos submetidos a horários de trabalho não-usuais são mais suscetíveis a devolver patologias fisiológicas e comportamentais. Por Frida M. Fischer e Renato R. Lieber.

63

ENCARTE CONGRESSOS

CAPA Projeto gráfico: João de Souza Leite e Victor Burton.

A ARQUITETURA DOS COMPUTADORES DO FUTURO

Nos últimos 20 anos, os avanços tecnológicos na área de microeletrônica possibilitaram o desenvolvimento de circuitos integrados cada vez mais complexos, contribuindo de forma substancial para o aumento da velocidade de processamento dos atuais sistemas de computação. Os progressos futuros nesse campo, porém, em breve encontrarão limitações, decorrentes do comportamento físico dos sinais elétricos utilizados nas interconexões.

Um exemplo está no tempo de propagação desses sinais que, tanto em condutores metálicos quanto em condutores ópticos (no caso da utilização de sinais de luz), varia em torno de quatro a seis picossegundos por milímetro (um picossegundo é um trilionésimo de segundo, ou 10^{-12} segundo). Tal característica física, que provoca atrasos de comunicações entre subsistemas, é um dos principais obstáculos para os futuros desenvolvimentos na área da computação.*

Na área da microeletrônica, o grande desafio para que os processadores atinjam ciclos de relógio de gigahertz (um gigahertz corresponde a um bilhão de ciclos por segundo) está não só no aumento da velocidade dos circuitos eletrônicos, mas também na miniaturização das interconexões elétricas necessárias para viabilizar o sincronismo entre subsistemas dentro do período de um ciclo de relógio; no caso de relógios com freqüências de gigahertz, este período equivale a períodos menores que um bilionésimo de segundo.

Vale destacar que os progressos na tecnologia de fabricação dos componentes não foram os únicos responsáveis pela melhoria do desempenho obtida nas últimas décadas. Inovações nas arquiteturas (disposição, funcionamento e interligações dos circuitos que compõem um computador) das unidades de processamento contribuíram com mais da metade desse ganho. Entre as mudanças já ocorridas e implementadas comercialmente destaca-se o gradativo alargamento da palavra utilizada pelos processadores, que evoluiu de quatro bits, no primeiro microprocessador colocado no mercado, em 1972, até 64 bits, nos mais recentes modelos de alto desempenho.

Nos anos 80, um importante avanço foi o desenvolvimento das arquiteturas do tipo RISC (*Reduced Instruction Set Computer*), nas quais o princípio básico é a execução de uma instrução completa em cada ciclo de relógio. Hoje, no entanto, arquiteturas desse tipo já são capazes de executar, de modo eficiente, instruções complexas que demandam mais do que um ciclo de relógio para sua conclusão. Esta evolução gerou as arquiteturas do tipo CISC (*Complex Instruction Set Computer*), até hoje utilizadas em microprocessadores e sistemas de computação de grande porte.

Para garantir um maior aumento da velocidade de processamento em futuros sistemas, é fundamental explorar mais a fundo o conceito de paralelismo.

Outra técnica bastante utilizada nas arquiteturas de computadores atuais, válida inclusive para programação seqüencial (instruções executadas uma após a outra), baseia-se na realização do máximo de tarefas possíveis durante a execução de cada instrução. Assim, as diversas etapas de uma instrução — busca na memória, interpretação, busca de dados necessários à operação (*operandos*), atualização de registros e dados resultantes etc. — podem ser executadas de modo similar a uma linha de montagem de carros, obtendo-se, após uma operação completa em cadeia, um novo 'carro' em cada passo dado pelo sistema inteiro. Esta técnica, denominada *pipeline*, já é amplamente adotada nas atuais arquiteturas de computadores. As novas tendências nesta área visam a aumentar o número de estágios, através da implantação de vários *pipelines* curtos, com superposição parcial de passos, ou através da ampliação do número de passos, no caso de *pipelines* mais compridos. Sistemas que incluem este tipo de arquitetura são denominados *superpipeline*.

Para o processamento de estruturas de dados vetoriais (arranjos de um mesmo tipo de dados que são tratados nos cálculos como um único conjunto de informações), foram desenvolvidas arquiteturas específicas, denominadas processadores vetoriais. Nestas arquiteturas, o código completo das operações a serem executadas é carregado apenas uma vez. Assim, a própria execução das operações sobre o vetor envolverá apenas manipulação de dados. Como são arquiteturas dedicadas à manipulação de estruturas de dados vetoriais e tais estruturas são detectáveis nas linguagens comumente utilizadas para a programação científica, como Fortran e Pascal, tais arquiteturas são amplamente utilizadas em supercomputadores, onde são chamadas *facilidades* ou *processadores vetoriais*.

Para garantir um maior aumento da velocidade de processamento em futuros sistemas, é fundamental explorar mais a fundo o conceito de paralelismo. Trata-se, em princípio, da busca de métodos que viabilizem a execução em paralelo, em processadores distintos, de várias instruções de um único programa seqüencial. No momento, grandes esforços vêm sendo realizados para detectar paralelismos nos programas em uso e implementar sua execução simultânea.

De modo simplificado, é possível dividir a busca de paralelismo na computação em três categorias de programação, com características bem distintas.

Programação paralela — Significa dividir o programa em grandes trechos independentes e executar o código de cada trecho paralelamente em processadores distintos. Até o presente, este método é, sem dúvida, um dos mais eficientes, mas sua utilização requer grandes esforços para o desenvolvimento dos algoritmos e do código de programação. Além disso, as intercomunicações e dependências de dados entre os trechos a serem executados em paralelo precisam ser reduzidas ao mínimo. Este tipo de programação, que usa um número muito grande de processadores, é o que atualmente permite atingir as mais altas velocidades na computação. Infelizmente, a técnica só é viável quando os algoritmos utilizados podem ser decompostos em módulos independentes. Além disso, por razões econômicas, seu emprego se restringe a tarefas específicas que demandam uma execução demorada. Uma arquitetura típica utilizada para esses fins é o hipercubo. Trata-se da generalização de um cubo tridimensional composto por N processadores (sendo $N = 2^n$), colocados nos vértices do hipercubo, no qual cada processador é interconectado a nN/2 processadores vizinhos.

Programação com informações de dependência — Esta técnica, em uma situação idealizada, não visa a determinar previamente a seqüência das operações a serem realizadas, mas sim a fornecer informações relativas à dependência entre dados e instruções. Isto é realizado agregando-se a cada instrução a lista dos seus sucessores, ou seja, a lista das operações que necessitam de resultados obtidos durante a execução daquela instrução prévia. Esta informação de dependência dos dados fornecidos pelo programa é que deu origem à denominação deste tipo de arquitetura como fluxo de dados (*data flow*). Em teoria, trata-se de uma das melhores estratégias para atingir o mais alto grau de paralelismo. As pesquisas nesta área têm como objetivos principais a construção de linguagens e compiladores adequados e a definição de arquiteturas de *hardware* formadas por circuitos eletrônicos capazes de movimentar o fluxo de dados com grande velocidade. Os resultados obtidos nesta área, em duas décadas de pesquisa, tornaram o modelo de fluxo de dados um padrão de referência para a área de computação paralela. A polêmica a respeito deste modelo está na sua limitada capacidade de suportar programas escritos em linguagens convencionais e nas dificuldades que surgem na implementação física dos módulos de sincronização.

Programação seqüencial — Método tradicional, utilizado na quase totalidade dos sistemas de computação. As novas arquiteturas capazes de suportar este tipo de programação são de grande importância, pois elas permitem o aproveitamento imediato da imensa quantidade de *software* já desenvolvido. Neste contexto, as pesquisas sobre processadores do tipo ILP (*Instruction Level Parallelism* ou paralelismo em nível de instrução), como as realizadas por Joseph A. Fischer e B. Ramakrishna Rau nos laboratórios da Hewlett-Packard, na Califórnia, representam uma grande esperança de melhorias futuras no desempenho dos sistemas de computação.** A paralelização de programas seqüenciais está sendo enfrentada de diversas maneiras, que podem ser classificadas, de modo simplificado, conforme a instância da detecção do paralelismo.

Assim, para sistemas de computação nos quais o compilador não identifica nenhum tipo de paralelismo e nem opina sobre a distribuição das instruções nos diversos processadores, isto deve ser realizado pelo próprio *hardware*. Um exemplo típico são os processadores superescalares, nos quais várias operações podem ser executadas simultaneamente. Implementações atuais de arquiteturas superescalares são os processadores I-860 (da Intel) e RS-6000 (da IBM). Ambos possuem dois processadores aritméticos que podem operar de forma simultânea, sendo um para tratar das operações em ponto fixo e outro para efetuar cálculos em ponto flutuante. Para que estas arquiteturas se tornem eficientes é necessário que os processadores sejam aproveitados simultaneamente. No outro extremo estão os sistemas de computação nos quais toda informação de paralelismo é fornecida pelos compiladores ou pelos próprios programadores. Nesta categoria classificam-se as máquinas do tipo fluxo de dados, que até o momento, infelizmente, não são apropriadas para programação seqüencial.

A grande maioria dessas pesquisas tem sido desenvolvida através de simulações com programas-exemplos em máquinas hipotéticas.

Uma estratégia mista consiste em utilizar o compilador para identificar o paralelismo, indicando ao *hardware* quais operações são independentes e podem, portanto, ser executadas em paralelo. Caso o código compilado especifique tanto o local quanto o instante de execução das operações, chegamos aos processadores do tipo VLIW (*Very Long Instruction Word* ou palavra de instrução muito longa). Enquanto nos sistemas de fluxo de dados o compilador não decide a seqüência de execução das instruções, nas arquiteturas do tipo VLIW o programa especifica o exato momento em que cada operação deve ser executada, garantindo assim a obtenção de resultados corretos. Nestas arquiteturas existe uma clara diferença entre instrução e operação, sendo que cada instrução de um processador do tipo VLIW representa um conjunto de operações a serem executadas simultaneamente.

Uma técnica importante na implementação de paralelismo em programas seqüenciais é a execução especulativa de instruções. Como quase todos os programas possuem blocos de código que determinam o fluxo na hora da execução por instruções condicionais, podem-se aproveitar processadores ociosos para a execução de blocos de código subseqüentes (sucessores) em paralelo, mesmo correndo-se o risco de não aproveitá-los. Para que esta técnica venha a ser utilizada em máquinas reais, problemas relativos ao aparecimento de condições de erro ainda precisam ser adequadamente equacionados.

Em processadores do tipo ILP, a decisão final sobre a execução do código pode ser efetuada tanto por *software* quanto por *hardware*. O desempenho obtido na execução de programas nessas máquinas dependerá sempre da capacidade do compilador em agrupar as instruções de forma a permitir um paralelismo máximo quando de sua execução. No caso de arquiteturas superescalares, o *hardware* considerará, para execução paralela num dado instante, apenas operações próximas das instruções em execução, ou, como são chamadas tecnicamente, aquelas operações visíveis na corrente janela de instruções.

Existem muitas pesquisas em andamento sobre métodos de agrupamento e decisão de execução capazes de serem usados previamente, pelo compilador, ou mesmo no ato da execução, por *hardware* específico. Recentemente, vêm sendo explorados novos métodos numéricos de álgebra linear, baseados no agrupamento de instruções, que visam ao maior aproveitamento e reutilização de dados em registros locais ou em sistemas de memória veloz — *caches*, ou seja, pequenas memórias que retêm dados e instruções e podem acessá-las com maior rapidez.

A grande maioria dessas pesquisas tem sido desenvolvida através de simulações com programas-exemplos em máquinas hipotéticas, e inúmeras técnicas continuam a ser exploradas, com vistas a aumentar o desempenho dos sistemas de computação. O sucesso ou o fracasso da implementação e aplicação dessas idéias determinará as novas tendências e as arquiteturas que serão empregadas nos sistemas de computação do futuro.

* *Computer*, vol. 24, p. 30, 1991
** *Science*, vol. 253, p. 1.233, 1991

JAN FRANS WILLEM SLAETS
INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSULINA HUMANA RECOMBINANTE

A insulina, hormônio produzido pelas células beta do pâncreas, foi descoberta em 1921 pelos cientistas canadenses Frederick Banting e Charles Best, da Universidade de Toronto (ver 'Insulina: história, emprego e forma de produção', em *Ciência Hoje* nº 43, p. 70). De lá para cá, seu consumo pelos diabéticos dependentes tem crescido enormemente. Estima-se hoje uma produção mundial de 5.500 kg/ano de cristais de insulina, o que requer cerca de 57 mil toneladas de pâncreas bovino e suíno, matéria-prima de alto custo e de difícil aquisição nos mercados nacional e internacional.

Paralelamente ao aumento do consumo, cresceram também as exigências quanto à pureza e à qualidade do produto. Inicialmente a insulina tinha um teor de proinsulina [precursor natural da insulina no pâncreas] que ultrapassava 5.000 ppm (partes por milhão), passando em seguida para menos de 50 ppm. Na década passada, começaram a ser produzidas insulinas altamente purificadas, com menos de 1 ppm de proinsulina. Ao mesmo tempo, a insulina obtida a partir do pâncreas bovino passou a ser substituída pela insulina de origem suína, posteriormente modificada de forma a igualar-se à insulina humana. Com isso, os riscos de rejeição pela população diabética praticamente desapareceram.

Diante das dificuldades para obtenção de pâncreas, cujos preços nos frigoríficos são cotados em dólar, a Bioquímica do Brasil S.A. (Biobrás) — única empresa brasileira produtora de insulina — optou pelo desenvolvimento de métodos de produção de insulina a partir de microrganismos recombinantes. Além disso, como as empresas internacionais que atuam no setor já produzem insulina pelo método do ADN recombinante — ou estão a caminho de fazê-lo —, a importância estratégica de se ter o domínio dessa tecnologia é indiscutível.

Confirmando uma tradição da empresa, a Biobrás foi buscar a colaboração de pesquisadores de universidades brasileiras. Convidadas a participar do projeto, as equipes do professor Spartaco Astolfi Filho, do Departamento de Biologia Molecular da Universidade de Brasília, e da professora Ana Clara Schenberg, do Departamento de Microbiologia da Universidade de São Paulo, aceitaram coordenar os trabalhos de engenharia genética que a nova tecnologia de produção demanda. Além de atingir a meta específica da Biobrás — obter clones produtores de insulina humana —, essa colaboração propiciou ainda a formação de uma base em tecnologia de engenharia genética, que certamente será aplicada a outros produtos da empresa.

A produção de insulina humana recombinante tem início com a introdução, num microrganismo hospedeiro, da seqüência sintética do ADN de um precursor da insulina humana, associada a uma proteína natural do microrganismo. Esse precursor pode ser a própria proinsulina, uma proinsulina modificada ou as cadeias A e B da insulina humana. Em seguida, o microrganismo é crescido em fermentadores especificamente preparados para esse fim. O produto de fusão é extraído das células do microrganismo modificado e transformado em insulina humana. As etapas subseqüentes dizem respeito à purificação do produto assim obtido.

As proteínas recombinantes podem ser produzidas por bactérias, leveduras ou células de mamíferos, e o produto final pode expressar-se intracelularmente ou ser excretado pelo microrganismo hospedeiro. Elas devem ser obtidas na sua forma ativa e estar corretamente enoveladas, podendo ser solúveis ou não. O emprego da levedura *Saccharomyces cerevisiae* como microrganismo produtor tem — em relação à bactéria *Escherichia coli* — a vantagem de ser um secretor natural. De modo geral, a levedura propicia a obtenção de proteínas de conformação correta, solúveis e biologicamente ativas, facilitando o processo de recuperação e purificação. Por outro lado, apresenta rendimento mais baixo que o obtido com *E. coli*, por exemplo, e pode promover modificações indesejadas na proteína recombinante.

E. coli, largamente conhecida e utilizada como microrganismo hospedeiro, apresenta altos níveis de expressão e cresce facilmente em meios de cultura simples e baratos. Mas como essa bactéria não é um secretor natural, a proteína recombinante expressa intracelularmente apresenta-se freqüentemente instável no ambiente hostil do microrganismo hospedeiro. Para contornar esse problema, funde-se a seqüência do ADN estranho (precursor desejado) a uma estrutura protéica endógena (natural do microrganismo hospedeiro), resultando assim na expressão de um polipeptídeo híbrido. Essa estratégia é normalmente bem-sucedida porque as proteínas de fusão formam agregados insolúveis relativamente resistentes a ataques de enzimas proteolíticas presentes no citoplasma celular. É comum também fundir-se uma seqüência de ADN, codificando um polipeptídeo que confere uma característica especial à proteína de fusão, facilitando o processo de purificação (figura 1).

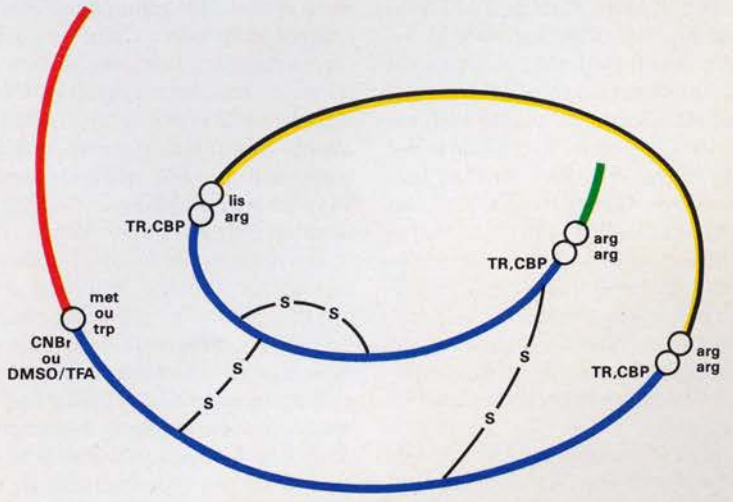


FIGURA. 1. Esquema de uma proteína de fusão, em que se vêem: seqüência polipeptídica endógena (vermelho); as cadeias A e B da insulina (azul) ligadas pelas pontes dissulfeto (S-S) e o peptídeo de conexão (amarelo-preto); a seqüência de purificação (verde) e os pontos de corte das enzimas (Tr = tripsina; CBP = carboxipeptidase) e reagentes químicos (CNBr = brometo de cianogênio; DMSO = dimetilsulfóxido; TFA = ácido trifluoroacético).

O primeiro passo para se obter insulina humana a partir de fermentação em *S. cerevisiae* consiste em separar por filtração ou centrifugação as células do meio de cultura que contêm insulína ativa em solução. Após a concentração do material separado, seguem-se as etapas de purificação, que empregam métodos cromatográficos (gel-filtração, troca iônica e fase reversa). Finalmente, a insulina é cristalizada e está pronta para ser submetida aos testes de controle de qualidade, que antecedem a preparação da fórmula farmacêutica final.

Quando se utiliza *E. coli*, centrifuga-se a cultura ao final da fermentação e coletam-se as células contendo a proteína de fusão acumulada em seu interior na forma de agregados (corpos de inclusão). Em seguida, as células são suspensas em líquido adequado e rompidas em um homogeneizador, de forma a liberar os corpos de inclusão, que são separados dos resíduos celulares através de uma centrifugação diferenciada. A proteína de fusão que compõe os corpos de inclusão é então solubilizada em solução concentrada de uréia ou cloreto de guanidina. Uma vez obtida a proteína de fusão solubilizada, inicia-se a purificação propriamente dita e a transformação, através de reações químicas e enzimáticas, da proteína de fusão e precursora de insulina em insulina humana biologicamente ativa.

Após a purificação da proteína de fusão por cromatografia de troca iônica ou de afinidade (ver figura 7 do artigo 'A longa pesquisa de uma vacina', em *Ciência Hoje* nº 63, p. 39), quebra-se a proteína de fusão através de reações químicas. Se o aminoácido metionina (Met) liga o precursor da insulina à proteína endógena de *E. coli*, usa-se o brometo de cianogênio (CNBr) para realizar a quebra. Se a ligação ocorrer através do aminoácido triptofano (Trp), a quebra deve dar-se na presença dos reagentes dimetilsulfóxido (DMSO) e ácido trifluoroacético (TFA).

Antes de se dar início à reação que transformará a proinsulina em insulina, liberando o peptídeo de conexão, é necessário que a proinsulina esteja em sua conformação natural, com as pontes dissulfeto nas posições corretas. Isso é obtido através de uma reação chamada sulfitólise, que quebra as pontes dissulfeto incorretamente formadas no interior da *E. coli*. Em seguida, na presença de agentes redutores e desnaturantes que evitam nova agregação das moléculas, as pontes dissulfeto são então corretamente formadas, obtendo-se a proinsulina em sua conformação natural. Purifica-se em seguida a proinsulina, eliminando a seqüência protéica endógena ainda presente no meio.

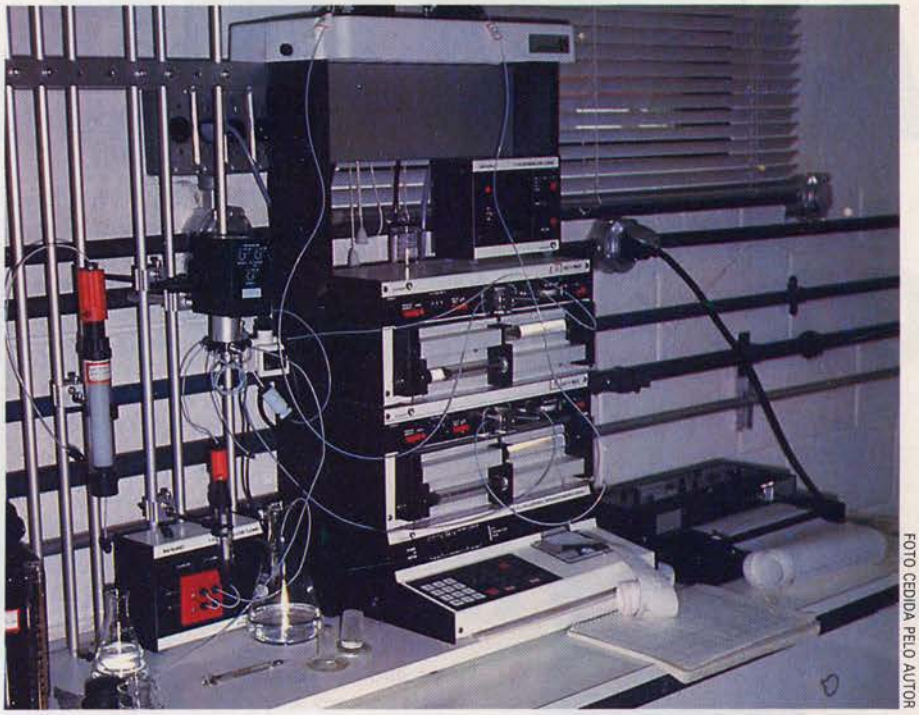


FOTO CEDIDA PELO AUTOR

FIGURA. 2. O equipamento FPLC (*First Protein Liquid Cromatograf*) é utilizado no desenvolvimento de métodos cromatográficos para purificação da insulina humana recombinante.

Uma vez purificada, a proinsulina está pronta para ser convertida em insulina humana. A proinsulina é misturada com quantidades adequadas das enzimas tripsina (TR) e carboxipeptidase (CBP), que vão atacá-la nas posições em que os aminoácidos lisina (lis) e arginina (arg) estão presentes. Esses mesmos aminoácidos são utilizados na ligação da proteína de fusão com a seqüência polipeptídica que lhe confere especificidade. Cuidados especiais são tomados para evitar ataques enzimáticos na cadeia polipeptídica.

Após a reação enzimática, tem-se presente no meio: insulina humana, polipeptídeo de conexão, peptídeo para purificação, as enzimas utilizadas, bem como a proinsulina não-atacada. A insulina humana é obtida na sua forma pura após uma seqüência de etapas que inclui cromatografia de troca iônica, cromatografia de fase reversa, gel-filtração e cristalização na presença de íons zinco (figura 2).

A insulina humana assim produzida é submetida a uma bateria de análises de controle de qualidade, para confirmar a obtenção de um produto em sua forma natural e com total atividade biológica, livre da contaminação por reagentes utilizados no processo de produção, das endoxinas bacterianas e outras proteínas e do ADN da bactéria.

A tecnologia do ADN recombinante, ao permitir grande variedade de manipulações genéticas, impossíveis até bem pouco tempo, ensejou muitas discussões científicas em torno dos riscos biológicos que a nova tecnologia poderia implicar. A partir desses questionamentos, muitos países estabeleceram normas para se trabalhar com pesquisas de ADN recombinante, entre as quais se destacam: medidas de contenção ambiental e equipamentos de contenção, especificações de técnicas de laboratório, projeto de laboratórios, papéis e responsabilidades de instituições, pesquisadores e demais profissionais envolvidos na área.

Em geral os programas de biossegurança baseiam-se em procedimentos normalmente utilizados nos laboratórios de microbiologia (equipamentos e projetos de instalações específicos, capazes de garantir barreiras físicas), os quais são aplicados em níveis diferentes, de acordo com os riscos estimados. Quatro níveis de biossegurança são descritos pelo Instituto Nacional de Saúde dos Estados Unidos, determinados a partir de combinações de técnicas e práticas de laboratório, equipamentos e instalações necessários às operações a serem realizadas. Também é levado em conta o perigo potencial oferecido por essas operações e pelos agentes biológicos manipulados nas pesquisas.

LUCIANO VILELA
DEPARTAMENTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO, BIOQUÍMICA DO BRASIL S.A.

Determinismo ou acaso?

Será que Deus joga dados? Para Einstein, a proposição soava absurda porque imaginava um mundo sem lugar para o acaso. Independente da resposta ser positiva ou não, a interrogação que titula o livro de Ian Stewart parece ter se modificado. Na opinião do autor, que teve suas idéias publicadas no Brasil por Jorge Zahar Editor, o que importa não é saber se Deus joga dados, mas como.

Teoria de conjuntos

Em sua *Metafísica*, Aristóteles advertia: "Os que dizem que as ciências matemáticas nada dizem da Beleza e do Bem dizem uma falsidade." Por isso, não desesperem os não-iniciados porque o novo livro de Jair Minoro Abe e Nelson Papavero promete reconciliar o público não-especializado com a tão detestada matemática. *Teoria intuitiva dos conjuntos* foi publicado pela Makron Books e McGraw-Hill e se dirige especialmente aos biólogos. No livro, encontra-se "tudo o que você sempre quis saber sobre conjuntos e nunca teve coragem de perguntar".

A matemática no Brasil

Como se ensinava a matemática nos tempos da Colônia? Quais eram as escolas do primeiro e segundo Reinados? Qual o papel da Universidade de Coimbra na formação das elites brasileiras? Estas e outras questões são apresentadas por F. M. de Oliveira Castro na nova edição de *A matemática no Brasil*, da Editora da Unicamp. Publicado originalmente em 1953 como parte da obra 'As ciências no Brasil', o livro é um documento obrigatório nas prateleiras dos nossos historiadores da ciência.

Ciências sociais por dentro

As comunicações apresentadas durante o seminário 'As ciências sociais no Brasil' em 1991 por diversos pesquisadores da área estão hoje reunidas no livro *As assim chamadas ciências sociais*, publicado pela Editora Relume Dumará e a Universidade Estadual do Rio de Janeiro. A publicação reúne textos sobre a institucionalização da área no Brasil, seus impasses teóricos e a formação do cientista social. Nomes como o de Otávio Velho, Madel Luz, Simon Schwartzman, Yvonne Maggie, Gilberto Velho e Luiz Eduardo Soares fazem parte do elenco de escritores.

Viagem sobre o gelo

Antártida, a última terra é um relato cuidadoso sobre a dura realidade enfrentada pelos habitantes do continente antártido. Publicado pela Editora da Universidade de São Paulo, o livro foi idealizado e em boa parte escrito a bordo do *Bernard*, navio que seguiu rota semelhante à da corveta *Parnayba*, enviada por Dom Pedro II à região em 1882. O autor, Ulisses Capozoli, descreve em mínimos detalhes a sua interessante viagem ao continente que, no inverno, aumenta a sua área em seis milhões de quilômetros quadrados.

Grandes projetos transnacionais

O livro *Empresas transnacionais, um grande projeto por dentro*, de Gustavo Lins Ribeiro, é uma contribuição significativa para um novo campo da ciência, a antropologia do desenvolvimento. A publicação da ANPOCS e da Marco Zero descreve os problemas decorrentes da implantação da hidrelétrica de Yaciretá, no nordeste da Argentina. Neste caso, a antropologia depara com um novo desafio: o reconhecimento de que pessoas podem ser vítimas dos trabalhos da "mão invisível" do mercado ou das políticas governamentais. Esse cenário, típico do moderno sistema mundial — minas, campos de petróleo, complexos industriais e sistemas de hidreletricidade —, segue o ideal de "progresso e desenvolvimento" discutido no livro.

Cientistas recordam *show* de humor

Já se somam 38 anos de gargalhadas provocadas pelo '*Show* Medicina'. A encenação de textos humorísticos sobre temas médicos é repetida ano após ano desde 1954 por alunos e professores da Faculdade de Medicina da UFMG, quase como parte indispensável da sua formação profissional. Os idealizadores do *show*, o pesquisador, ator, diretor e autor teatral Jota Dangelo e o zoólogo e ambientalista Angelo Machado registraram em *O humor do Show Medicina*, publicado pela Editora Atheneu, os principais *scripts* que criaram para as apresentações no período de 1954 a 1961. Constam também alguns poemas parafraseados como este: "O amor nasceu com um símio num cérebro opaco. Bendito seja pois o primeiro macaco." Renomados cientistas, os autores convencem o leitor de que a criação artística e o estudo da medicina são parceiros inseparáveis de um casamento feliz.

Apoio: Salles Interamericana

Não é possível preservar o planeta se antes não pudermos preservar a ciência.

CIÊNCIA HOJE
10 ANOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

UERJ
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

UNICAMP

SUDAM
Projeto BRA/87/021
Acordo SUDAM/PNUD
Participação – BASA e SUFRAMA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

UNIVERSIDADE DO AMAZONAS

Você não paga pra ver sonho se tornar realidade.

SEMATEC
Secretaria do Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia.
IEMA.SLU.ICT

USP
EDUCAÇÃO PARA O BRASIL

Laboratório Nacional de Computação Científica
CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS - CBPF

• *Homenagem à revista que há dez anos preserva e divulga o papel fundamental da ciência no Brasil.* •

AQUIROPODIA: UMA ANOMALIA BRASILEIRA?

Ademar Freire-Maia
Universidade Estadual Paulista

A foto mais completa da família de Guarapuava (PR), publicada em 1930 por *Eugenical News*. Nas extremidades, em pé, mulher e marido normais, ao lado de três das seis filhas normais e quatro dos seis filhos aquirópodos.

A aquiropodia é uma anomalia congênita e hereditária extremamente deformante e rara, até hoje só descrita no Brasil. Durante décadas conheceu-se apenas uma família portadora dessa malformação. Hoje, além dessa família inicial, que ficou famosa na literatura especializada, mais 27 já foram estudadas em oito estados brasileiros e em nenhum outro lugar do mundo. O gene responsável pela aquiropodia pode ter surgido no Brasil à época do descobrimento. Atualmente devem existir mais de 25 mil cópias dele. Calcula-se que pelo menos 14 mil aquirópodos nascerão nos próximos 70 mil anos, tempo previsto para o desaparecimento do gene na população brasileira.

FOTOS CEDIDAS PELO AUTOR

Características gerais da anomalia.

Aquiropodia significa 'ausência de mãos e pés', mas na realidade os aquirópodos não têm mãos, pés, antebraços e parte das pernas. Conforme veremos, é um caso que ilustra a fantástica influência que um único par de genes pode ter no desenvolvimento do embrião. Nas pessoas normais, um determinado gene é indispensável para que as partes terminais dos membros se desenvolvam adequadamente, moldando, com detalhe, cotovelos, antebraços, mãos, pernas, pés, unhas, veias, nervos etc. Basta esse gene estar ausente, e ser substituído pelo gene da aquiropodia, para que o desenvolvimento dos membros entre em colapso.

A primeira referência científica à aquiropodia é de março de 1929, em nota publicada na revista norte-americana *Eugenical News*, mais tarde chamada *Eugenics Quarterly* e, posteriormente, *Social Biology*. Sob o título 'Ausência hereditária de pés e mãos', com o subtítulo 'A família do Brasil: Acheirpodia', ilustrava-a uma foto da família que a revista chamava de "surpreendente"(*remarkable*).

De acordo com o sr. Wesley Peacock, de Atlanta (EUA), que havia enviado a foto à revista, o pai dos afetados, portador da mesma malformação, já teria falecido, e a foto mostrava um irmão dele, igualmente aquirópodo. Com base nessa versão, a revista concluiu que "a tendência hereditária proveio da família paterna". No entanto a versão estava errada e, por conseguinte, também estava errada a conclusão.

Um ano depois, em abril de 1930, a revista publicou 'Mais sobre a família sem mãos e sem pés do Brasil', informando que a foto enviada pelo sr. Peacock havia sido recebida do reverendo H.C. Tucker, do Rio de Janeiro. Contactado pelo editor da revista, Tucker contou que: (1) em 1927, um jornal de Curitiba publicara uma foto da família, que vivia nas vizinhanças de Guarapuava (PR); (2) sem saber, um homem casou-se com a própria irmã; (3) o erro irremediável só foi descoberto muitos anos depois, quando o casal já tinha sete filhos, dos quais quatro haviam nascido sem mãos e sem pés.

Dois meses mais tarde, em junho de 1930, *Eugenical News* publicou outra foto e informações adicionais sobre a família, sob o título 'A família sem mãos e sem pés do Brasil novamente'. Tanto a foto publicada nessa ocasião quanto as informações haviam sido obtidas pelo missionário inglês Harold H. Cook, que visitara a família em Guarapuava. Em resumo, segundo Cook, a mãe dos aquirópodos era sobrinha do marido; ambos eram normais e tinham ascendência normal; dos 12 filhos do casal, seis eram afetados pela anomalia.

A última nota da série publicada por *Eugenical News* saiu em outubro de 1930 com o título 'Mais luzes sobre a família sem mãos e sem pés do Brasil'. Incluía um relatório, elaborado por um médico russo, residente em Guarapuava, e traduzido para o inglês pelo dr. Carlos Chagas, do Instituto Oswaldo Cruz. O médico Miguel Bohomoletz, que examinara a família, verificou algumas habilidades e a capacidade mental (plena) dos 'aleijadinhos' — como eram conhecidos na cidade —, elaborou uma tabela com informações sobre os filhos (nomes, idades, sexo e outros dados) e fez uma descrição da anomalia, incluindo a existência de um pequeno osso, ligado ao terço inferior do úmero, o qual, mais tarde, ficou conhecido como 'osso de Bohomoletz'.

Segundo o médico russo, não havia como decidir sobre o parentesco exato entre o pai e a mãe dos afetados. Na cidade dizia-se que os dois eram irmãos, mas o pai afirmava ser apenas tio da mulher. É possível que a informação sobre um casamento incestuoso tenha sido fantasiosa, originada talvez da necessidade de 'explicar' não só o surgimento de uma anomalia tão deformante como também o fato de ela ter atingido vários irmãos. Por outro lado, também é possível que marido e mulher tenham escondido que eram irmãos para evitar escândalo. De qualquer modo, a hipótese 'tio e sobrinha' parece mais razoável e, por isso, tem sido aceita como a mais provável.

Em relação à causa da malformação, Bohomoletz aventou a hipótese de sífilis (usada na época para explicar malformações congênitas), que foi rejeitada pela própria revista, pois não explicaria o nascimento de filhos normais entre os afetados. Bohomoletz contribuiu, entretanto, para a refutação da idéia de gene dominante, ao confirmar que o pai e a mãe dos aquirópodos eram normais. E, sendo assim, eles não poderiam ser portadores de um suposto gene dominante.

Depois de 1930, a família de Guarapuava passou a ser largamente citada em trabalhos e livros-textos de medicina e biologia, no Brasil e no exterior, sem novas informações e com versões conflitantes. Somente 26 anos depois da última nota de *Eugenical News* e de três décadas de controvérsias, o dr. Newton Freire-Maia e colaboradores, da Universidade Federal do Paraná, esclareceram o caso. Eles estiveram em Guarapuava, analisaram a família, elaboraram um heredograma bastante completo (figura 1), fotografaram e filmaram os dois afeta-

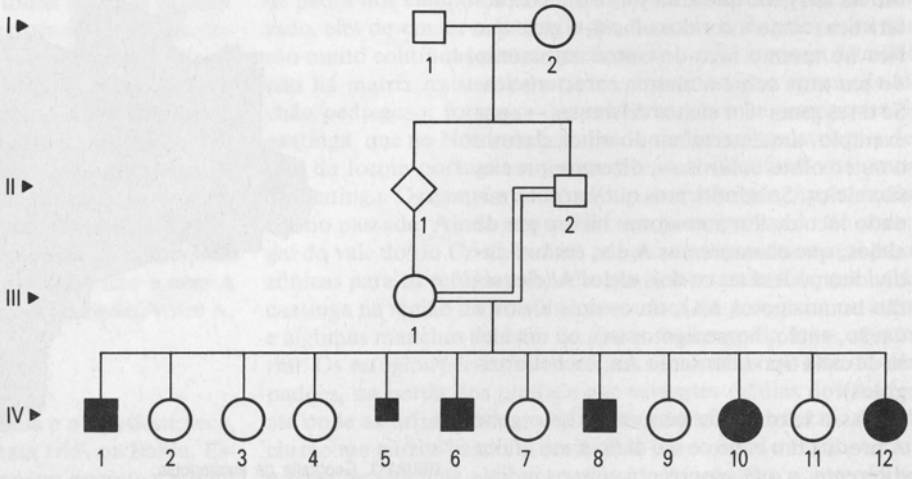
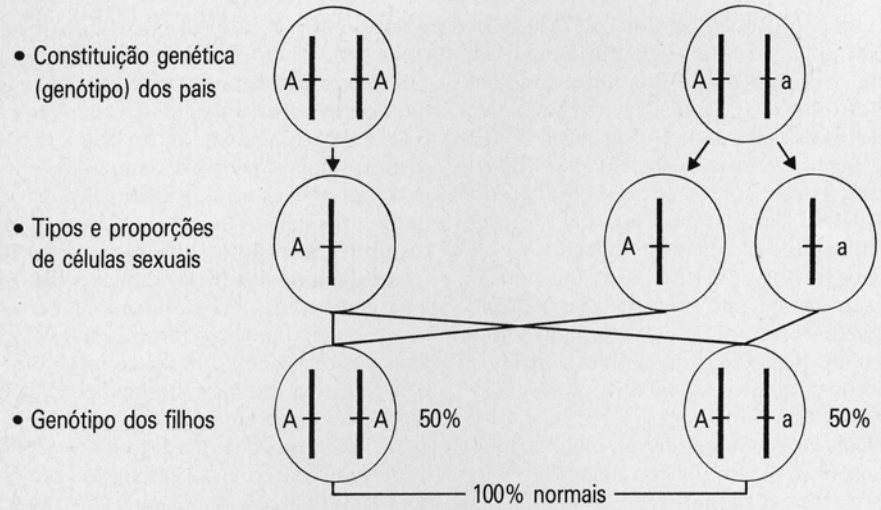


FIGURA 1. Heredograma (representação genética de uma família) dos famosos aquirópodos de Guarapuava. A numeração à esquerda (em algarismos romanos) indica as gerações. Cada indivíduo é identificado pelo número da sua geração combinado a seu número na geração (assinalado embaixo dos símbolos). Assim, por exemplo, o primeiro indivíduo mostrado no alto do heredograma é identificado como I-1. As linhas duplas ligando dois indivíduos representam o casamento consangüíneo do tio com a sobrinha.



O esquema mostra a segregação de um par de cromossomos com um par de genes A e a.

dos remanescentes (os outros, bem como os pais já haviam falecido), confirmaram em linhas gerais as informações de Bohomoletz e concluíram: trata-se seguramente de um gene autossômico recessivo.

Mas o que é, realmente, um gene autossômico recessivo?

Em cada célula do nosso corpo, com exceção das células reprodutoras, temos dois cromossomos de cada tipo, um recebido do pai e o outro da mãe. Ao todo, temos 23 pares de cromossomos: 22 pares de autossomos, que são os cromossomos comuns a homens e mulheres, e um par de cromossomos sexuais, chamados X e Y; o cromossomo X ocorre em dose dupla nas mulheres (elas são XX) e em dose simples nos homens, onde faz par com o cromossomo Y (eles são XY). Uma vez que estamos interessados apenas em entender como funciona a herança autossômica, vamos raciocinar com apenas um par de autossomos (figura 2).

Se em certo ponto (loco) de um autossomo há um gene que atua sobre uma característica (como a cor dos olhos), o gene que fica no mesmo loco do outro autossomo do par atua sobre a mesma característica. Se esses genes têm efeitos diferentes —, por exemplo, um determinando olhos claros e o outro olhos escuros —, dizemos que eles são alelos. Se admitirmos que em determinado loco de um autossomo há um par de alelos, que chamaremos **A** e **a**, então o indivíduo poderá ter os dois alelos **A** (eles serão homozigotos **AA**), ou os dois alelos **a** (serão, então, homozigotos **aa**), ou um alelo de cada tipo (eles serão **Aa**, ou heterozigotos).

Mas o leitor pode perguntar: se o gene **A** produz um efeito e seu alelo **a** um efeito diferente, o que acontecerá com os indivíduos que têm esses dois alelos, isto é, que são heterozigotos? Uma das possibilidades é que esses indivíduos **Aa** manifestem uma característica indistinguível da apresentada pelos indivíduos **AA**. Neste caso, dizemos que o alelo **A** é dominante (ele 'domina' o outro alelo), enquanto o alelo **a** é recessivo (seu efeito fica 'escondido'). Isto ocorre, por exemplo, no caso do albinismo (pele, olhos e cabelos quase sem pigmento). O albino é homozigoto **aa** e tanto as pessoas homozigotas **AA** como as heterozigotas **Aa** têm pigmentação normal.

Com a finalidade de tentar descobrir outros casos de aquiropodia no Brasil, a equipe do dr. Newton Freire-Maia, da qual eu então fazia parte, enviou milhares de circulares com fotos de afetados a médicos-chefes de hospitais públicos, vigários de paróquias e prefeitos de todo o país, indagando sobre a existência, em seus municípios, de casos iguais. À mesma época, ocasionalmente recebíamos, de outras fontes, diversas informações sobre eventuais afetados. Depois de algum tempo já tínhamos uma relação de casos alegadamente 'idênticos', ou pelo menos 'similares'.

A continuação da pesquisa, entretanto, só confirmou alguns casos localizados em São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Bahia e Pernambuco que mereciam maior investigação. Associando essa busca a um projeto de estudos sobre casamentos consangüíneos, empreendi uma longa viagem e, de fato, acabei confirmando a existência de 17 outras famílias do mesmo tipo. Com o tempo, mais famílias foram sendo descobertas e estudadas por diferentes pesquisadores.

Atualmente, 61 aquirópodos, vivos ou mortos, originários de diferentes estados (figura 3), já foram identificados, sendo 30 do sexo masculino e 31 do sexo feminino (essa proporção de 50% é uma forte evidência de que o gene da aquiropodia não está localizado nos cromossomos sexuais). Esses afetados pertencem a 28 famílias, que incluem, além das analisadas por mim e meus colaboradores, as estudadas pelas equipes dos drs. Newton Freire-Maia, S.P.A. Toledo, F.A. Marçallo, A.G. Masiero e A.C. Fett-Conte. Também escreveram sobre a aquiropodia, usando os nossos dados, os drs. N.E. Morton e W.-H. Li.

Os nomes de família de todos os casos conhecidos são de origem portuguesa. Por isso, também enviamos circulares a todos os concelhos municipais de Portugal, perguntando sobre a existência de eventuais casos da anomalia. Nenhum foi encontrado. De qualquer forma, foi sem dúvida uma coincidência interessante que o poeta português Guerra Junqueiro (1850-1923), cujo anticlericalismo é notório, tenha mencionado em um dos seus sonetos ('Parasitas', 1885) o que bem poderia ter sido um caso de aquiropodia:

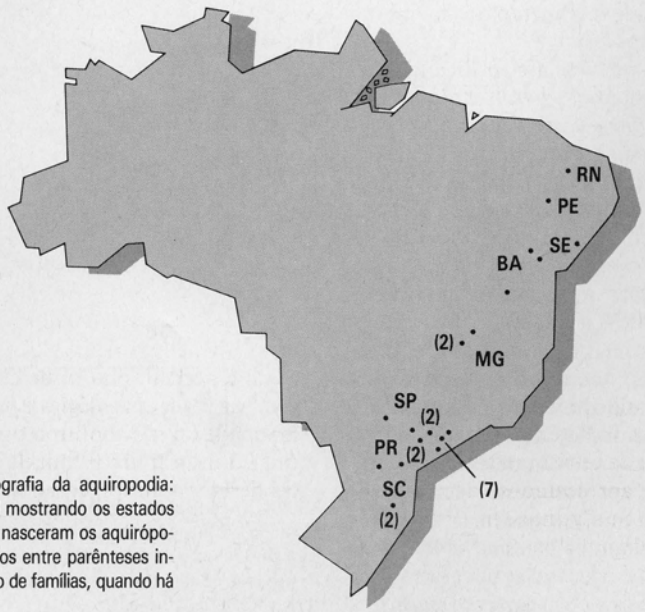


FIGURA 3. Geografia da aquiropodia: mapa do Brasil mostrando os estados e regiões onde nasceram os aquirópodos. Os números entre parênteses indicam o número de famílias, quando há mais de uma.

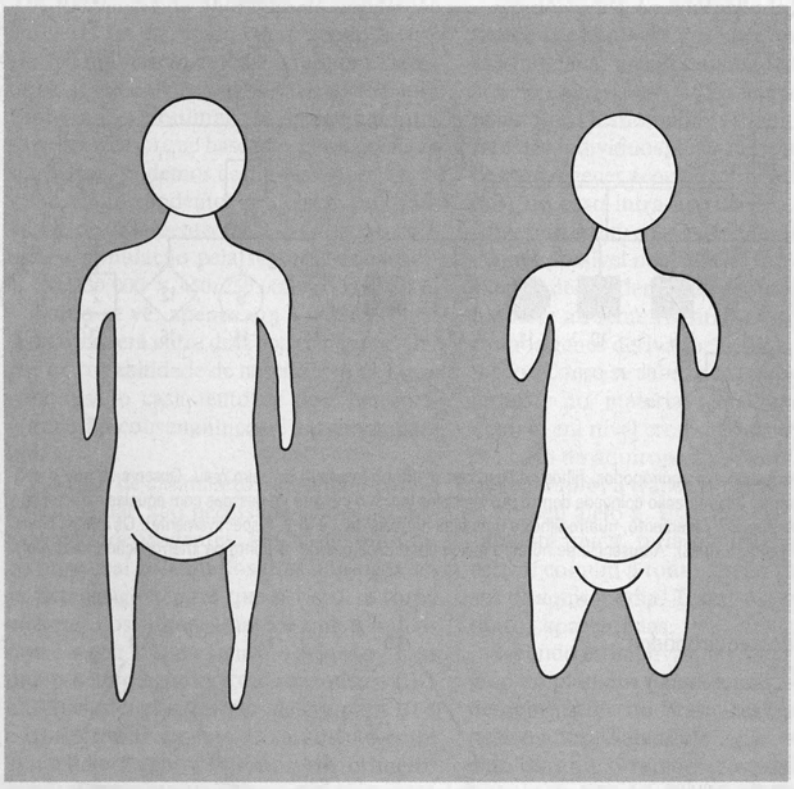


FIGURA 4. Comparando-se o comprimento e a espessura dos cotos, pode-se notar que o gene da aquiropodia tem expressividade variável.

FIGURA 5. Radiografia dos cotos superiores de um aquirópodo, mostrando, entre outras características, úmeros atróficos, o osso de Bohomoletz e a diminuição do tecido mole distalmente.

Um dia, numa feira, uns poucos de palhaços
andavam a mostrar, em cima de um jumento,
um aborto infeliz, sem pés, sem mãos, sem braços,
aborto que lhes dava um grande rendimento.

Os magos histriões, hipócritas, devassos,
exploravam, assim, a flor do sentimento;
e o monstro arregalava os grandes olhos baços,
uns olhos sem calor e sem entendimento.

Todos quiseram dar esmola aos tais ciganos.
Deram esmola até mendigos quase nus.
E eu, ao ver este quadro, apóstolos romanos,

Eu lembrei-me de vós, funâmbulos da cruz,
que andais pelo universo há mil e tantos anos
exibindo e explorando o corpo de Jesus!

A aquiropodia é uma anomalia quádrupla com características bem definidas e não é qualquer ausência congênita de mãos e pés que pode ser assim designada. Certa vez, o dr. George Fraser, em artigo publicado na revista médica britânica *The Lancet*, tentou refutar minha suposição de que a aquiropodia somente havia sido descrita no Brasil. Descreveu então um caso, estudado na Inglaterra. Em um número subseqüente da revista, refutei os argumentos por ele apresentados, demonstrando que, apesar de algumas semelhanças, não se tratava de um caso de aquiropodia.

A principal característica da aquiropodia é a ausência de antebraços, mãos, perôneos e pés, bem como a redução das tíbias aos seus 2/3 proximais. Esse é o padrão geral, que torna a anomalia típica e inconfundível. Algumas variações de detalhes podem ocorrer, tanto entre diferentes indivíduos como entre os dois lados da mesma pessoa, afetando o comprimento das partes remanescentes ou a espessura dos cotos (figura 4). Em alguns afetados pode-se detectar o osso de Bohomoletz, até hoje de origem desconhecida, em geral paralelo ao eixo do úmero (figura 5). Alguns aquirópodos apresentam dedos malformados nos cotos superiores; eles podem ser grandes ou pequenos, solitários ou duplos, uni ou bilaterais, com ou sem unhas, e raramente se localizam na ponta do coto. Embora possam ocorrer nos mesmos indivíduos, o osso e os dedos raramente ocorrem juntos no mesmo coto. A presença de cotovelos, malformados, é muito rara.

Exames clínicos, radiológicos ou de laboratório não demonstraram qualquer outra alteração que pudesse ser associada à anomalia. O quociente intelectual dos afetados é normal. Sua idade óssea concorda com sua idade cronológica e nenhuma anormalidade no metabolismo ósseo foi verificada. Também não foram encontradas cristas dermopapilares, como as que formam as impressões digitais, nas pontas dos cotos, mas uma configuração dermopapilar atípica foi documentada nos dedos de dois aquirópodos.

No único exame de anatomia patológica realizado em um paciente, relatou-se a ausência de grandes vasos nos cotos inferiores, abaixo dos joelhos. Não ficou claro, porém, se isso seria causa ou efeito do distúrbio básico. Outra possibilidade interessante a ser estudada é se o gene atua cerceando o crescimento normal das extremidades ósseas, e acarretando, como conseqüência, a falta das partes moles.

Vários critérios foram sugeridos para aquilatar-se a significação dos fatores genéticos na etiologia de uma característica humana. Tratando-se de uma anomalia autossômica recessiva rara, sem complicações, a característica deve distribuir-se nas famílias de acordo com a teoria genética, os sexos devem ser igualmente atingidos, a ordem dos nascimentos não tem influência, e entre os pais dos afetados deve-se encontrar uma freqüência de casamentos consangüíneos maior do que nas populações em que se casaram. No caso da aquiropodia, todos esses critérios foram satisfeitos.

O risco de nascimento de afetados entre os irmãos dos aquirópodos é bastante alto. Nossos cálculos, baseados nas famílias conhecidas, indicam que esse risco é muito próximo de 25%. Além disso, tendo-se em vista que, em alguns casos, a anomalia se manifestou em diferentes irmandades de certas famílias grandes, o risco para os demais consangüíneos dos aquirópodos é muito

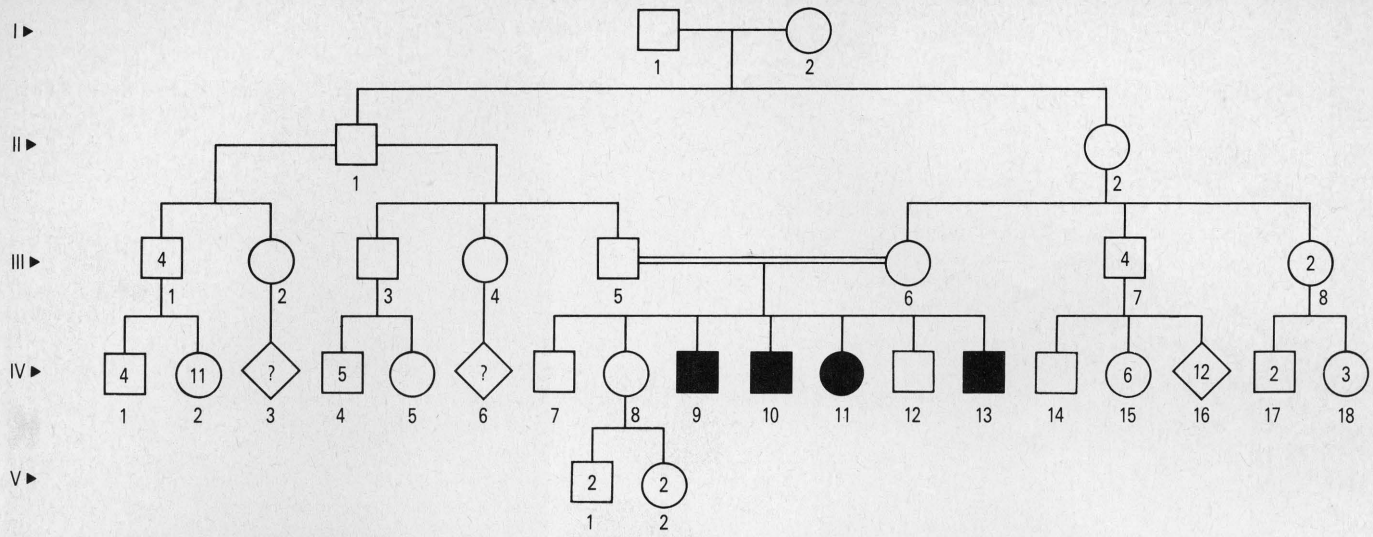


FIGURA 6. Heredograma de uma família com mais de 77 pessoas, das quais quatro são aquirópodos, filhos de casamento entre primos em primeiro grau. Observe-se que o avô paterno dos aquirópodos (II-1) é irmão da avó paterna (II-2). Neste heredograma, a numeração colocada dentro dos símbolos indica o número de pessoas com aquelas características. Assim, por exemplo, o indivíduo II-1, que se casou duas vezes, teve, do primeiro casamento, quatro filhos e uma filha normais (III-1 e III-2, respectivamente). Os quatro filhos (III-1) tiveram um total de quatro filhos normais (IV-1) e 11 filhas, também normais (IV-2). A ausência de número indica uma única pessoa; o ponto de interrogação indica mais de uma, em número desconhecido.

maior do que o das pessoas da população em geral, que é praticamente igual a zero.

Todos os aquirópodos são filhos de pais normais (figura 6). Se a anomalia é devida a um gene autossômico recessivo, então os pais são portadores de um gene normal dominante **A** e de seu alelo recessivo **a**, sendo portanto heterozigotos **Aa**. A teoria genética prevê e a prática confirma que a freqüência de aquirópodos **aa** na descendência desses casais é estatisticamente igual a 25% (figura 7).

Por outro lado, a teoria genética prevê e a prática também comprova que quase sempre os filhos e netos dos aquirópodos são normais. Note-se que os aquirópodos **aa** e seus filhos normais **Aa** tiveram descendentes com pessoas não consangüíneas, quase que seguramente **AA**, uma vez que o gene da aquiropodia é extremamente raro. Por isso, todos os filhos dos aquirópodos têm seguramente um gene da aquiropodia, recebido do pai ou da mãe afetado, e seus netos terão 50% de probabilidades de o ter. Em qualquer dessas situações, porém, filhos e netos serão normais, porque serão **AA** ou **Aa**. Excepcionalmente filhos ou netos de aquirópodos poderão também ser afetados **aa**, desde que o aquirópodo ou seu filho tenha se casado com um consangüíneo, mas nenhum caso assim foi registrado.

A freqüência de casamentos consangüíneos entre os pais de aquirópodos é no mínimo de 79%, talvez a mais alta já registrada para qualquer doença ou anomalia. Como explicar isso? Muito simples: considere que o gene da aquiropodia é extremamente raro na população e que, por isso, também são muito raros os indivíduos heterozigotos **Aa**. Logo, a probabilidade de casamento entre dois heterozigotos não consangüíneos, tomados ao acaso na população, é baixíssima. Vamos avaliar isso.

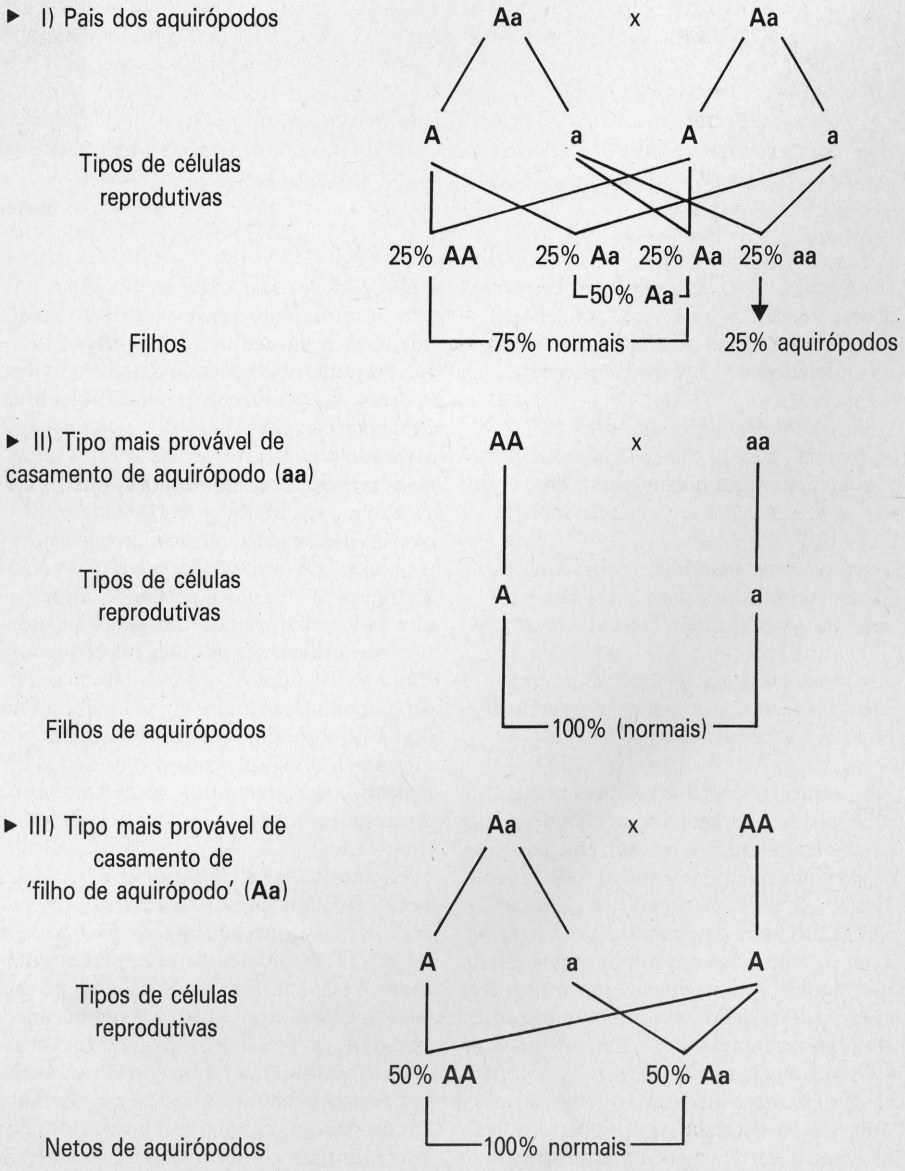


FIGURA 7. Esquemas mostrando por que, nas famílias com filhos afetados, há 25% de probabilidade de nascimento de aquirópodos e por que, na prática, todos os filhos e netos de aquirópodos são normais.

A incidência da anomalia na população em geral foi estimada como sendo de um em 250 mil nascimentos e o número de heterozigotos é de cerca de 450 para 250 mil. Embora essas estimativas não sejam muito precisas, porque baseadas em suposições simplistas, podemos aceitá-las como razoáveis. Assim, podemos calcular a probabilidade de casamento entre dois heterozigotos na população pela seguinte equação:

450/250.000 x 450/250.000 = 1/330.000.

Como se vê, apenas um em 330 mil casamentos será entre dois heterozigotos. Logo, a probabilidade de nascimento de aquirópodos do casamento de dois heterozigotos não consangüíneos é extremamente baixa.

No caso de casamento consangüíneo, no entanto, não são necessários dois heterozigotos independentes: basta que um único ancestral comum dos dois cônjuges seja heterozigoto para que o risco se torne alto para os filhos. Imagine que o indivíduo I-1 (ou I-2) da figura 6 seja **Aa**. Esse único heterozigoto gerou dois outros (II-1 e II-2) e estes passaram o alelo **a** para III-5 e III-6 respectivamente. O casamento entre esses heterozigotos, primos em primeiro grau, produziu sete filhos, sendo quatro aquirópodos e três normais (57% de aquirópodos).

É de 25% a probabilidade de que dois heterozigotos tenham filhos aquirópodos, mas isso não significa que os afetados representarão sempre 25% da irmandade. No conjunto de irmandades a freqüência será de 25%, mas em irmandades específicas ela pode variar. Por exemplo, na irmandade representada na figura 6, a maioria dos irmãos (quatro em sete) nasceu afetada por acaso, mas poderia ter nascido normal. Do mesmo modo, jogando-se uma moeda sete vezes, podemos ter, por acaso, de zero a sete 'caras', embora neste caso a probabilidade seja de 50%.

Por que os heterozigotos II-1 e II-2 produziram somente filhos normais (15)? Porque ambos se casaram com pessoas da população em geral, não consangüíneas deles, entre as quais é desprezível a freqüência de heterozigotos. O mesmo fato explica por que seus filhos, com exceção de III-5 e III-6, não tiveram nenhum afetado entre os mais de 47 filhos que produziram.

Vimos que os dados da aquiropodia são perfeitamente compatíveis com a hipótese da herança autossômica recessiva rara, sem complicações como anormalidade cromossômica e outras. Por isso, podemos admitir que todos os indivíduos homozigotos **aa** são aquirópodos. Isso significa dizer, em termos técnicos, que o gene da aquiropodia tem penetrância completa, ou de 100%. Se alguns indivíduos **aa** fossem normais, diríamos que o gene tem penetrância incompleta, mas não há evidências de que isso ocorra.

Como todos os aquirópodos provavelmente são homozigotos para exatamente o mesmo gene, a expressividade variável da aquiropodia (isto é, as diferentes maneiras pelas quais a anomalia se manifesta em diferentes indivíduos) deve depender da ação de outros genes e/ou de influências ambientais, no caso intra-uterinas.

Devido à extrema raridade da anomalia e à sua possível ocorrência apenas em brasileiros descendentes de portugueses, uma hipótese atraente foi atribuir todos os casos aos genes derivados de uma única mutação. Como se sabe, a mutação é uma alteração no material genético, podendo ocorrer em nível cromossômico ou gênico. No caso da aquiropodia, a mutação seria, por exemplo, a transformação de um gene **A** em seu alelo **a**. Esta mutação, hipoteticamente única, teria ocorrido em um ancestral comum a todas as famílias com casos de aquiropodia. Todas elas seriam, portanto, aparentadas.

Segundo estimativas, o gene pode ter surgido no planalto paulista pouco depois do descobrimento do Brasil, ou seja, há cerca de 500 anos. Talvez ele tenha se estabelecido durante o rápido crescimento da capitania de São Vicente e, em seguida, tenha sido introduzido no vale do São Francisco. Não se pode decidir se a hipotética mutação original e única teria ocorrido em uma índia ou em um português, mas a hipótese de origem africana parece pouco provável.

Os heterozigotos **Aa**, embora portadores dos genes da aquiropodia, parecem tão normais quanto os indivíduos sadios da população, quase sempre **AA**. Por isso, os irmãos normais dos aquirópodos, muitos deles heterozigotos, foram tomados como termo de comparação com os afetados, quanto à idade, mortalidade, idade de falecimento, idade média de reprodução e número médio de filhos. Os resultados indicaram que está havendo uma forte seleção reprodutiva contrária à aquiropodia.

Não foram encontradas diferenças relativas à mortalidade pré-natal, mas a mortalidade pós-natal na primeira semana de vida é maior nos aquirópodos (54%) do que em seus irmãos normais (23%), uma diferença estatisticamente significativa. Por outro lado, o fato de que os aquirópodos tiveram 17% do número de filhos dos seus irmãos normais deve decorrer apenas da sua dificuldade em casar ou conseguir companheiro. Apenas quatro aquirópodas tiveram filhos, ainda assim sem terem casado ou coabitado, o que confirma esse ponto de vista.

O número total de genes da aquiropodia no Brasil foi calculado em 25 mil na década de 1970. Os dados são compatíveis com a hipótese de que se trata de um gene com taxa de mutação muito baixa. Calculou-se que pelo menos 14 mil aquirópodos nascerão no Brasil até que o gene desapareça, o que deverá ocorrer após 2.300 gerações. Admitindo que uma geração tem 30 anos, então o gene da aquiropodia permanecerá na população brasileira ainda por cerca de 70 mil anos.

É fácil calcular os riscos de nascimento de um aquirópodo numa família que já apresentou pelo menos um caso, uma vez que, como vimos, a anomalia é de herança simples (gene autossômico recessivo). Aliás, o prognóstico sobre a recorrência de malformações ou doenças entre filhos, irmãos ou outros consangüíneos de afetados constitui a função primordial de importante ramo da genética médica, o aconselhamento genético. E este é simples no caso da aquiropodia.

Considerando-se a gravidade da malformação, o controle da natalidade é, sem dúvida, uma medida que deve ser considerada por essas famílias. Ocorrendo uma gravidez de alto risco, a ultra-sonografia fetal pode detectar precocemente se a criança será normal ou aquirópoda. No caso da segunda hipótese, a única possibilidade de evitar o nascimento de um aquirópodo será o aborto.

Vimos que, com relação aos aquirópodos e seus parentes normais, incluindo filhos e netos, o risco para a descendência é desprezível, desde que não haja casamentos com aquirópodos ou com seus consangüíneos. Entretanto, através dessa descendência normal, constituída em parte por heterozigotos, o gene pode ser passado às gerações futuras.

SUGESTÕES PARA LEITURA

FREIRE-MAIA A., 'The extraordinary handless and footless families of Brazil — 50 years of Acheiropodia', *American Journal of Medical Genetics*, 9, 1981.

FREIRE-MAIA A., 'Acheiropody', *Birth Defects Encyclopedia*, 1987.

FREIRE-MAIA A., FREIRE-MAIA N., MORTON N.E., AZEVEDO E.S. & SALGADO A.Q., 'Genetics of Acheiropodia (the handless and footless families of Brazil). VI: Formal genetics analysis', *The American Journal of Human Genetics*, vol. 27, nº 4, 1975.

EDIÇÃO DE TEXTO **MARIA IGNEZ DUQUE ESTRADA**

DA CASA DE 'ANTIGAMENTE' À CASA DECORADA

Carmen Rial
Departamento de Comunicação,
Universidade Federal de Santa Catarina

FOTOS CEDIDAS PELA AUTORA

Na ilha de Santa Catarina, em Florianópolis, originariamente colonizada por camponeses e pescadores açorianos, o bairro de Lagoa da Conceição vem passando por grandes mudanças, decorrentes do crescimento do fluxo turístico gaúcho, paulista e argentino e da influência de famílias de classe média urbana, provenientes sobretudo de São Paulo, Porto Alegre e Curitiba, que ali se estabeleceram. Essas mudanças se refletem nas moradias e nos objetos domésticos típicos dos descendentes dos colonos que ali habitam. Através da análise das casas dessas três gerações de descendentes dos imigrantes açorianos, a autora procura identificar a transformação de suas escolhas estéticas e suas representações do moderno.

▼ ▼ ▼ ▼ ▼ ▼

Os objetos sempre foram vistos pelos antropólogos como textos privilegiados, que ajudam a conhecer o mundo 'dos outros', seja nas buscas arqueológicas ou nas incursões entre os povos sem escrita. Entretanto, é no estudo das sociedades contemporâneas, nas quais eles reinam, absolutos, que seu poder de iluminar certos aspectos culturais assume importância central. É compreensível, portanto, que nos últimos anos tenham se multiplicado os estudos sobre o consumo, o vestuário, a casa.

A maioria desses estudos parte da idéia de que os atos de consumo se orientam cada vez menos por motivos de ordem prática e cada vez mais por mecanismos de discriminação e prestígio, critérios básicos nas sociedades ocidentais. Eles não mostram o consumidor como um ser passivo e submisso às regras da indústria; ao contrário, o consideram como um criador de comportamentos singulares, capaz de utilizar de diferentes maneiras os objetos e de investilos de significados simbólicos.

Tais premissas estiveram presentes na pesquisa que realizei sobre o espaço doméstico, sua estrutura e transformação, sobretudo no que se refere às noções de estética que organizam a decoração das casas de Lagoa da Conceição. O uso do espaço, a arquitetura e a decoração interna são vistos como parte de um conjunto de representações e práticas que insere a família numa rede de relações sociais e culturais, ajudando-a a escrever sua história através de uma memória que alguns objetos são capazes de portar.

A primeira das três gerações estudadas é formada por camponeses e proprietários de minifúndios, adaptados a um modo de produção voltado à auto-suficiência, no qual o plantio da roça se articulava com a pesca. As gerações seguintes estreitaram seus contatos com o meio urbano, aproximando-se do modo de vida registrado por pesquisadores das classes trabalhadoras nos bairros periféricos das grandes cidades brasileiras. Esta primeira geração, cujos chefes de família têm hoje entre 60 e 90 anos, habitava e ainda habita uma casa muito semelhante à dos colonos. Os arquitetos dão-lhe o nome de 'casa açoriana', embora ela não corresponda à arquitetura residencial dos Açores, onde, aliás, se observa uma prática de nominação semelhante com as chamadas 'casas brasileiras'. Para os nativos, ela é 'a casa de antigamente'.

A 'casa de antigamente' é facilmente reconhecível, pois tem o caimento do telhado voltado para frente (aliás, como as 'moradinhas' nordestinas, descritas por Gilberto Freyre, que com esse tipo de telhado captavam a água da chuva) e é construída com material obtido no próprio bairro: barro, bambu e palha. Sua fachada tem três janelas que dão para a sala. As duas portas ficam na lateral, sempre que possível voltadas para leste, para o sol matinal; uma, a da sala, é usada apenas em circunstâncias especiais; a outra, da cozinha, é o acesso comum no dia-a-dia.

Temos, assim, uma sala, peça principal, de frente, simbolicamente nobre (onde eram recebidas as visitas de cerimônia), lugar de realização das novenas, onde ficava a capelinha, e uma cozinha, localizada mais ao fundo, vista como mais pobre: menos iluminada, construída geralmente com material inferior e pé direito mais baixo. Entre as duas, a primeira geração construiu um quarto único, que servia de dormitório para toda a família.

A geração seguinte, que chamo de intermediária, levanta uma casa bem diferente, tanto no material quanto nas técnicas

Nas casas de 'antigamente', a cozinha continuou como lugar de múltiplas atividades da família. Mas nem por isso era vista como lugar nobre da casa.

▼ ▼ ▼ ▼ ▼ ▼

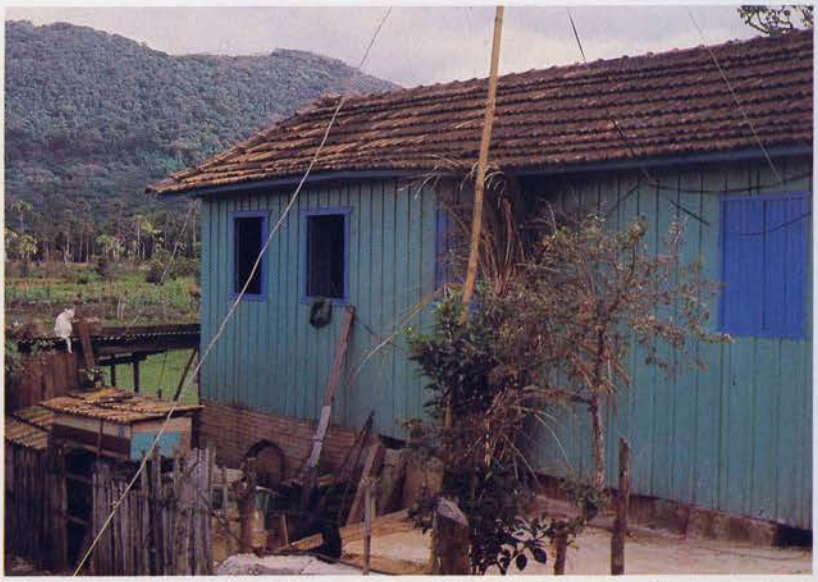
de construção. Impera a madeira, comprada nas lojas especializadas e pintada com cores efusivas, segundo uma combinação precisa do repertório de cores, onde se evita a utilização conjunta de duas cores básicas. A sala permanece na frente, mas já divide a fachada principal com o quarto dos pais. O número médio de filhos diminui de dez para cinco na geração intermediária, mas o de quartos aumenta. O quarto dos filhos será separado do dos pais, e em alguns casos há um terceiro quarto para as filhas.

Observa-se uma individualização e uma especialização das funções das peças da casa, que corresponde às alterações da sociabilidade familiar. A cozinha continua atrás, mas se reparte em duas: uma interior, com fogão a gás, e outra, chamada 'rancho', exterior, com fogão a lenha. O banheiro, ausente na casa açoriana, já se insinua, primeiro sob a forma de uma 'casinha' (as primeiras construídas na ilha foram doadas pela Prefeitura, mas eram usadas como depósito de bananas pelos 'nativos'), mais tarde sob a forma de um 'puxadinho' acoplado ao edifício principal.

A integração do banheiro só se completa na geração mais nova, quando o encontramos plenamente incorporado à construção. Nesta geração, as peças que dão para a frente continuarão sendo a sala e o quarto do casal, e a dos fundos continua sendo a cozinha; mas agora, além de um ou dois quartos para os filhos, a planta baixa das casas prevê uma outra peça, que faz as vezes da sala íntima dos lares burgueses e acolhe a televisão.

Sala, quarto, cozinha. Os termos que designam as peças das três casas são os mesmos, porém o uso e o aspecto desses espaços sofreram, de uma geração a outra, grandes alterações. Vejamos, por exemplo, o que aconteceu com a cozinha.

Foi na cozinha que realizei a maioria das entrevistas para a pesquisa, o que cria dúvidas sobre a oposição entre o espaço privado da cozinha e o espaço público da sala, presente em muitos estudos antropológicos sobre o espaço doméstico. Mais do que um espaço privado, a cozinha é um espaço íntimo da família, passando nas últimas gerações a ser um espaço da mulher. Assim, mesmo em situações públicas — como a da entrevista com uma desconhecida —, é preferível que a dona da casa ocupe um espaço que é domínio seu.



Hoje peça da casa eminentemente feminina, nem sempre a cozinha esteve vinculada a um dos gêneros. Na verdade, houve época em que a cozinha era a peça única da casa. Consta de relatos de viajantes estrangeiros, em visita à ilha de Santa Catarina nos séculos XVII e XVIII, que as primeiras casas construídas na Lagoa da Conceição pelos colonos vicentinos e açorianos se constituíam em uma peça única, com o fogo no centro. Todo o trabalho e a sociabilidade do interior da casa se realizava ao redor desse fogo.

Nas casas de 'antigamente', a cozinha continuou como lugar de múltiplas atividades da família. Lá eram feitas as refeições, lá se tomava banho e se permanecia quando no interior de casa, e era lá também que grande parte dos alimentos e sementes, produtos do trabalho familiar na roça, eram armazenados. Mas nem por isso era vista como lugar nobre da casa. Ao contrário, era e é tida como a parte socialmente inferior. Além de ocupar a parte traseira da casa, a ela se destina o material de construção considerado mais 'pobre'. Assim, se a casa é de tijolos, a cozinha é de madeira; se a casa é de madeira, a cozinha é em pau-a-pique com reboco; se a casa é de pau-a-pique com reboco, a cozinha é também em pau-a-pique, mas sem reboco.

Contribui para a impressão de que a cozinha fica isolada do resto da casa o rebaixamento do seu teto — o que nas origens açorianas tem uma explicação funcional, pois serve para preservar o calor do fogo durante o inverno europeu, função que se perde num país de clima mais ameno, como o nosso. Do mesmo modo, a posição inferior da cozinha se revela ao analisarmos a iluminação interna: enquanto as salas da 'casa de antigamente' eram iluminadas com lampiões a querosene, ela não merecia mais do que a luz das pombocas (lanternas de lata com pavio, usadas com querosene ou óleo de peixe). Hoje, enquanto as salas exibem luzes fosforecentes, a cozinha recebe lâmpadas comuns.

Seguindo o mesmo critério, o piso dessas cozinhas é de terra batida, semelhante ao do quintal e do terreiro, espaços que circundam a morada. Para quem entra na casa pela porta da cozinha, não há, portanto, grande contraste em relação ao chão externo, só diferenciado do restante da sala, que recebe assoalho de madeira.

Hoje, vendo estas cozinhas de antigamente, percebe-se que as donas-de-casa têm em relação a elas um novo sentimento: o de que elas devem ser 'melhoradas'. Na falta de outros recursos, apela-se para a limpeza. De fato, o asseamento obsessivo de

Na sala os usos dos espaços e os cânones estéticos das três gerações contrastam mais claramente, evidenciando a profunda transformação vivida pela família.

▼ ▼ ▼ ▼ ▼ ▼

toda a casa parece ser uma forma pela qual as gerações mais velhas compensam o que, a seus olhos, aparece como uma precariedade dos objetos. Se não é possível substituir os artefatos culinários por outros mais modernos, é possível, ao menos, fazer com que se destaquem pela limpeza.

Essa estratégia do 'belo limpo' encontra nas panelas o foco principal: elas servem para aferir se uma mulher é ou não boa dona-de-casa. As panelas, expostas junto às paredes, já que as gerações mais velhas não dispunham dos modernos armários de cozinha, refletem a luz, num brilho conseguido à custa de muita 'areação'. Seu papel é semelhante ao do assoalho da casa: mostram que a família conta com uma boa dona-de-casa, cujo trabalho consegue disfarçar a pobreza e até embelezá-la.

Todo esse asseamento, entretanto, encontra um limite: a terra batida do chão. Além de trazer a terra para o interior da casa, a cozinha, sendo o lugar do fogão a lenha, traz também a mata, mas uma mata de valor simbólico negativo, percebida pelos nativos como um inimigo a ser vencido num embate que tem suas origens na colonização.

Levantamos, portanto, a hipótese de que o lugar inferior ocupado pela cozinha no imaginário dos nativos deve-se à sua associação com os elementos da natureza e não, como é comum nas classes superiores, ao fato de ser um lugar de serviço. Descendentes de colonos que tiveram de abrir o seu caminho com as próprias mãos, os nativos da Lagoa da Conceição não compartilham o desprezo pelo trabalho tantas vezes apontado como característico das elites dominantes no Brasil.

É provável que resida nessa interiorização da mata e na conseqüente desvalorização do espaço por ela ocupado na moradia a razão principal para a curiosa dicotomia efetivada pela geração seguinte: a partir dos anos 40, os habitantes da Lagoa passam a construir cozinhas afastadas do corpo da casa, denominando-as 'ranchos'. Semelhantes às cozinhas secundárias encontradas em outras regiões do Brasil, cuja existência tem sido relacionada pelos pesquisadores a um possível medo de incêndios, os ranchos são justificados aqui por uma razão de ordem simbólica: o gosto.

A construção dessas edículas sugere que a geração intermediária tentou, com o rancho, adequar-se a novos padrões, ditados por um 'gosto legítimo', sem, no entanto, romper definitivamente com o antigo estilo de vida. A solução mais freqüente é a separação da área de preparo dos alimentos em duas: uma dentro da casa, com fogão a gás, a outra externa, com fogão a lenha. O rancho é um simulacro da cozinha de antigamente: como aquela, tem chão de terra batida, é pouco iluminado, pouco ventilado, e visto como um lugar 'sujo, esfumaçado'.

Os ranchos existem até hoje nas casas da geração intermediária. Ainda são construídos em madeira, mesmo nas casas de alvenaria, e situam-se a uma distância de dois a cinco metros do edifício principal. São lugares de viver, não de mostrar: as visitas são sistematicamente mantidas longe deles. Mas é lá que a família cozinha e come, enquanto a peça interna, considerada 'cozinha de mostrar', permanece praticamente intacta. Neles se cristaliza a memória do grupo.

Do ponto de vista dos nativos, a separação é um melhoramento providenciado pelos que conseguiram 'ganhar um pouquinho mais'. Entretanto, a presença dessas duas cozinhas também evidencia a profunda ambigüidade vivida por essa geração intermediária e revela o quanto é nuançado o processo de ingresso no mundo urbano. Essa geração já tem acesso a bens de consumo modernos — fogão a gás, azulejos, refrigerador, liquidificador, armários de fórmica —, mas ainda não lida com naturalidade com esses artefatos. Deseja possuí-los mais para exibi-los do que propriamente para usá-los. São, portanto, objetos de consumo ostentatório.

No dia-a-dia, continua-se no rancho, cozinhando com os artefatos do mundo camponês, pois embora os veja agora como 'sujos', essa geração ainda não consegue prescindir deles, como fará a geração mais nova. Nesta, a cozinha com seus novos utensílios integra-se plenamente ao corpo principal da casa. Nela reinam as superfícies lisas e assépticas dos azulejos, os pisos vitrificados e os conjuntos completos de mesa, cadeira e armários. A fórmica recobre quase tudo, nos reinserindo nos tempos higienizados da era do plástico.

É na sala, porém, que os usos dos espaços e os cânones estéticos das três gerações contrastam mais claramente, evidenciando a profunda transformação vivida pela família. A casa da geração 'de antigamente' apresenta uma sala com mobiliário escasso, cuja aparência seria definida hoje pelo 'gosto legítimo' como rústico ou pobre. Como nas outras peças, eram móveis feitos pelos próprios moradores:

Não há praticamente brancos: qualquer lugar onde se fixe o olhar, lá estarão cinco ou seis objetos, dez ou doze cores, como se houvesse um horror ao vazio.

▼ ▼ ▼ ▼ ▼ ▼

um armário, onde eram conservados os objetos de maior valor para a família, e banquetas, que também funcionavam como pequenos baús para a roupa da casa. Nas moradias um pouco mais ricas, o mobiliário era praticamente o mesmo, apenas em maior número: quatro ou cinco banquetas ao invés de três, e às vezes uma mesa grande para jantares cerimoniosos.

As paredes, de pedra *in natura* ou estuque, não eram propícias a receber pregos e, portanto, quadros. Mesmo nas casas mais abastadas, com revestimento, as paredes permaneciam nuas, sem a profusão de retratos e gravuras das salas das gerações posteriores. Com freqüência, ali era guardado o 'paiol', uma caixa de madeira bem fechada, usada para armazenar alimentos e sementes. Era também ali que as mulheres se reuniam para tecer coletivamente grandes peças em renda de bilro. Na casa de antigamente, a sala, portanto, remete muito mais à produção (móveis, rendas, armazenamento) do que ao consumo, e dificilmente se poderia falar em decoração. Aliás, essa atividadc não existia para uma geração de mulheres tão envolvidas quanto os homens na busca da sobrevivência do familiar, trabalhando na casa, na roça e nos engenhos.

Hoje, a maior parte dos móveis novos encontrados nas salas dos velhos chega ali sob forma de presente, geralmente transmitido por um parente. A iniciativa de adquiri-los nunca é do dono-da-casa. É assim que o mobiliário se renova, uma renovação relativa, pois os móveis já entram na casa bem usados. No fluxo dos objetos que partem da casa dos filhos e netos para a dos avós, dois comportamentos distintos estão presentes. O primeiro é o da geração mais velha, sob a égide do "nada se perde, tudo pode servir um dia", que reflete o esforço despendido na produção do seu mobiliário e na busca de sua sobrevivência. O das gerações mais novas, guiado pela lógica da moda, onde impera a renovação permanente, não vê os objetos como perenes, e sim como algo que cada vez mais se consome, no sentido literal: algo que tem um tempo limitado de vida útil.

Como estes móveis doados aos velhos provêm de um sistema de objetos diferente do que organiza o restante do mobiliário, eles não conseguem ser completamente integrados, parecendo deslocados aos olhos do observador externo. Sem dominar a gramática do sistema original, os velhos exibem toda a sua capacidade de recriação exibindo-os no espaço da sala. O exemplo mais recorrente é o do fogão a gás: muitas casas de antigamente têm um hoje, mas ele é mantido desativado na sala.

Da mesma forma, muitos eletrodomésticos herdados não são usados pelos velhos. Sua localização na sala e a ausência de uso evidenciam uma admiração mágica. São vistos como vindos de outro mundo, e na verdade o são, pois foram criados no interior de outra cultura, da qual os velhos não têm conhecimento nem domínio e que, por isso mesmo, julgam superior. Os procedimentos técnicos básicos para fazê-los funcionar lhes são desconhecidos, o que é compreensível: esta geração passou a maior parte da vida sem luz elétrica e até hoje relaciona a eletricidade a grandes perigos, transformando o simples ato de pressionar um botão numa conquista pessoal contra o medo.

Mas, ainda que pouco ou nada utilizados, esses objetos são alvo de profunda valorização, muito mais como depoimento eloqüente da modernidade do que pela economia de tempo e esforço físico que poderiam proporcionar. Bem mais do que seu possível valor de uso, esses eletrodomésticos têm, para os velhos, um 'valor de culto', para usar um conceito caro a Walter Benjamin. Por isso, o espaço eleito para eles é o mesmo onde são depositadas as capelinhas com imagens de santos e os retratos, cultuados também pela geração seguinte.

As famílias da segunda geração tendem a abandonar o campo e o mar como fonte de sobrevivência e a estreitar o contato com a cidade. Em dezenas de salas desta geração, verifiquei espantosa homogeneidade. Em todas vi um sofá, duas poltronas, uma mesa baixa no centro, a estante onde ficam dispostos pequenos objetos, uma televisão e, nas menos pobres, uma 'sala de janta', composta por mesa, cadeiras e aparador.

Esta sala diminui em tamanho, mas o número de objetos se multiplica numa profusão de quadros, *posters*, estatuetas, vasos. Não há praticamente brancos: qualquer lugar onde se fixe o olhar, lá estarão cinco ou seis objetos, dez ou doze cores, como se houvesse um horror ao vazio, uma necessidade de preencher todos os cantos. Os móveis ficam muito próximos uns dos outros e a circulação é difícil. A sala, portanto, é um lugar mais para ser olhado do que para o convívio social, só servindo para ocasiões especiais ou para ver televisão, embora esta muitas vezes esteja estrategicamente colocada de frente para a cozinha, para ser assistida de lá.

Ao contrário dos artefatos da sala de an-

Entre os objetos da sala, destacam-se as fotos de família. Suas molduras são em geral ovais ou elípticas, semelhantes às das imagens de santos com que repartem a parede da sala.

▼ ▼ ▼ ▼ ▼ ▼

tigamente, esses objetos serão todos comprados, não refletindo mais a produção da família, mas falando do seu consumo. É o grande palco onde as mulheres, liberadas do trabalho na roça e nos engenhos, passarão a exercitar uma nova atividade: a decoração do ambiente, que lhes permite recriar o espaço doméstico a seu gosto. Assim, elas fortalecem a conquista de um domínio — o da casa — que em parte já era seu, mas que dividiam com os homens, também responsáveis pelo arranjo e produção dos móveis.

A distância do trabalho não é total: trata-se de mulheres da classe trabalhadora, que não dispõem de empregadas. Mas aí também se verifica uma ruptura, pois o trabalho agora se realiza no interior da casa, a própria casa ou as das mulheres das classes dominantes, onde passam a cumprir a tarefa de 'faxineiras'.

A decoração propicia a percepção do significado de modernidade para este segmento das classes populares. Para as mulheres, mais do que uma tarefa, a decoração da casa é um prazer. Todo o dinheiro que conseguem obter vendendo renda, tecendo ou como faxineiras aplicam em móveis, enfeites, eletrodomésticos. Ter uma casa bonita é a principal fonte de realização para elas. É belo aqui o que é signo do moderno.

Moderno é tudo que é industrializado, fabricado em série, vendido em grandes magazines. Não que essa geração tenha desaprendido a produção de seus próprios artefatos: apenas passou a desvalorizá-los simbolicamente. O caso das toalhas de renda é exemplar. As mulheres que ainda se dedicam aos bilros costumam vender aos turistas toalhas feitas à mão, durante meses, e com o dinheiro obtido compram toalhas industrializadas que imitam perfeitamente a renda tecida por elas.

Bonitos são os objetos que "vêm de longe". Eles não estão na natureza, na mata ou no mar, onde se busca o alimento mas jamais o belo. Estão na cidade, e cabe às mulheres descobri-los e trazê-los para a intimidade das famílias. Esta busca é feita segundo um novo padrão estético: o do belo feminino, do belo frágil.

Na ausência sistemática dos espaços de trabalhos mais duros, as mulheres das novas gerações passam a desfilar uma nova feminilidade. Elas já podem ser frágeis e esta nova disposição vai se refletir no seu próprio corpo, cada vez mais magro. Em relação aos artefatos, a meta parece a mesma: elas procuram transmitir aos objetos uma alma feminina. Para isso escolhem aqueles que supostamente são portadores dessa alma: os de aparência mais frágil, que remetem a um mundo minúsculo, infantilizado. Os bibelôs nas prateleiras são o melhor exemplo: são miniaturas diversas, representando pequenos animais com as feições humanizadas, criancinhas de faces rosadas, com a cabeça ligeiramente inclinada, delicadas. Sempre frágeis, ingênuas, boas. O belo aqui é o que vale como signo do bom.

Impossível deixar de pensar na pesquisa analisada por Pierre Bourdieu, na qual os franceses de diferentes classes sociais foram inquiridos a respeito de suas preferências estéticas. A tendência predominante entre as classes populares de baixo capital cultural recaiu sempre nas imagens que remetiam diretamente à coisa 'bela': o pôr-do-sol, a criança sadia brincando, a mulher bonita. Numa palavra, escolhiam *"l'image belle de la belle chose"*. Não é à toa que a cor preferida será o rosa: cor tida como feminina, suave, obrigatoriamente escolhida para as roupinhas das meninas recém-nascidas.

Decorar, para essas novas gerações, passa a ser sinônimo de feminilizar a casa, de fazê-la à imagem de quem a decora, de estender a 'zona de intimidade'. Há todo um movimento de cobrir e recobrir, de pintar e enfeitar que, levado ao extremo, faz 'vestir' móveis e objetos. Para isso, lança-se mão de toalhas de mesa, panos sobre o aparador, sofás e poltronas, cortinas nas passagens. Até enceradeiras, botijões de gás e liquidificadores ganham 'saias' e enfeites. Devolve-se assim aos objetos uma gratuidade rococó que eles deixaram de ter desde a hegemonia da função sobre a forma, na estética dominante.

A atividade da decoração também faz com que a mulher passe a ser um elo entre a família e o mundo moderno. Aos homens, e especialmente ao chefe da família, é que cabia a tarefa de suprir a casa com o que não se podia produzir; há mulheres na geração de antigamente que foram apenas uma vez à cidade, para comprar tecidos. Alijada da cidade nas gerações anteriores, será ela agora quem irá escolher e comprar nas lojas os produtos da desconhecida cultura urbana. À mulher caberá esse curioso papel de vanguarda do consumo no interior do lar: ao introduzir os objetos modernos, ela introduz a família na modernidade.

Entre os objetos da sala, destacam-se as fotos de família. Suas molduras são

em geral ovais ou elípticas, semelhantes às das imagens de santos com que repartem a parede da sala. A semelhança não pára aí: algo de sagrado nos retratos parece confirmar Benjamin, para quem a 'aura', desaparecida para sempre das gravuras e *posters* reproduzidos aos milhares, só renasce nas fotos de rostos humanos. Embora submetidas aos mesmos processos de reprodução, elas manteriam uma magia: a de captar um momento único na vida de um ser humano.

Mesmo quando feitas recentemente, há um ou dois anos, por um dos fotógrafos ambulantes que percorrem as estradas de tempos em tempos, as fotos expostas nas casas da Lagoa guardam uma aparência de coisa antiga, de décadas atrás. Que milagre técnico é esse, capaz de fazer parecer antigo o que é novo? E por que uma geração que preza tanto o 'moderno' prefere se ver retratada assim?

O efeito de antigo é obtido em parte pela utilização de uma técnica própria, cujos procedimentos parecem ser de domínio exclusivo desta classe de fotógrafos ambulantes: são fotos retocadas, nas quais os contornos reais do rosto e do corpo são refeitos com pincel. A pele perde sua textura, desaparecem as rugas que por acaso existam, os traços mais salientes de um nariz ou de um queixo são amenizados. Nenhum fio de cabelo está fora de lugar, e a tez morena, que poderia lembrar o trabalho no campo ou no mar, indício da condição de camponeses e pescadores, é substituída pela palidez.

Além de retocadas, as pessoas são destacadas de seu ambiente e congeladas numa imagem que tem como fundo uma cor pálida: azul, bege etc. Como o único cenário é um fundo neutro, e as roupas, que poderiam indicar uma época, também perdem esta capacidade semântica porque são retocadas, o resultado é que o tempo desaparece das fotos. Elas são, portanto, 'sem campo', como diria Barthes. E é porque não se encontram situadas nem circunstanciadas que se obtém o efeito de atemporalidade. Tenham sido feitas há um ou 20 anos, emanam a mesma eternidade.

Além disso, o modo como são concebidas parece tão importante quanto o retoque do original. Ao contrário das fotografias das classes dominantes de hoje, elas não se pretendem analógicas. Evitam-se os instantâneos, retratos de cenas do cotidiano, optando-se pelas fotos 'com pose'. Ou seja, a fotografia, para esse grupo, é algo que vem acompanhado de todo um projeto anterior, de toda uma encenação pensada que antecede o clique do fotógrafo.

Neste sentido, é exemplar o que aconteceu com uma amiga minha que, possuindo uma máquina fotográfica, foi convidada a tirar fotos na festa de aniversário de uma criança. A festa estava prevista para as 15 horas; como a 'fotógrafa' não estava no horário, a dona-da-casa foi pessoalmente verificar o que tinha acontecido. Minha amiga não entendeu o porquê da pressa, mas resolveu acompanhá-la. Quando chegou à casa, entendeu o motivo da aflição: ao redor da mesa onde os doces permaneciam intocados, todas as crianças convidadas estavam imóveis, esperando que a foto fosse batida para a festa começar.

O momento de pose é uma exigência social do grupo. Nas fotos, busca-se a imobilidade total dos fotografados, uma rigidez de postura e uma severidade de expressão consoantes com a importância do momento. E também a ostentação de símbolos socialmente valorizados (o vestido de noiva, o uniforme dos soldados, o terno e a gravata, a roupa de santa, o bolo de aniversário). As fotos devem fixar um momento importante da vida familiar para a eternidade, porém o resultado final tem efeito contrário: é como se as próprias pessoas viessem da eternidade. Elas são transmutadas em figuras pálidas e estáticas no momento em que a foto é batida, e em personagens de quadros pintados, depois do retoque do fotógrafo, ele também transmutado em pintor. O belo aqui é signo de eterno.

Belo e bom coincidem, não há espaço para a beleza maldita. Mas belo e útil são categorias à parte, ao contrário do que pretende Bourdieu, quando nos fala de um gosto popular pelo necessário. Esta é uma das faces desta estética que dá as costas à natureza enquanto fonte do belo, mantendo-a afastada do domínio da casa. Para trás vai a cozinha, que cristaliza, como nenhuma outra peça da casa, o pretérito do grupo. Atrás é o mais íntimo, o que não se mostra ao social, o que talvez até se queira esquecer, mas permanece. Outra face: a que venera as imagens sacras e sacraliza os objetos laicos, se estes forem signos do moderno. A renda agora é de plástico, mas ainda é renda, o fogão à lenha agora suja, mas ainda é nele que se cozinha. Retratos da memória do grupo, eles singularizam a modernidade na Lagoa.

SUGESTÕES PARA LEITURA

JARREAU P., *Du bricolage: archéologie de la maison*, Paris, Centre Georges Pompidou, 1985.

LEMOS C., *Cozinhas, etc.*, São Paulo, Perspectiva, 1978.

BARTHES R., *A câmera clara*, São Paulo, Martins Fontes, 1981.

BAUDRILLARD J., *La société de consommation*, Paris, Denoel, 1970.

BENJAMIN W., 'A arte na era da reprodução', in: *Os Pensadores*, São Paulo, Abril, 1978.

BOURDIEU P., *La distinction — critique sociale du jugement*, Paris, Minuit, 1979.

RELATOS DOS VIAJANTES ESTRANGEIROS NA ILHA DE SANTA CATARINA, Florianópolis, Ed. UFSC, 1984.

EDIÇÃO DE TEXTO **MARIA IGNEZ DUQUE ESTRADA**

Órgão do Ministério da Educação cujo papel fundamental é fomentar as comunicações e interações entre a gestão pública de Educação e os pesquisadores e especialistas, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP- irmana-se à CIÊNCIA HOJE na comemoração de um decênio de memoráveis iniciativas na disseminação do conhecimento científico no Brasil.

INEP

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS

Campus da UnB - Acesso Sul
Fone: (061) 347 89 70 Fax: (061) 273 32 33
70910 Brasília - Distrito Federal

FETEC'92

0100011001000101010100010001010100001100100111001110010011001O

PaqTcPb

5ª

FEIRA DE TECNOLOGIA DE CAMPINA GRANDE

17 a 20 de Setembro, no Spazzio

REALIZAÇÃO

Fundação Parque Tecnológico da Paraíba

PROMOÇÃO

Governo do Estado da Paraíba
Prefeitura Municipal de Campina Grande
Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas da Paraíba - SEBRAE.Pb
Universidade Federal da Paraíba - UFPb

APOIO

SCT/PR • CNPq • FINEP
Banco do Nordeste do Brasil - BNB • Banco do Brasil - BB
Governo do Estado da Paraíba:
GABINETE CIVIL • SEPLAN • SICTCT • SAIA • CINEP
Prefeitura Municipal de Campina Grande:
SICT • SAA
Fundação Centro de Tecnologia Industrial da Paraíba - FUNCETI
Associação de Empresas de Base Tecnológica - AEBT

EVENTOS PARALELOS

II SEMINÁRIO NACIONAL DE PÓLOS E PARQUES TECNOLÓGICOS

...

SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE ALTERNATIVAS E COOPERAÇÃO PARA A HABITAÇÃO POPULAR

...

SEMINÁRIO SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMI-ÁRIDO

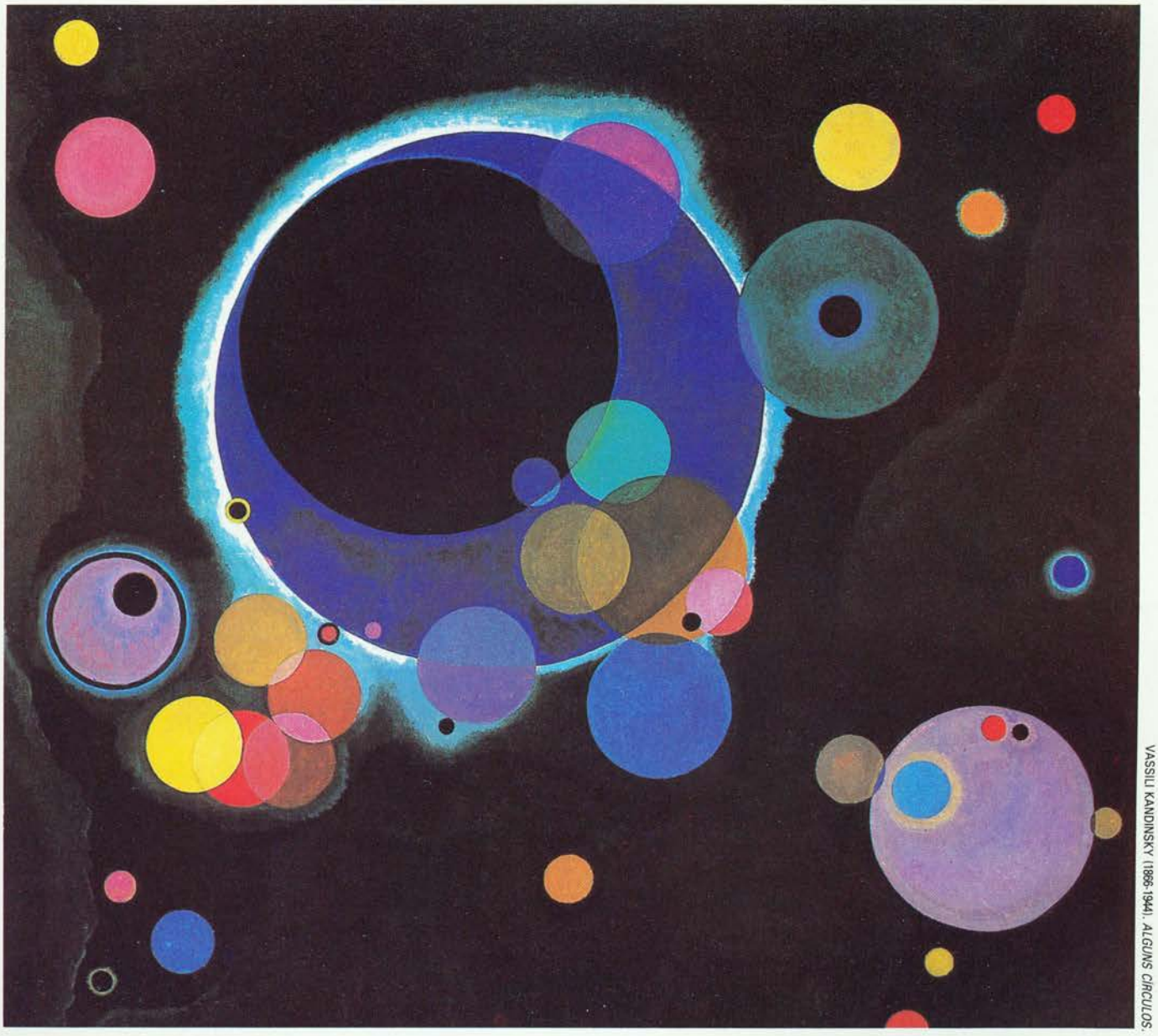
...

SEMINÁRIO SOBRE AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA ÁREA MÉDICA

...

SEMINÁRIO SOBRE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA PARA A INDÚSTRIA • Promoção FUNCETI

CONSTANTES, ECLIPSES, NÊUTRONS E CONCHAS



VASSILI KANDINSKY (1866-1944). *ALGUNS CÍRCULOS.*

Pablo Sisterna e Héctor Vucetich*
Departamento de Física,
Facultad de Ciencias Exactas,
Universidad Nacional de La Plata
(Argentina)
*Consejo Nacional de Investigaciones
Científicas y Técnicas (Conicet)

Sobre a mutabilidade ou a imutabilidade do universo, físicos e filósofos refletiram ao longo dos séculos. Atualmente o estudo da possível variação temporal das chamadas constantes fundamentais da física pode levar-nos a desvendar leis naturais ainda desconhecidas e permite-nos confrontar diversas concepções filosóficas sobre o universo com a evidência experimental.

Da Grécia clássica até hoje, o objetivo da física sempre foi compreender a natureza. *Péri Fyseos* (Sobre a Natureza) era o título de muitos tratados filosóficos pré-socráticos. A despeito da complexidade e da riqueza dos fenômenos naturais — a luz do Sol, as tempestades, as doenças, o nascimento e a morte —, a certeza de que eles teriam uma explicação traduzida em processos mais simples — como as combinações e as mutações das 'substâncias elementares' ou de 'átomos e vazio' — nunca esmoreceu.

Junto com as tentativas de explicar os fenômenos naturais, duas tendências filosóficas opostas se desenvolveram: uma, 'evolucionista', formulada por Heráclito de Éfeso, afirmava o caráter essencial, irredutível a leis fixas, das transformações; a outra, que defendia a existência de uma ordem imutável na natureza, foi sustentada por Parmênides de Eléa e sua escola. Os atomistas gregos fizeram uma síntese surpreendentemente moderna das duas posições: atribuíram a imutabilidade aos átomos e ao vazio (que, de qualquer modo, ninguém poderia observar) e a transformação perpétua que vemos a seus choques e combinações (ver 'Quando os filósofos discutem').

A partir do Renascimento, tentou-se descrever os fenômenos naturais por meio de equações matemáticas que exprimiam as leis da física. Embora em princípio tais leis possam explicar toda a mutabilidade do universo, supõe-se que elas são invariáveis, o que dá a essa concepção um parentesco longínquo com o atomismo grego. A ampla generalidade e o poder de previsão das leis da física fortaleceram a crença em seu caráter invariável e, por conseguinte, na imutabilidade da estrutura matemática do cosmo. Entretanto, em nosso século, a partir da década de 1930, novas considerações cosmológicas levaram alguns cientistas à conclusão de que as próprias leis da física podiam evoluir com o universo. Examinemos resumidamente esta proposta.

Até uns 20 anos atrás pensava-se que havia na natureza quatro *forças fundamentais*, caracterizadas por sua *constante de acoplamento:* um número sem dimensões, proporcional à intensidade de cada força. Entre estas, as mais conhecidas são as que se exercem nas interações gravitacionais e eletromagnéticas. Estas forças são de *grande alcance:* dois corpos carregados (ou dois corpos quaisquer, no caso das interações gravitacionais) atraem-se mutuamente, por maiores que sejam as distâncias entre eles. As interações fortes e fracas, por outro lado, são exercidas por forças de *curto alcance*: seus efeitos desaparecem quando a distância entre os corpos é maior que um determinado comprimento característico. A tabela 1 dá o valor das constantes de acoplamento correspondentes. Esta é grande para as interações fortes (daí seu nome), intermediária para as eletromagnéticas, pequena para as interações fracas e insignificante para as gravitacionais (figura 1).

TABELA 1. Algumas constantes fundamentais

Nome	Definição	Valor atual	Ritmo de variação ($H_0 = 5 \times 10^{-11}$ anos $^{-1}$)
Constante de acoplamento forte	$\alpha_s = g_s^2 / \hbar c$	0,3	$<3{,}1 \times 10^{-3}$
Constante de acoplamento eletromagnético (ou de estrutura fina)	$\alpha = e^2 / \hbar c$	1/37,0359895	$<4{,}4 \times 10^{-5}$
Constante de acoplamento fraco	$\alpha_W = G_W m_p^2 / \hbar c$	$1{,}029 \times 10^{-5}$	$<2{,}0 \times 10^{-3}$
Constante de acoplamento gravitacional	$\alpha_n = G_n m_p^2 / \hbar c$	$5{,}87 \times 10^{-39}$	$<1{,}2 \times 10^{-1}$
Massa do elétron (em unidades da massa do próton)	m_e/m_p	1/1836,15	$<6{,}0 \times 10^{-4}$
Massa do quark leve (em unidades de massa do próton)	m_u/m_p	≈0,01	$<7{,}2 \times 10^{-3}$
Massa do quark estranho (em unidades da massa do próton)	m_s/m_p	≈0,2	$<9{,}4 \times 10^{-4}$
Massa do méson Z (em unidades da massa do próton)	M_Z/m_p	97,16	$<2{,}6 \times 10^{-3}$
Ângulo de Weinberg	Θ_W	28°20′	$<2{,}4 \times 10^{-3}$
Ângulo de Cabibbo	Θ_C	28°02′	$<1{,}2 \times 10^{-3}$

Valores numéricos de algumas das constantes fundamentais da natureza, expressas sob forma adimensional (como números puros). A última coluna mostra a cota superior à sua variabilidade encontrada pelos autores. Essa cota se expressa como uma fração do ritmo de expansão do universo, o ritmo de Hubble H_0.

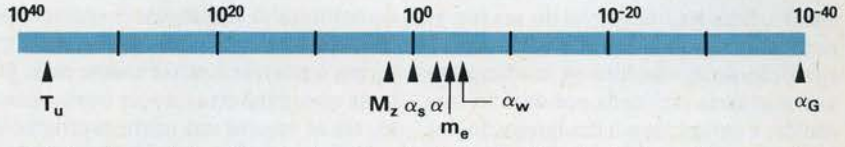


FIGURA 1. Ordens de magnitude: os 'pequenos' e os 'grandes números' na física. Os primeiros estão concentrados perto do centro da escala e os últimos nas extremidades.

As diferenças de intensidade e alcance das quatro interações são tão grandes que foi quase uma surpresa para a comunidade científica quando em 1967 o físico paquistanês A. Salam e o norte-americano S. Weinberg anunciaram, independentemente, uma teoria que unificava as interações eletromagnéticas e as interações fracas. Esta teoria, ampliada com os trabalhos de S. Glashow para incluir as interações fortes, é conhecida como *'modelo-padrão das interações fundamentais'*. Por outro lado, a despeito dos esforços de cientistas tão eminentes quanto Einstein, não foi ainda possível formular uma teoria consistente que incluísse a gravitação.

Nosso conhecimento atual da natureza se resume, portanto, a duas teorias que recusam, altaneiras, a unificação: o modelo-padrão das interações fundamentais, que explica por meio de uma única teoria as forças eletromagnéticas, fracas e fortes, e a relatividade geral, que se ocupa da força gravitacional. Estas duas teorias descrevem corretamente todos os experimentos de laboratório conhecidos, inclusive fenômenos tão complexos quanto os movimentos planetários, os choques de partículas elementares e a estrutura de moléculas biológicas. Em princípio, todos os fenômenos no âmbito das dimensões médias (desde o núcleo atômico até as estrelas) podem ser descritos com o recurso às complicadas equações do modelo-padrão e da relatividade geral.

Estas equações dependem de uns 20 parâmetros chamados de *constantes fundamentais da física*. Tais parâmetros (por exemplo, a constante gravitacional G_N de Newton e suas análogas para as forças forte e fraca, g_S e G_W, respectivamente; a velocidade da luz C, a carga do elétron e e a constante de Planck $\hbar$) são considerados universais e independentes do tempo e da posição. A tabela 1 mostra os valores numéricos de algumas constantes fundamentais adimensionais, incluindo as constantes de acoplamento. A teoria não determina esses valores, que devem ser obtidos por experimentação. Deste ponto de vista, as constantes fundamentais são arbitrárias e seu número mede o grau de contingência do universo, de acordo com nosso conhecimento atual.

Mas estes parâmetros serão realmente constantes, universais e fundamentais? Há motivos para acreditar que não. Em primeiro lugar, por causa do seu número: embora 20 parâmetros pareçam descrever economicamente o universo tal como o compreendemos hoje, eles seriam excessivos. Uma teoria unificada de todas as interações fundamentais deveria depender de um único parâmetro, a partir do qual

Quando os filósofos discutem

A história da filosofia registra um debate permanente sobre a mutabilidade ou imutabilidade das leis da natureza. Entre os filósofos pré-socráticos destacam-se as posições de Heráclito e Parmênides. Heráclito de Éfeso via o mundo como uma tensão harmônica entre dois contrários: o universo era movido pelo fogo central que agitava e desagregava seu conteúdo. Tudo que existe está em mudança, imerso num perpétuo devenir. A esta pluralidade móvel, Parmênides opunha a unidade imóvel: o mundo, incriado e eterno, é homogêneo e uniforme, sem mudança nem movimento, exceto na aparência. Os atomistas gregos atribuíram as propriedades do ser de Parmênides a cada uma das infinitas partículas elementares — os átomos — que formavam o cosmo. Esta fragmentação do ser implica a existênca do não-ser, o vazio, como condição do movimento. A mudança no universo seria explicada por uma lei mecânica: a agregação e a desagregação dos átomos.

Mencionamos no texto principal que o número de parâmetros fundamentais é uma medida quantitativa do grau de contingência das leis da física. O filósofo, matemático e físico alemão Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) afirmava que, para Deus, tudo o que é é porque pode ser, e não pode menos do que ser. Ou, em termos mais formais: "Para Deus, todas as proposições fundamentadas são analíticas, enquanto para a mente humana são contingentes". Deste ponto de vista, a redução do número de constantes fundamentais nos aproximaria do pensamento de Deus.

O filósofo inglês David Hume (1711-1776) tomou uma posição profundamente distinta no debate. Sua filosofia questionou a confiança no pensamento científico do século XVIII (criado por Newton e Leibniz), criticando o conceito de causalidade. Para Hume, não se pode descobrir conexão lógica alguma entre causa e efeito; as únicas conexões encontráveis são empíricas. A crença na regularidade da natureza não pode ser demonstrada: ela é só um postulado que permite o raciocínio. O costume, e não a razão, guia a mente humana. Ao substituir o conhecimento através das causas pelo conhecimento por meio dos hábitos, Hume debilita a necessidade epistemológica de encontrar explicações profundas. A redução do número de constantes fundamentais não nos aproximaria de uma lei fundamental do universo nem do pensamento de Deus.

A existência de várias constantes fundamentais dá ao filósofo materialista um argumento em favor do caráter objetivo da natureza: a contingência expressa pelas constantes universais prova que a natureza é exterior à nossa mente pois, por mais que ampliemos nosso conhecimento, ela se reserva um núcleo epistemológico que nos é inacessível. Mais ainda: a existência de leis mutáveis e a ausência de 'metaleis' (leis sobre a mudança das leis) que expliquem tais mudanças implicam que a natureza é algo essencialmente ingovernável e que há limites para o poder do homem sobre ela. Por outro lado, para o filósofo idealista, as constantes fundamentais são, como o mundo físico, criações de nossa mente e sua variabilidade não tem conseqüências transcendentes sobre o universo. Nas palavras de Jorge Luis Borges: "Não é exagero afirmar que a cultura clássica de Tlön compreende uma única disciplina: a psicologia. Todas as outras estão subordinadas a ela".

Em resumo, a existência de constantes fundamentais e sua variação com o tempo têm interpretações filosóficas variadas e profundas. Aqui resumimos apenas algumas delas, quase escolhidas ao acaso. O debate continua aberto.

todas as demais constantes fundamentais seriam calculadas. Durante este século uma parte deste programa foi levada a cabo. Por exemplo, os pesos atômicos, que no início do século eram considerados constantes fundamentais, hoje podem ser calculados de forma aproximativa, a partir do modelo-padrão. Estas considerações de caráter estético levaram muitos pesquisadores a construir teorias para explicar o valor das constantes fundamentais, algumas delas consideradas patológicas. Citamos o caso do astrônomo e físico britânico A. Eddington, que tentou deduzir os valores numéricos das constantes adimensionais (que na escola primária chamamos de 'números puros') a partir de considerações epistemológicas, sem contato com a experimentação. Assim, por exemplo, deduziu que no universo há exatamente $N = 2 \times 136 \times 2^{256}$ elétrons e igual número de prótons. (Uma divertida sátira a esta maneira de raciocinar de Eddington, concebida pelo físico Guido Beck, foi publicada em *Ciência Hoje* nº 4, p. 38). A teoria de Eddington hoje é vista como apenas uma extravagância de um cientista genial, e não é levada em consideração.

Uma teoria completamente diferente sobre as constantes fundamentais foi sugerida em 1937 pelo físico P.A.M. Dirac, também britânico, que se baseou na existência de certos números adimensionais, quocientes de magnitudes atômicas e cosmológicas, que são imensamente grandes (figura 2). Por exemplo, a força de atração eletrostática entre o próton e o elétron no átomo de hidrogênio é cerca de 10^{40} vezes maior que a força de atração gravitacional. O quociente entre a idade do universo, T_U, e o tempo que a luz demora em atravessar um átomo de hidrogênio é muito parecido: 10^{36}, ou seja, 'apenas' dez mil vezes menor. Dirac sugeriu que este fato não era casual e que os dois números estavam vinculados: a força gravitacional seria muito fraca porque o universo é muito velho. A *hipótese dos grandes números* é a generalização do resultado anterior. Segundo ela, todos os números adimensionais grandes são funções simples da idade do universo.

A conseqüência mais importante da hipótese dos grandes números é que a 'constante' de Newton, G_N (ou, em sua forma adimensional, α_N), tem que variar com a idade do universo se a carga elétrica não muda, pois de outra maneira o quociente das forças elétrica e gravitacional não poderia variar com o tempo. Desta maneira, Dirac introduziu a noção heraclitiana de que as leis da física evoluem com o tempo. A hipótese dos grandes números tem um grande poder preditivo, isto é, permite calcular diversas quantidades observáveis sem ambigüidade, como por exemplo a evolução da luminosidade das estrelas, a das órbitas planetárias ou a da temperatura da Terra, que ficam univocamente determinadas. Entretanto, como conseqüência da discrepância entre algumas dessas previsões e os resultados das correspondentes observações experimentais, esta proposta de Dirac foi refutada várias vezes, embora não de modo definitivo.

Outro indício de que as 'constantes fundamentais' não merecem este nome é a drástica recusa da relatividade geral a unificar-se com o modelo-padrão. Extensões 'simples' deste modelo (as *teorias da grande unificação*) conseguiram unificar toda a física, exceto a gravitação, usando uma estrutura teórica convencional. Para incorporá-la, foi necessário mudar o marco teórico, e assim as chamadas teorias de Kaluza-Klein ou as teorias de supercordas introduziram algumas idéias muito originais. Deixando de lado numerosos detalhes técnicos, podemos dizer que esta classe de teorias conseguiu unir a gravitação com o resto da física ao preço de complicar a estrutura geométrica do universo. Elas supõem que o espaço não tem apenas três dimensões e sim muitas mais: nove ou dez.

Nas dimensões não convencionais, contudo, o universo tem um tamanho finito e pequeno, tanto que não somos capazes de observá-lo. O mundo tridimensional em que vivemos é um 'mundo efetivo': as interações fundamentais que observamos (eletromagnéticas, fracas etc.) são o reflexo da estrutura geométrica do 'mundo escondido' das restantes dimensões. Em particular, os valores numéricos das constantes fundamentais dependem dessa estrutura geométrica, e se ela muda com o tempo também variará o valor das 'constantes'. Em algumas versões dessas teorias previsões precisas do ritmo de variação podem ser feitas.

Existem tantos motivos para supor que as 'constantes fundamentais' variam com o tempo, que um grupo de cientistas considera necessária uma teoria que explique por que elas são constantes. O físico norte-americano R.H. Dicke observou que o tempo necessário para que as estrelas possam produzir elementos bioativos (como carbono, nitrogênio e oxigênio), somado ao tempo necessário para a evolução da vida inteligente, é da ordem da idade do universo. Nós, seres humanos, observamos a existência de um universo grande e velho, simplesmente porque não podíamos existir quando o universo era mais jovem. Os 'grandes números' adimensionais são explicados da mesma forma: a vida inteligente não tem tempo para desenvolver-se num universo com 'números pequenos' apenas. Esta proposição, conhecida como *princípio antrópico débil*, foi generalizada pelo físico franco-britânico B. Carter. O *princípio antrópico* afirma que as constantes fundamentais têm os valores que têm (e que sempre tiveram) simplesmente porque agora o ser humano existe. Esta proposição viola o princípio da causalidade e implica que o universo está voltado para um fim, talvez a existência do homem; suas conseqüências físicas, filosóficas e teológicas são muito profundas, porém não podemos discuti-las aqui.

FIGURA 2. Paul Adrien Maurice Dirac (à esquerda), um dos grandes físicos teóricos do séc. XX. Em 1936, ele propôs a 'hipótese dos grandes números', uma teoria evolutiva das leis da física. O desenho é de George Gamow; à direita, Louis de Broglie.

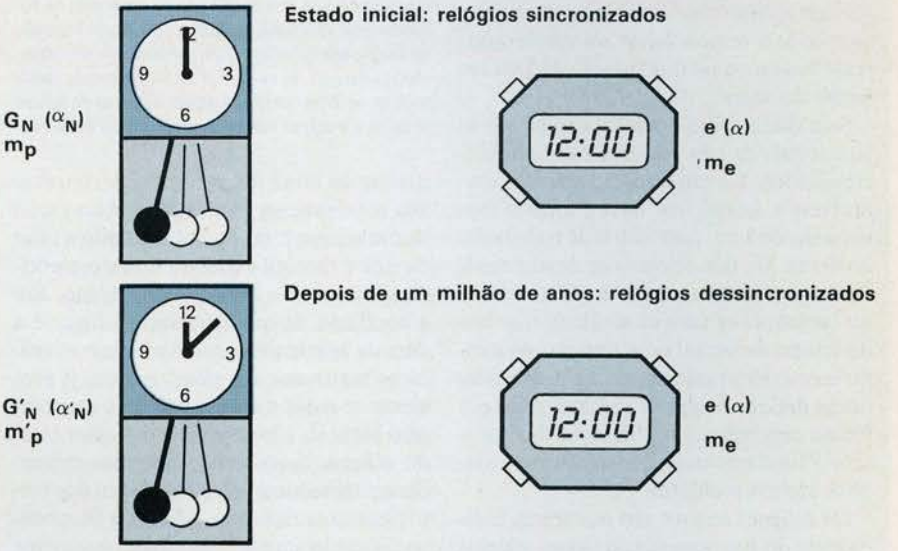


FIGURA 3. Num experimento típico destinado a determinar a possível variabilidade temporal das constantes universais, comparamos o tempo medido por relógios baseados em diferentes princípios físicos, dependentes de diferentes constantes universais (por exemplo, no caso de um relógio de pêndulo, a constante gravitacional de Newton, GN, a constante de acoplamento gravitacional, α N, e a massa do próton, mp, e no caso de um relógio atômico, a carga e a massa do elétron, e e me, respectivamente, e a constante de estrutura fina, α). Para chegar a uma boa determinação experimental, os relógios devem ser muito estáveis e estar funcionando há bastante tempo. Alguns relógios 'naturais' satisfazem as condições necessárias.

A variação com o tempo das constantes fundamentais pode revelar, portanto, a existência de uma 'física nova', isto é, de fenômenos ainda desconhecidos, tais como dimensões suplementares; por isso tentou-se medir essa variação das constantes de muitas maneiras. A idéia básica dos experimentos é muito simples, embora sua implementação seja muito difícil. Imaginemos dois tipos diferentes de relógios; por exemplo, um relógio de quartzo e um de pêndulo (figura 3). O tique-taque do primeiro depende dos detalhes da estrutura atômica e esta, por sua vez, do valor numérico da carga do elétron. Enquanto isso, a freqüência do pêndulo é controlada pela força gravitacional, que depende do valor numérico da constante de Newton. Se as duas constantes fundamentais têm ritmos diferentes, os relógios perderão aos poucos a sincronia e, depois de transcorrido um tempo suficientemente longo, uma variação diferencial entre as duas constantes poderá ser medida. Trata-se, é claro, de um procedimento delicado. Por exemplo, o período de um relógio de pêndulo não depende apenas do valor da constante de Newton, mas também do comprimento do pêndulo, que pode mudar com a temperatura ou o desgaste do relógio e desta forma enganar o experimentador. O ritmo de variação esperado é tão lento (da ordem do ritmo de expansão do universo, ou ritmo de Hubble, 5×10^{-11} por ano), que quase nenhum relógio artificial tem a estabilidade necessária para detectar.

Felizmente, a natureza oferece uma grande quantidade de 'relógios naturais' muito estáveis e que já funcionam há longo tempo, condição necessária para detectar uma dessincronia com relação a outro relógio de tipo distinto. Um exemplo de relógio natural é a Lua: seu movimento em torno da Terra é usado para medir o tempo desde a pré-história. Antes da invenção dos relógios atômicos, o movimento da Lua era a forma mais precisa de medir o tempo e, além disso, existem observações muito valiosas sobre ele desde a Antigüidade (ver 'Quando os leigos observam melhor que os especialistas'). Outros relógios naturais interessantes se baseiam na rotação da Terra, nos ritmos biológicos de crescimento (ver 'As rugas dos fósseis') e na desintegração de substâncias radioativas.

Quando os leigos observam melhor que os especialistas

Os movimentos dos corpos celestes constituem relógios quase ideais, que podem ser comparados entre si. Imagine, leitor, uma seta gigantesca que parta do centro da Terra e chegue à superfície no ponto em que se cruzam o equador e o meridiano de Greenwich. Esse ponteiro imaginário assinala, sobre um dial imaginário que só um astrônomo é capaz de ler, o chamado *tempo universal*. Algo semelhante ocorre com o movimento de translação da Terra: o ponteiro vai do centro do Sol ao da Terra e marca, sobre outro dial, o *tempo das efemérides*. Um terceiro relógio, que mede o *tempo lunar de efemérides*, pode basear-se no movimento da Lua em torno da Terra.

Se a única força envolvida fosse a gravitacional, os três relógios estariam sincronizados. No entanto, o roçar das marés freia a rotação da Terra e afeta o movimento da Lua, mas não o de translação da Terra. Os três relógios se dessincronizam aos poucos e, como o efeito é *secular* (acumula-se com os séculos), o atraso do tempo universal com respeito ao tempo efemérides pode chegar a ser de várias horas depois de alguns séculos. Algo parecido ocorreria com a variação das constantes fundamentais, que também produziria efeitos seculares.

Os eclipses solares são excelentes indicadores do funcionamento desses relógios naturais. Se eles estão dessincronizados, o eclipse se produzirá num lugar da Terra diferente daquele previsto pelas leis do movimento. Lamentavelmente, foram muito poucos os eclipses do Sol observados pelos astrônomos na Antigüidade, pois a probabilidade de que ocorresse algum onde havia um astrônomo era comparável a que se tem de ganhar a loteria: uma vez em cada mil anos. Tem-se que usar, então, as descrições feitas por leigos, aterrorizados diante da observação do fenômeno. E cabe perguntar qual é a confiança que podemos depositar nesses relatos.

Os astrônomos britânicos Müller e Stephenson argumentavam que, felizmente, por ser tão terrível, um eclipse total do Sol não pode passar desapercebido: em menos de um minuto a luminosidade do dia diminui umas cem mil vezes, fato comparável a uma queda instantânea da noite; além disso, a ponta do cone de sombra da Lua produz uma marca finíssima sobre a Terra, e só os observadores situados

O eclipse de 4 de abril de 192 a.C. foi observado na Babilônia. Se a velocidade angular de rotação da Terra não diminuísse pela ação das marés, o eclipse teria sido observado na Escócia. Se as constantes fundamentais variassem, ter-se-ia produzido um atraso adicional do relógio terrestre e o eclipse não seria observado na Babilônia.

dentro do cone de sombra experimentarão o fenômeno. Por isso, a observação de um eclipse total do Sol realizada a olho nu nos é tão útil e precisa quanto a obtida por meio de um bom telescópio, sob a condição de que saibamos o lugar e a data da referida observação. Como as crônicas registram, em geral, a data, o problema se reduz a determinar com segurança o lugar da observação e o caráter total do eclipse. Estes dois problemas exigem uma análise histórica e lingüística dos textos bastante delicada. Müller e Stephenson consideram muito confiável o seguinte texto de uma crônica monástica de Salzburgo:

"1133. Neste ano, na quarta véspera das Nonas de agosto (*2/8/1133*), sob o calor do meio-dia, o Sol desapareceu *disparuit* subitamente e um pouquinho depois parecia totalmente coberto, como uma bolsa redonda".

Segundo os autores, "as anotações na crônica são de várias mãos e provavelmente originais [escritas por testemunhas oculares]. Pode-se admitir com segurança que o eclipse ocorreu em Salzburgo. O brusco desaparecimento do Sol implica totalidade".

A crítica textual é tão severa que eliminou todas as observações clássicas de eclipses totais como pouco verossímeis. Pior ainda, o eclipse total observado por Hiparco (o maior dos astrônomos helênicos) no século II a.C. teve que ser descartado, pois Ptolomeu não incluiu nem o lugar nem a data da observação no *Almagesto*. Os leigos observavam melhor que os especialistas!

Há outros tipos de fenômenos que permitem detectar uma mudança nas constantes fundamentais. Por exemplo, a expansão de um planeta poderia indicar uma variação da constante de Newton, G_N, já que, se esta diminui, o mesmo também acontece com a atração gravitacional e, conseqüentemente, a matéria do planeta se descomprime (figura 4). O estudo geológico (ou deveríamos dizer *hermetológico?*) de Mercúrio mostra que seu raio (e o mesmo acontece com o dos outros corpos celestes pequenos, como a Lua e Marte) quase não mudou desde a formação do Sistema Solar, e portanto pode servir como parâmetro para medir o ritmo de variação da constante de Newton. Da mesma forma, a variação de outras constantes fundamentais, como a carga do elétron ou a massa do próton, produzirá mudanças na estrutura nuclear. O descobrimento na África de um reator natural que operou há uns dois milhões de anos permitiu estudar a estrutura nuclear tal como era no passado, e, a partir daí, as possíveis mudanças nas constantes fundamentais (ver 'Pênaltis fósseis').

Cada um dos experimentos realizados contribuiu para a verificação da constância de uma das constantes fundamentais ou de alguma combinação entre elas. Entretanto, poder-se-ia pensar que em teorias como as de Kaluza-Klein, em que todas as constantes universais variam simultaneamente, os efeitos sobre os observáveis se anulam mutuamente. Este fenômeno, que recebe o nome de *conspiração*, está

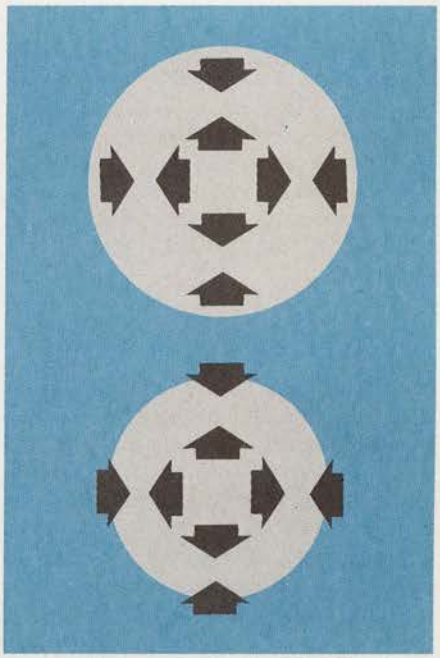


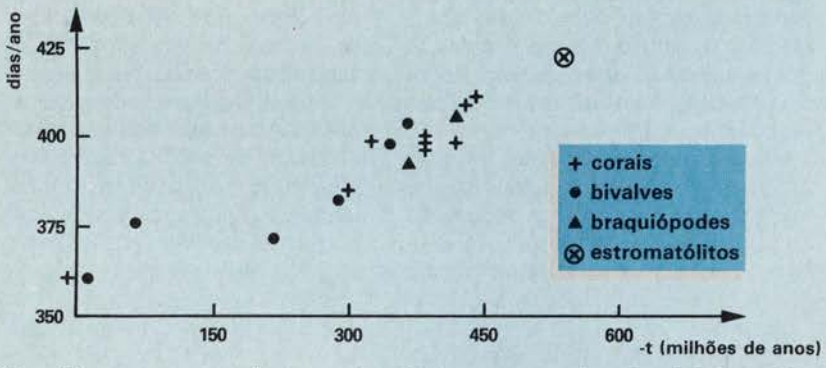
FIGURA 4. Mudanças em raios planetários. Num planeta, a força da gravidade e a pressão do material estão exatamente equilibradas. Se o valor da constante gravitacional G_N diminui, a pressão interna sobe e o planeta incha. O planeta se contrai quando o valor de G_N aumenta.

As rugas dos fósseis

Biólogos e fisiologistas já sabem há muito tempo que os seres vivos possuem diferentes *relógios biológicos internos:* circuitos fisiológicos que oscilam periodicamente. As batidas do coração dos vertebrados é o exemplo mais conhecido, mas também existem fenômenos com outros períodos. Entretanto, nenhum desses relógios biológicos tem a precisão necessária para nos permitir o estudo de uma variação das constantes fundamentais. O ritmo cardíaco de qualquer um de nós muda quando desempenhamos uma atividade física, quando temos um exame ou um compromisso. Para detectar uma variação razoável das constantes fundamentais, seria necessário observar o ritmo cardíaco de uma pessoa que vivesse durante milhões de anos, isto é, muito mais que os 969 anos de Matusalém. Porém, se há mais de um relógio biológico de uma espécie, e se estes estão sincronizados com alguns dos relógios astronômicos, existe a possibilidade de utilizá-los com a finalidade de determinar algumas daquelas variações.

O geólogo britânico J.W. Wells observou que muitos fósseis têm em sua superfície marcas de crescimento, pequenas rugas como as que podemos perceber na concha de uma amêijoa recolhida na praia. Acontece que o roçar das marés foi freando lentamente a rotação da Terra desde o começo do registro fóssil, enquanto a duração do ano essencialmente não se alterou. No passado, o ano tinha mais de 365 dias; por exemplo, há 400 milhões de anos (no começo do período Devoniano), o ano tinha uns 400 dias. Se pudéssemos encontrar dois tipos diferentes de marcas de crescimento, uma que registrasse o dia e outra que registrasse o ano, seria possível contar quantos dias tinha um ano na era geológica na qual o fóssil estava vivo e determinar sua idade geológica, supondo que se conheça o ritmo de freamento da rotação da Terra.

Wells encontrou, baseando-se nos dados do geólogo japonês T.Y.H. Ma, estes dois tipos de marcas de crescimento, tanto em corais modernos (da ordem *Scleractinia*) como em corais fósseis (da ordem *Rugosa*). Estes corais crescem sobre uma coluna calcária, cuja superfície mostra finas rugas (as marcas diárias), superpostas a suaves ondulações (as marcas anuais). Segundo Wells, os corais modernos apresentaram umas 360 rugas em cada ondulação, enquanto os corais do Devoniano apresentavam umas 395, em excelente acordo com a hipótese mencionada sobre a duração do dia naquela época.



Calendário geológico que representa graficamente o número de dias em um ano, ao longo do período Fanerozóico, obtido com o estudo de diferentes conchas fósseis.

FOTO ANDRES BARRAGAO

Um relógio biológico. A concha deste exemplar de *Pecten nobilis* mostra as marcas de crescimento características, a partir das quais é possível calcular a duração do dia no passado (coleção privada).

Investigações posteriores mostraram que outros grupos taxonômicos (moluscos, bivalves e cefalópodes, braquiópodes e estromatólitos) também apresentavam em suas conchas marcas de crescimento diário, mensal e anual. Estas marcas de crescimento parecem estar controladas por fenômenos astronômicos: em particular, as marcas diárias são controladas pelo ciclo dia-noite (nos corais) ou pelo fluxo e refluxo da maré (nos bivalves). Por sua vez, as faixas de crescimento mensal estariam relacionadas com o ciclo de marés cheias e vazantes, e as anuais com o do verão e inverno. Estes relógios biológicos, ao que parece, atendem à condição de sincronia com os fenômenos astronômicos.

Lamentavelmente, também se descobriu que a variabilidade dos dados é maior do que a esperada, e que nosso conhecimento da órbita lunar no passado remoto não é tão bom quanto se acreditava. Tomando as devidas precauções, contudo, os relógios paleontológicos podem ser usados para estudar justamente a evolução da órbita lunar e, através dela, as marés antigas e a variação das constantes fundamentais, pois ambas produzem efeitos similares: o atraso relativo dos relógios terrestre, lunar e solar a que nos referimos em 'Quando os leigos observam melhor que os especialistas'.

longe de ser improvável. Por exemplo, da validade da relatividade geral deduz-se que, se a constante de Newton G_N varia, a massa dos corpos deve variar de modo a ocultar o efeito: a belíssima estrutura matemática da relatividade geral produz uma conspiração. Como as teorias de Kaluza-Klein e das supercordas têm estruturas matemáticas parecidas com a da relatividade geral, pode-se esperar por outras conspirações. A única maneira de evitar seus efeitos é estudar muitos fenômenos distintos, nos quais algumas constantes fundamentais predominem sobre as outras. Por exemplo, se quisermos estudar a variação de G_N, devemos buscar algum experimento não gravitacional que garanta que a massa dos corpos não varie. Ambos os fenômenos devem ser estudados, além disso, no mesmo contexto teórico, para evitar ambigüidades em sua interpretação.

A forma mais eficiente de comparar um grupo de teorias com o experimento é desenvolver um *modelo fenomenológico*, isto é, uma teoria mais simples que as originais, porém que descreva corretamente o que elas prevêem para um grupo de experimentos. A *hipótese adiabática*, introduzida pelos autores deste artigo, permite desenvolver um modelo fenomenológico apropriado para tratar as previsões de teorias como a das supercordas ou de Kaluza-Klein. Essencialmente, a hipótese adiabática afirma que a variação das constantes universais não modifica a estrutura das leis da física que regem o mundo efetivo de três dimensões em que vivemos. Podemos usar, portanto, toda a estrutura teórica desenvolvida pelos mestres (Newton, Maxwell, Einstein, Dirac...) para calcular os efeitos de uma variação de todas as constantes fundamentais, por exemplo, sobre o raio do planeta. Desta forma, pela escolha cuidadosa de um grupo amplo de experimentos, será possível excluir a possibilidade de uma

Pênaltis fósseis

Imagine, leitor, que você está apreciando um clássico de futebol e que o juiz acaba de marcar um pênalti a favor de sua equipe favorita. Nesse momento, provavelmente você está desejando que a baliza do adversário se expanda até atingir o tamanho do arco-íris; mas se o pênalti fosse contra, desejaria que ela se contraísse até chegar ao tamanho de um micróbio. Estas coisas, que não acontecem no mundo das dimensões humanas, são produzidas no mundo das dimensões atômicas e subatômicas.

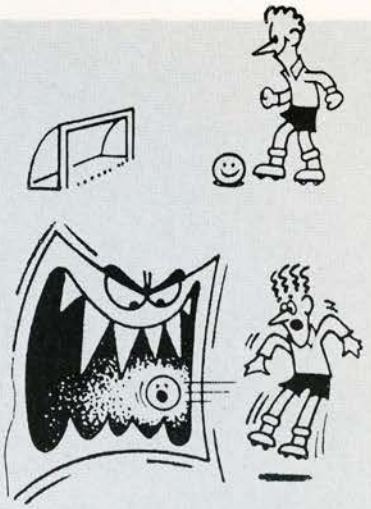
O homem disputa pênaltis com a natureza quando elabora reações químicas ou nucleares. Uma reação química consiste numa sucessão de choques entre átomos ou moléculas, e cada choque se parece com um pênalti: o jogador (o homem ou a natureza) pode acertá-lo (e neste caso a reação química se produz), ou errar. O mesmo acontece com as reações nucleares, exceto que se trata de choques entre um núcleo atômico (a baliza) e um objeto chamado de projétil, geralmente uma partícula elementar carregada (a bola). Neste caso, há um excelente goleiro: a repulsão eletrostática entre o projétil e o núcleo. Para acertar o pênalti é necessário dar grande energia à bola ('fusilar o goleiro'), e isto se consegue com dispendiosos aceleradores de partículas. Existe uma exceção importante: os nêutrons, que são partículas elementares sem carga elétrica e, portanto, batem o pênalti sem goleiro. Sua capacidade de produzir reações nucleares depende apenas do alvo, que os físicos chamam de *secção eficaz nuclear de captura*. Esta capacidade de jogar sem goleiro é aproveitada pelos reatores nucleares para produzir energia.

Nas reações nucleares produzidas por nêutrons aparece um fenômeno chamado *ressonância*: alguns núcleos mostram uma avidez enorme por nêutrons de energias bem definidas, em geral muito menores do que a energia nuclear típica. Usemos uma comparação diferente: o núcleo atua como se fosse um monstro disfarçado, capaz de se inchar milhões de vezes para alcançar e comer essas bolas tão saborosas, mesmo quando elas não passam muito perto. O castigo para esses monstros é imediato: ao capturar o nêutron, transformam-se em um isótopo de material diferente, em geral inerte diante do nêutron. O homem utiliza esses isótopos como segurança para os reatores nucleares; se ocorrer algum acidente no reator, barras de metal ávidas por nêutrons são introduzidas em seu coração, devorando o excesso de nêutrons e eliminando o perigo.

Há cerca de dois bilhões de anos um reator nuclear natural funcionava nos depósitos de minério de urânio de Oklo, no Gabão. Uma análise multidisciplinar de dados geológicos, químicos e nucleares permitiu reconstruir suas condições de operação. Também foram avaliadas as antigas secções eficazes de captura de fósseis, isto é, exatamente como eram há dois bilhões de anos. Ocorre que a temperatura de operação do reator era tal que os nêutrons tinham a energia necessária para serem devorados por alguns isótopos 'monstros', tais como o ^{149}Sm (Samário-149). Assim eles fizeram e, como todos os malvados, desapareceram do minério de Oklo, transformando-se em tranqüilos isótopos. Este desaparecimento dos monstros, junto com os dados de operação do reator, podem ser usados para demonstrar (como fez o físico soviético A.I. Shlyakhter) que a secção eficaz fóssil do ^{149}Sm era quase idêntica à atual. O mesmo ocorre com outros isótopos ávidos de nêutrons.

Os resultados anteriores podem ser usados para acompanhar a variação temporal das constantes fundamentais. Porém as energias dos estados ressonantes foram tão bem definidas que uma ínfima mudança de seu valor produz uma alteração enorme na secção eficaz. Também ocorre que estas energias são muito sensíveis a uma mudança em algumas das constantes fundamentais, em particular na carga do elétron. Em conseqüência, uma mudança no valor da carga do elétron produziria uma alteração um milhão de vezes maior no valor da secção eficaz. Desta forma, se encontra o mais preciso de todos os limites à variação temporal das constantes fundamentais. Não deixa de ser irônico que a natureza tenha realizado este experimento um bilhão de anos antes da aparição de fósseis sobre a Terra.

Uma última lição pode ser extraída da análise deste reator natural. A teoria nos diz que, neste caso, há uma curiosa conspiração entre diferentes constantes, ocultando o efeito (a apresentação original de Shlyakhter não levou este fato em conta): na realidade, só se obtêm limites para a variação de uma combinação da carga do elétron com outras constantes. Apesar disto, as cotas sobre a variação das constantes individuais só podem ser determinadas por meio da análise (como a que os autores fizeram) dos 'pênaltis fósseis' em combinação com outros experimentos cuja precisão é muito menor.



Absorção de um nêutron ressonante. O núcleo atômico constitui um alvo pequeno para os nêutrons com energias normais (à esquerda), porém para aqueles com certas energias excepcionais, pelos quais é muito ávido, funciona como se sua superfície fosse imensa.

conspiração entre as constantes fundamentais.

A tabela 2 mostra o conjunto dos experimentos analisados. O mais notável nesta tabela é seu caráter multidisciplinar, já que ela inclui fenômenos geológicos, astronômicos, paleontológicos e físicos. A análise de cada um desses fenômenos exige um conhecimento profundo de algum ramo da ciência, e eventualmente de vários ramos. A tarefa seria impossível se não fossem duas circunstâncias: a excelente apresentação, por parte dos respectivos especialistas, dos resultados experimentais (que em muitos casos inclui uma comparação com teorias em voga) e a simplificação introduzida pela hipótese adiabática.

Cada um dos dados da tabela deu um *resultado nulo:* o efeito da variação de todas as constantes fundamentais é cancelado para este experimento em particular. Os poucos casos em que se detectaram variações das constantes fundamentais podiam ser atribuídos a erros muito sutis.

Na tabela 1 são dadas as cotas superiores de variação das constantes fundamentais que se expressam em unidades do ritmo de Hubble, quer dizer, da expansão do universo. Como se pode ver, as cotas indicadas são muito pequenas. Porém os ritmos de variação esperados das constantes fundamentais são da ordem do ritmo de Hubble. Nosso trabalho mostra que os ritmos de variação reais, se existem, devem ser muito menores: até cem mil vezes, para quantidades como a carga do elétron.

Ciência em dia

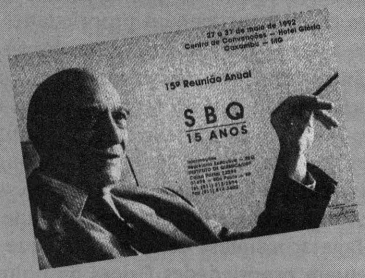
A CONSOLIDAÇÃO DA QUÍMICA BRASILEIRA.....1

XV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química

A MAIORIDADE DA SBBq.....7

XXI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular

A CONSOLIDAÇÃO DA QUÍMICA BRASILEIRA



Ao avaliar a 15ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), realizada em Caxambu (MG), de 27 a 31 de maio passado, o professor Fernando Galembeck (Unicamp), ex-presidente da Sociedade e um dos mais respeitados químicos do país, fez uma brincadeira que expressa a magnitude do evento: "Se um marciano descesse à Terra interessado em conhecer os 100 melhores químicos brasileiros, ele certamente encontraria ao menos 80 deles se viesse a esse encontro".

"Isso é muito importante", arrematou o professor,"pois mostra o prestígio da reunião e possibilita ao público jovem acesso a trabalhos de pesquisadores experientes". Num momento em que o país vive uma de suas mais agudas crises de desânimo, Galembeck não se mostra, pelo menos no âmbito da química brasileira, cético ou pessimista: "Assiste-se aqui ao amadurecimento da área, à descentralização dos grupos de pesquisa, ao renascimento da química de Curitiba, à consolidação dos grupos de Pernambuco e o que é melhor: ao preenchimento de vazios de certas áreas de pesquisa". Apesar desses elogios, sobraram críticas não menos eloqüentes, que ele dirigiu à reduzida participação de profissionais de empresas do ramo da química e à má qualidade de boa parte dos trabalhos apresentados sob a forma de *poster*.

Se é possível falar sobre o tema que dominou essa reunião — em que tomou posse a nova diretoria da Sociedade, presidida pelo professor Marco Aurélio De Paoli (Unicamp) —, talvez o destaque deva ser dado à área de química inorgânica, que realizou, juntamente com a reunião da SBQ, o seu VI simpósio. Sobressaíram-se pesquisas relativas aos compostos organometálicos e a modelos de catálise, de grande interesse para a indústria química. Os modelos de catálise, além de terem sido tema de diversos trabalhos, foram exaustivamente tratados nas conferências *'Recent developments in material simulations'*, do professor norte-americano William A. Goddard, e *'Computation modelling of transition metal catalysts'*, do químico holandês R.A. van Santen, que trabalha nos laboratórios da Shell norte-americana. As ligações múltiplas metal-metal e as ligações carbono-fósforo foram tratadas respectivamente nas conferências dos pesquisadores ingleses Malcolm H. Chisholm e John F. Nixon, apresentadas a seguir sob a forma de entrevista. Segue-se, também no mesmo formato, a síntese das idéias apresentadas pelo professor Fernando Galembeck e pelo cristalógrafo italiano Dario Braga nas conferências 'As leis da forma' e *'Dynamic processes in crystalline organometallic complexes'*. Sob a forma de notas, destacamos também alguns dos quase mil trabalhos apresentados ao longo do encontro, que contou com a presença de cerca de 1.500 participantes e prestou justa homenagem ao professor Simão Mathias — falecido em 25.08.1991 —, um dos quatro alunos da primeira turma da Escola de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Mathias foi o primeiro doutorando em ciências da faculdade e o criador do primeiro laboratório de físico-química do país, que serviu para a formação de gerações de pesquisadores.

As ligações múltiplas metal-metal

Nascido em Bombaim, Índia, no final da Segunda Guerra, o professor Malcolm H. Chisholm foi educado na Inglaterra. No Queen Mary College, da Universidade de Londres, graduou-se em química e obteve seu PhD. A partir de 1972, passou a trabalhar nos EUA, inicialmente na Universidade de Princeton e em seguida na Universidade de Indiana, onde se encontra até hoje e da qual é Distinguished Professor of Chemistry. O professor Chisholm é considerado hoje uma das maiores autoridades no estudo das ligações múltiplas metal-metal, envolvidas na clivagem de ligações triplas CO, CC e CN, na síntese de compostos orgânicos e de polímeros metalo-orgânicos, entre outras aplicações. É sobre esse tema que ele falou à *Ciência Hoje.*

— Quando o senhor começou a se interessar pelas ligações metal-metal?

— Em 1972, por considerar que compostos com dois átomos metálicos deveriam se comportar de modo diferente dos que continham apenas um. Compostos de dimolibdênio e ditungstênio, por exemplo, deveriam apresentar uma química diferente da química desses metais isoladamente.

— Que ligantes o senhor usa para estudar essas ligações?

— Muitos tipos de ligantes: carboxilatos, alcóxidos, amidas. Escolho aqueles que são úteis à química que eu desejo investigar.

— Em que áreas da química as ligações múltiplas metal-metal estão envolvidas?

— Compostos com ligações múltiplas metal-metal contêm um reservatório de elétrons e freqüentemente são capazes de usá-los para a redução multieletrônica de ligantes, ou seja, redução de ligantes por quatro, seis ou mesmo oito elétrons. É possível reduzir a molécula de dinitrogênio a nitreto em um processo envolvendo seis elétrons. Ainda não fizemos essa reação, mas já conseguimos reduzir moléculas como monóxido de carbono, acetileno ou nitrilas orgânicas com a clivagem da ligação tripla carbono-oxigênio, carbono-carbono e carbono-nitrogênio, produzindo a ligação tripla metal-carbono ou metal-nitrogênio. Esse tipo de reação não pode ser feito usando-se um único metal. A clivagem da ligação CO tem interesse porque a reação do monóxido de carbono com o hidrogênio está diretamente envolvida na produção da gasolina.

— Então a ligação tripla metal-metal funciona como uma fonte de elétrons?

— Sim, como um reservatório de elétrons. Os dois metais funcionam como um molde e juntos podem ligar-se a um substrato. A redução de uma cetona, por exemplo, pode ocorrer dando um ligante alquilideno e um ligante oxo – . Normalmente um único metal não consegue fazer isso. Uma das aplicações disso é certamente a preparação de compostos orgânicos.

— O que o senhor tem a dizer sobre o papel de compostos de dimolibdênio e ditungstênio na síntese estereoespecífica de compostos orgânicos?

— Essa é uma área que ainda está sendo desenvolvida. Do que já foi feito, sabe-se que podemos observar várias etapas de formação de ligações carbono-carbono pelo acoplamento de ligantes. O próximo passo será procurar um centro bimetálico opticamente ativo, através do qual se possa controlar a estereoquímica da formação da ligação C-C. Assim, podemos planejar a obtenção seletiva de um isômero óptico.

— O senhor já investigou a existência de ligações múltiplas entre metais de não-transição?

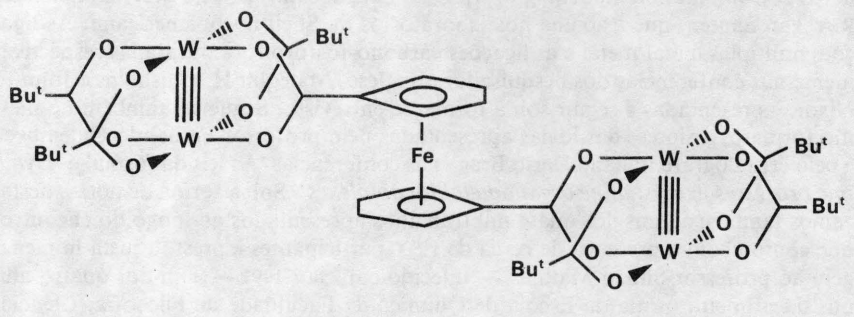
— Já unimos metais de não-transição e os acoplamos às nossas ligações múltiplas metal-metal. A cadeia mais longa que obtivemos envolve oito átomos de estanho e duas ligações triplas metal-metal. Fizemos também compostos com ligações múltiplas metal-metal e átomos de fósforo num arranjo tetraédrico contendo dois átomos metálicos e dois átomos de fósforo; ou um átomo metálico e três átomos de fósforo; ou ainda três átomos metálicos e um de fósforo. A próxima etapa seria a obtenção, pela primeira vez, de uma ligação tripla metal-fósforo.

— O senhor tem-se interessado também pela química supramolecular?

— Estamos interessados em desenvolver uma química supramolecular envolvendo ligações múltiplas metal-metal. É fascinante preparar polímeros metalo-orgânicos de longas cadeias metálicas. Estamos sintetizando atualmente compostos de cadeias bidimensionais desse tipo.

— Quais seriam as aplicações dos polímeros metalo-orgânicos?

— No momento não posso prever a aplicação imediata, mas é de se esperar que esses compostos tenham propriedades interessantes por conter grupos funcionais inorgânicos altamente anisotrópicos. As características da ligação múltipla metal-metal ao longo do eixo intermetálico são diferentes daquelas que se observam ao longo do eixo perpendicular à ligação. O interesse por esses sistemas reside na possibilidade de se planejar a síntese de compostos que apresentem propriedades físicas de polímeros orgânicos e inorgânicos. A síntese de um composto com tal característica pode levar à produção de filmes, fibras etc. É possível manter uma peculiaridade inorgânica, que poderia ser uma propriedade de interação recíproca, em que uma unidade metálica interage com a outra. Ou as unidades metálicas poderiam ser isoladas. Em ambos os casos, pode-se pensar em aplicações. Se todos os metais se comunicam, podemos imaginar propriedades magnéticas interessantes, como as interações ferro e ferrimagnéticas, condução em polímeros, fios unidimensionais. Se os átomos metálicos podem ser isolados, é possível pensar em armazenamento de carga e utilização do sistema



Produto do acoplamento entre o 1, 1'-ferrocenodicarboxilato e duas unidades diméricas de t-butilcarboxilato de tungstênio (W) contendo ligações quádruplas intermetálicas.

EXTRAÍDO DE *JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY*, VOL. 113, P. 8709-24, 1991.

em reações de oxi-redução. Se as unidades individuais não se comunicam uma com a outra, é possível imaginar algo como uma bateria.

— Que impressão o senhor teve da 15ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química?

— O Brasil tem uma comunidade de pesquisadores de química muito ativa, e o que mais me impressionou foi o grande envolvimento de estudantes de graduação neste encontro. Pelo que pude entender dos *posters* apresentados, as modernas e mais importantes áreas de pesquisa estão sendo investigadas. Sei que o país está sofrendo com problemas financeiros e que há carência de equipamentos, o que certamente dificulta o trabalho dos pesquisadores. Mas percebo que os químicos brasileiros têm uma atitude muito saudável ao procurar superar seus problemas.

Alguns conceitos

Organometálicos. São compostos em que os átomos de carbono dos grupos orgânicos estão ligados a átomos metálicos. Esse conceito, no entanto, não é rigoroso, pois as carbonilas metálicas, por exemplo, são consideradas compostos organometálicos, apesar de o monóxido de carbono (CO) não ser um ligante orgânico típico. Da mesma forma, derivados orgânicos de fósforo, enxofre e selênio estão no limite da química de organometálicos, embora esses elementos apresentem características de não-metais.

Clusters. Chamam-se *clusters* ('aglomerados', em português) compostos do tipo gaiola de estrutura poliédrica, em que cada átomo metálico está ligado a pelo menos dois outros. Alguns *clusters* contêm apenas metais, e, naqueles de metais de transição, o átomo metálico está também rodeado de ligantes como haletos, hidretos ou moléculas de CO.

Catalisadores/Catálise. Catalisador é uma substância que faz aumentar a velocidade de uma reação sem ser consumido durante o processo. A catálise é dita homogênea se o catalisador e os reagentes estão presentes na mesma fase, líquida ou gasosa. Na catálise heterogênea, o catalisador e os reagentes encontram-se em fases distintas: normalmente, os catalisadores heterogêneos são sólidos e os reagentes, líquidos ou gases.

As ligações carbono-fósforo

Acreditava-se, até bem pouco tempo, que as ligações múltiplas só ocorriam em compostos moleculares envolvendo elementos do segundo período da tabela periódica, como por exemplo O_2, N_2, CO, NO. O professor John F. Nixon — titular de química inorgânica da Escola de Química e Ciências Moleculares da Universidade de Sussex, na Inglaterra — foi um dos primeiros pesquisadores a desmistificar essa idéia, realizando a síntese de compostos contendo ligações duplas e triplas carbono-fósforo (fosfa-alquenos e fosfa-alquinos). A seguir, ele fala dos aspectos mais relevantes desse trabalho, que teve enorme impacto na química orgânica, inorgânica, organometálica e na formação de *clusters*.

— Quando o senhor começou a se interessar pela química do fósforo?

— Durante meu estágio de pós-doutoramento com o professor Berg, na Universidade do Sul da Califórnia (EUA), por volta de 1960. Ao voltar para Cambridge, na Inglaterra, continuei trabalhando nesse tema. Antes de me interessar pelos compostos de fósforo, trabalhei com compostos de nióbio e tântalo na Universidade de Manchester, na Inglaterra.

— O senhor foi um dos primeiros químicos a se interessar pelos fosfa-alquinos, não é?

— Sim, sou um dos pioneiros nesse campo. Comecei a trabalhar com esses compostos em 1976, procurando moléculas especialmente inusitadas, que acreditávamos fossem instáveis. Conseguimos sintetizar fosfa-alquinos por pirólise de halogenofosfanos a 900°C, com eliminação de haletos de hidrogênio, e os estudamos por espectroscopia.

— Dos compostos que sintetizou mais recentemente, quais o senhor destacaria?

— Três deles merecem especial atenção: há compostos do tipo ferroceno, nos quais até seis átomos de carbono são substituídos por fósforo. Fizemos também complexos de ciclobutadieno contendo fósforo. Há ainda vários compostos de fósforo do tipo gaiola sem metal, entre os quais o tetrâmero (cubano) e o pentâmero formados por unidades estruturais do tipo butilfosfa-alquino. Aliás, deve ser possível sintetizar toda uma família de compostos mistos de carbono-fósforo.

— Qual a importância desses compostos?

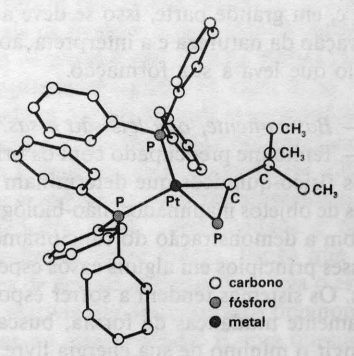
— Parece que podemos rever a química dos organometálicos, que já nos é familiar há 30 anos, substituindo alguns ou mesmo todos os átomos de carbono por átomos de fósforo. Pode-se, assim, reestudar análogos fosforados dos compostos organometálicos convencionais que não têm ação catalítica. Naturalmente, há ainda a vantagem de o fósforo ter um par de elétrons livres, o que confere aos compostos fosforados novas possibilidades de ligação, como por exemplo as dos fosfaferrocenos com outros metais.

— O senhor já testou a ação catalítica desses novos compostos fosforados em reações específicas?

— Não, porque esses compostos ainda não foram suficientemente desenvolvidos para essa finalidade. Mas temos planos de sintetizar complexos de ródio com ligantes fosforados de estruturas muito grandes e testá-los em reações de hidrogenação assimétrica, onde poderiam ter ação catalítica.

— O senhor tem-se interessado também pelo estudo de clusters?

— Temos interesse em desenvolver *clusters* contendo fósforo, carbono e metais e compreender os mecanismos envolvidos na sua formação.

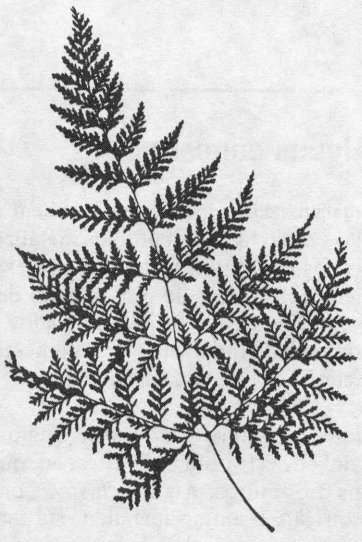


Primeiro complexo de metal de transição contendo um fosfa-alquino.

EXTRAÍDA DE *ENDEAVOUR, NEW SERIES*, VOL. 15, nº 2, 1991.

— Como tem sido o intercâmbio entre o seu grupo de pesquisa e grupos de químicos inorgânicos brasileiros?

— Há alguns anos o professor Murrell, um de meus colegas, esteve em Belo Horizonte e iniciou contatos com o Departamento de Química da UFMG. Recebi um estudante de doutoramento e outro de pós-doutoramento. A partir de 1990, passei a integrar um projeto de intercâmbio financiado pelo CNPq, que tem propiciado a ida de outros estudantes para Sussex. Temos também ligações com pesquisadores da área de química inorgânica da Unicamp. Em alguns casos, a interação com grupos brasileiros já mostra resultados bastante desenvolvidos.



Muitas formas podem ser modeladas por fractais, tais como linhas costeiras, rochas porosas, nuvens, folhas e plantas muito ramificadas etc.

A forma e suas leis

Os cientistas se dedicam a problemas cada vez mais complexos e não raro acabam contribuindo para a solução de problemas crônicos. Observar a forma de objetos inanimados e tentar compreendê-los, por exemplo, pode parecer algo puramente acadêmico, sem qualquer conexão com os fatos do cotidiano. Em sua conferência 'As leis da forma', proferida na cerimônia de abertura da reunião, o professor Fernando Galembeck mostrou que o fosso que separa ciência básica de ciência aplicada pode ser muito menos profundo do que se imagina. Sob a forma de entrevista, apresentamos a seguir algumas das passagens mais relevantes de sua exposição.

— Por que o senhor escolheu o tema 'As leis da forma' para abrir os trabalhos da 15ª reunião anual da SBQ?

— Um grande desafio para muitos pesquisadores hoje é a criação de microestruturas e nanoestruturas, de dimensões de alguns poucos átomos; o limite da matéria, portanto. Essas estruturas estão sendo criadas e, em grande parte, isso se deve à observação da natureza e à interpretação daquilo que leva à sua formação.

— Basicamente, que leis são essas?

— Tenho me preocupado com os princípios físico-químicos que determinam formas de objetos inanimados, não-biológicos, e com a demonstração do funcionamento desses princípios em alguns casos específicos. Os sistemas tendem a sofrer espontaneamente mudanças de forma, buscando atingir o mínimo de sua energia livre. Em um número muito grande de casos, isso significa que o sistema procura criar dentro de si formas arredondadas. Por exemplo, normalmente vemos a água em formas esféricas, que reduzem a área do líquido em contato com a atmosfera. Já os sólidos, em razão da mobilidade muito baixa de seus átomos e moléculas, têm maior dificuldade para atingir formas curvas. Eles tendem a buscar esse tipo de forma, mas o fazem muito lentamente. Quando os sistemas caminham para um estado de equilíbrio, podemos observar comportamentos muito interessantes, distinguindo-se dois regimes de transformação característicos: um linear e um não-linear.

— Em que consistem esses regimes?

— Quando algo que está sendo transportado — um fluxo de calor, de massa ou líquido, por exemplo — é diretamente proporcional à força que provoca o transporte, estamos diante de um regime linear. Por outro lado, quando a entidade que está sendo transportada é uma função não-linear da força que impele, temos um regime não-linear. O regime linear não é muito interessante do ponto de vista prático: por não levar à formação de novas estruturas, não permite a criação de formas. Já no regime não-linear, que ocorre quando os sistemas estão bastante afastados do equilíbrio, observamos a criação de formas.

— O senhor poderia explicar como o desenvolvimento da geometria fractal contribuiu para o tratamento das idéias relativas à gênese das formas?

— A geometria fractal trouxe enorme contribuição para o desenvolvimento das idéias relativas à gênese e à estabilidade das formas. A geometria fractal é a geometria de objetos que têm uma propriedade que chamamos de simetria de escala. Um objeto visto num certo grau de aumento é igual a um seu pedaço visto num aumento maior. Bom exemplo disso é a couve-flor, o fractal-paradigma melhor que temos. Na década de 1980, pesquisadores de físico-química e de matéria condensada perceberam que muitos sólidos que estudavam eram praticamente impossíveis de serem descritos com o auxílio da geometria euclidiana. Mas sua descrição tornou-se viável com o advento da geometria fractal, que provocou uma revolução em muitos campos da ciência e da técnica. Coisas aparentemente intratáveis do ponto de vista da descrição de suas formas puderam finalmente ser enfrentadas.

— Do ponto de vista aplicado, o que isso propiciou?

— Hoje, por exemplo, coisas como coagulação e floculação de partículas, tal como se observa numa estação de tratamento de águas e esgoto, ou algo como a natureza da superfície de um catalisador, de enorme importância para a indústria química e petroquímica — que antes pareciam intratáveis, inadequadas a tratamentos científicos —, estão sendo tratadas como fractais. Vivemos uma fase muito interessante no que diz respeito à morfologia e à morfogênese de sólidos inanimados. De um lado o arcabouço teórico aumentou muito, de outro houve aperfeiçoamentos consideráveis e surgiram instrumentos fantásticos para estudos de morfologia: novos tipos de microscópios ópticos e eletrônicos e o microscópio de tunelamento. Podemos então ver muito mais e temos idéias e princípios gerais que nos permitem compreender o que vemos. O passo seguinte será usar essa informação para planejar formas, criar estruturas previamente determinadas e adequadas a exercer funções específicas. Dada a função de uma estrutura, podemos saber como ela deve ser. O problema agora é construir essas estruturas. No plano macroscópico, a construção de estruturas envolve usinagem, mecânica, moldagem, fundição etc. No plano microscópico, mais delicado, essas técnicas mecânicas já não funcionam bem. Como disse, um grande desafio para a ciência contemporânea é criar estruturas que representem o limite da matéria.

— O senhor poderia dar um exemplo de estrutura previamente criada para desempenhar uma função específica?

— No começo do século as membranas

eram mais ou menos uma curiosidade, mas hoje sua aplicação é comum em muitos campos, seja numa sala de hemodiálise, em unidades de dessalinização de água, em estações de tratamento de efluentes industriais ou na indústria de alimentos. As membranas existem para fazer separações. Com seu auxílio podemos, entre outras coisas, concentrar substâncias indesejáveis para eliminá-las mais facilmente, reduzindo a poluição. Para ter membranas com bom desempenho, precisamos efetivamente de duas coisas: filmes muito seletivos e muito finos, para que a susbstância que o atravesse faça o menor percurso possível no seu interior, chegando mais rapidamente do outro lado. O marco foi a descoberta, no início da década de 1970, das membranas assimétricas, que combinam essas duas propriedades e têm a forma necessária para a função que devem desempenhar. Novas aplicações surgem diariamente, e a meta agora baseia-se na compreensão de morfologias de sistemas biológicos dadas pela geometria fractal. Trata-se de desenvolver membranas fractais, ou seja, com um grau de ramificação extremamente fino, tal como ocorre nos capilares de nosso sistema circulatório. Esse é um sistema de alimentação e coleta extremamente eficiente que serve de inspiração para uma nova classe de membranas. Elas ainda não existem, mas são absolutamente viáveis. Procura-se hoje desenvolver membranas fractais, que provavelmente representam o limite fisicamente realizável de desempenho de estruturas que promovam separações.

Uma nova Cristalografia

O químico italiano Dario Braga, professor de química geral e inorgânica da Universidade de Bolonha (Itália), pertence a uma nova geração de cristalógrafos, que se dedica a estudar processos dinâmicos e interações entre moléculas no interior de um cristal. Com esse tipo de pesquisa, Braga pretende, como ele próprio define, desenvolver um projeto ambicioso: investigar como as moléculas se auto-reconhecem e se auto-organizam na rede cristalina, o que, muito possivelmente, seria um caminho rumo à engenharia molecular.

— Quais os principais tipos de compostos pelos quais o senhor se interessa hoje?

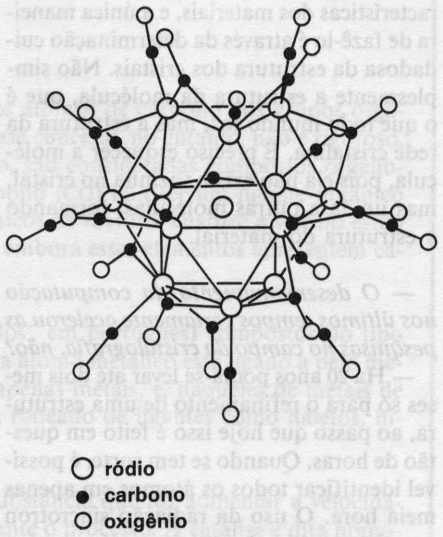
— Cerca de 80% de minha produção científica estão concentrados em complexos contendo poliedros de átomos metálicos, o que chamamos de *clusters*, principalmente dos subgrupos do ferro (ferro, rutênio e ósmio) e do cobalto (cobalto, ródio e irídio). Esses são os metais da tabela periódica que formam os compostos denominados carbonilas metálicas. No começo trabalhei com um grupo específico de *cluster*, que contém um carbono na cavidade, os *clusters* de carbeto. Outros sistemas interessantes que estudei são aqueles em que uma molécula orgânica, como por exemplo o benzeno, interage com um *cluster* metálico. Esses sistemas nos revelam como ocorrem as interações entre compostos orgânicos e superfícies metálicas. Mais recentemente comecei a trabalhar com compostos inorgânicos com um único átomo metálico.

— Qual o interesse dos clusters *metálicos?*

— A idéia original era utilizar os *clusters* como um sistema que apresentasse características comuns à catálise homogênea e heterogênea. O que fascinava os pesquisadores na época era a idéia de se obter uma peça de metal solúvel. Embora isso fosse algo fascinante, imediatamente após ficou claro que o que é necessário à catálise — a existência de uma superfície metálica disponível — é exatamente o oposto daquilo que se tem num *cluster*, onde os átomos metálicos estão rodeados de moléculas dos ligantes. Verificou-se, então, que os *clusters* têm pouca atividade catalítica. Por outro lado, esse estudo permitiu a aquisição de informações de caráter fundamental para a compreensão geral da química das interações metal-metal e metal-ligante. A investigação sobre o interesse catalítico desses compostos foi abandonada, mas recentemente surgiu o interesse por compostos de estruturas maiores que apresentassem propriedades físicas interessantes — como condutividade ou comportamento magnético —, intermediárias entre as de uma peça de metal e as de átomos metálicos dispersos em um colóide. Isso pode ter aplicações diferentes das que eram inicialmente esperadas.

— No caso de compostos mononucleares, com que ligantes o senhor trabalha?

— Com ligantes muito simples, porque moléculas simples contêm muitas informações. A técnica cristalográfica teve um expressivo desenvolvimento nos últimos anos, tornando fácil coletar dados em diferentes temperaturas e estudar seu efeito nas moléculas e cristais. Nesse caso, é importante o uso de sistemas simples; do contrário, o problema torna-se demasiadamente complexo. Quando se conhecem modelos menores, pode-se inferir o que ocorre em sistemas mais complicados. Meu interesse nos últimos tempos diz respeito a processos dinâmicos e interações intermoleculares dentro de um cristal. Essa é uma nova abordagem na cristalografia.



Estrutura molecular do *cluster* $Rh_{13}(CO)_{24}H_3^{-2}$.

EXTRAÍDA DE *INORGANIC CHEMISTRY - PRINCIPLES OF STRUCTURE AND REACTIVITY*, DE JAMES E. HUHEEY, EDITADO POR HARPER INTERNATIONAL SI EDITON.

— O senhor poderia explicar por que as indústrias têm interesse nesse tipo de pesquisa que o senhor desenvolve?

— As empresas investiram grandes somas na química dos *clusters*, na expectativa de que esses compostos tivessem atividade catalítica. Mas, como já disse, isso não se verificou. Essa foi também uma das razões por que eu próprio passei a investir menos nessa direção. Comecei então a investigar as propriedades de materiais sólidos, por acreditar que, compreendendo como as moléculas se auto-reconhecem e se auto-organizam na rede cristalina, é possível caminhar na direção da engenharia molecular. Por esse caminho, pode-se planejar a estrutura de uma molécula — definindo quais os ligantes e que tipo de coordenação — e obter não só uma molécula com propriedades químicas específicas, mas também um sólido com propriedades químicas e físicas desejadas. Há naturalmente um grande interesse da indústria química por materiais sólidos que apresentem propriedades como condutividade e óptica não-linear, entre outras. Penso que uma área de grande interesse hoje seja o estudo da reatividade de compostos organometálicos no estado sólido. É uma questão de se procurar reunir a grande reatividade desses compostos às propriedades de um sóli-

do. Precisamos conhecer exatamente as características dos materiais, e a única maneira de fazê-lo é através da determinação cuidadosa da estrutura dos cristais. Não simplesmente a estrutura da molécula, que é o que todo mundo faz, mas a estrutura da rede cristalina. É preciso esquecer a molécula, pois ela não existe sozinha no cristal, mas unida a outras moléculas, formando a estrutura do material.

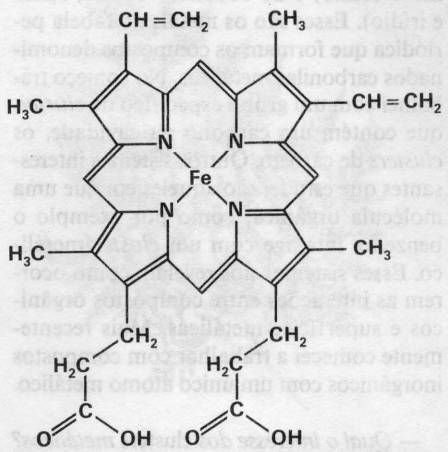
— O desenvolvimento da computação nos últimos tempos certamente acelerou as pesquisas no campo da cristalografia, não?

— Há 20 anos podia-se levar até dois meses só para o refinamento de uma estrutura, ao passo que hoje isso é feito em questão de horas. Quando se tem sorte, é possível identificar todos os átomos em apenas meia hora. O uso da radiação síncrotron permite a análise de espécies reativas, o que era impensável há dez anos, e de sistemas de grandes dimensões. O progresso da informática não só aumenta a rapidez na coleta dos dados, mas também garante maior precisão das medidas.

Química Bioinorgânica

As mais recentes linhas de pesquisa em química bioinorgânica desenvolvidas no país foram apresentadas na sessão coordenada pela professora Ana Maria da Costa Ferreira, do Instituto de Química da USP, de que participaram, além da coordenadora, os pesquisadores Elia Tfouni e Yassuko Yamamoto (USP/Ribeirão Preto), Ademir Neves (UFSC) e Henrique E. Toma (USP). Costa Ferreira abriu a sessão apresentando um estudo da cinética das reações do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) catalisadas pela hemina na presença do antimalárico cloroquina. Verificou-se, segundo ela, que a hemina tem grande afinidade pela cloroquina. Com esse trabalho, iniciado em 1988, em que se procura explicar a atividade de um dos mais potentes antimaláricos conhecidos, a pesquisadora mostrou que as ferriheminas, porfirinas de ferro (III), têm atividade catalásica e peroxidásica frente ao H_2O_2 em solução aquosa. O poder antimalárico da cloroquina se explicaria pela capacidade que tem essa droga de inibir o processo catalítico.

Na segunda comunicação apresentada, 'Incorporação de cobre à metalotioneína a partir do complexo de cobre (I) com glutationa reduzida', Costa Ferreira mostrou seus estudos *in vitro* relacionados ao metabolismo do cobre em mamíferos. As metalotioneínas são proteínas de baixo peso molecular que parecem desempenhar papel importante no transporte e armazenamento de metais essenciais como Cu (I) e Zn (II), além da agirem na desintoxicação por metais pesados, como o Cd (II). Segundo ela, a cobretioneína é capaz de transferir o cobre para outras proteínas, como por exemplo, a superoxidodismutase, uma enzima de proteção antioxidante, impedindo a formação de espécies reativas de oxigênio.



Hemina (ferriprotoporfirina IX).

Na exposição de seu trabalho sobre 'Síntese e caracterização do complexo polinuclear $[FeTPyP[Ru(BIPY)_2Cl]_4]^{4+}$, o professor Henrique E. Toma apresentou resultados — obtidos com a colaboração do pesquisador Koiti Araki, também da USP — das sínteses de porfirinas e metaloporfirinas derivadas da tetrapiridilporfirina por reação com compostos de coordenação. Um exemplo dado por Toma é a preparação do complexo polinuclear $[FeTPyP[Ru(BIPY)_2Cl]_4]^{4+}$, que apresentou intensa atividade catalítica para a redução de O_2. Esse estudo faz parte de um projeto de síntese de porfirinas polimetaladas pelo acoplamento de unidades foto ou redox-sensíveis. As porfirinas são obtidas a partir da variação dos metais periféricos e do metal central para a investigação do poder catalítico desses sistemas.

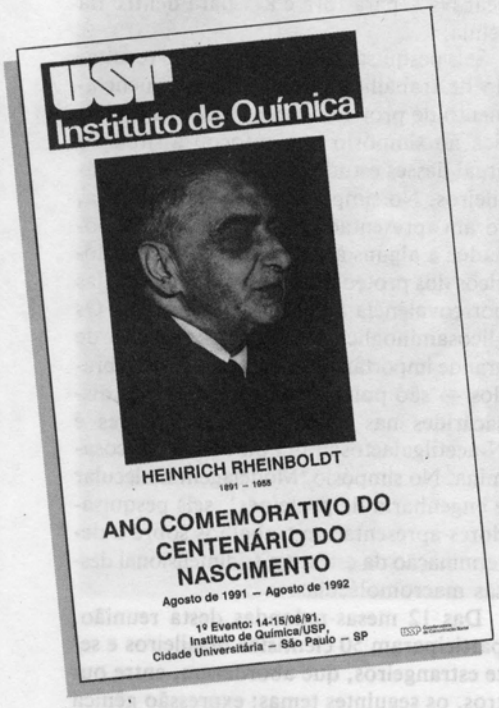
Modelagem molecular

Em sua conferência 'Recent developments in material simulations', o professor William A. Goddard, do Centro de Simulação de Materiais do Instituto Tecnológico da Califórnia (EUA), falou sobre a modelagem de supercondutores, materiais poliméricos e de catalisadores, em especial daqueles envolvidos em reações do tipo Ziegler-Natta, em que ocorre a polimerização do etileno. Com relação a supercondutores de alta temperatura, o professor Goddard discutiu a estabilidade de compostos do tipo Cn = 60, 70... e mostrou, com o auxílio de técnicas de modelagem molecular, como prever as propriedades supercondutoras de compostos do tipo K_4 e C_{60}. Também por meio de técnicas de modelagem molecular, o professor Goddard explicou a estereoespecificidade dos diferentes compostos utilizados em reações do tipo Ziegler-Natta e, a partir desse entendimento, como desenhar novos catalisadores com atividade específica.

Rheinboldt pensador

As origens da química no Brasil contemporâneo estão intimamente associadas ao professor alemão Heinrich Rheinboldt (1891-1955), um dos cinco educadores europeus convidados por Teodoro Ramos, no início dos anos 30, para integrar a recém-fundada Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Aqui chegando, Rheinboldt criaria o departamento de química da nova faculdade, tornando-se, não só em São Paulo mas em todo o Brasil, o primeiro professor a dedicar-se à pesquisa química de nível contemporâneo. Em homenagem a Rheinboldt, a SBQ promoveu um exaustivo simpósio sobre história e filosofia da química, coordenado pelos professores Ana Maria Goldfarb, José Atílio Vanin e Luiz M. Pitombo. Pitombo e Vanin, ambos da USP, se detiveram minuciosamente sobre a vida e a obra do cientista, pedagogo e historiador alemão. Vanin destacou os mais importantes dos 179 trabalhos que Rheinboldt publicou ao longo de sua vida, e Pitombo reuniu argumentos com vistas a elevá-lo à categoria de um autêntico pensador.

Nas duas sessões do Simpósio Rheinboldt, foram apresentadas, além das comunicações de Pitombo e Vanin, seis outros trabalhos. Márcia Ferraz (USP-Ribeirão Preto) destacou os trabalhos e estudos luso-brasileiros em química no período que vai da Reforma Pombalina da Universidade de Coimbra, realizada em 1722, e a independência do Brasil, em 1822. Ao discutir a química empírica no Brasil colonial, o professor Carlos Alberto L. Filgueiras (UFMG) buscou recuperar a obra do químico João Manso Pereira, que publicou, a partir de 1797, alguns títulos de química prática mui-



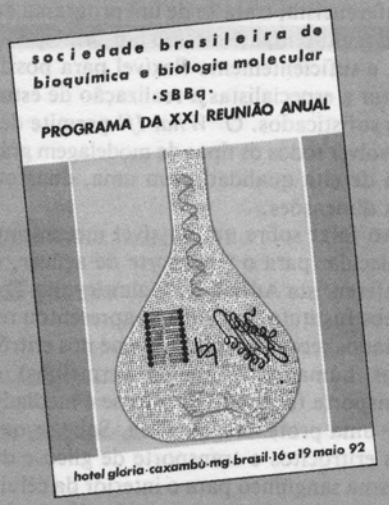
to pouco conhecidos hoje. Em sua comunicação, o professor Aécio Pereira Chagas (Unicamp) enfatizou a contribuição de Rheinboldt para o desenvolvimento de alguns aspectos didáticos e históricos das interações moleculares. Dando continuidade às suas vigorosas pesquisas sobre alquimia, a professora Ana Maria Goldfarb (PUC-SP) falou sobre o manuscrito 926 (Catálogo Deremburg - Escorial) e a teoria alquímica árabe entre os séculos IX e X. Maria Perasollo, do Departamento de História da USP, destacou o papel da alquimia no tratado farmacológico *Liber De Vinis*, de Arnaldo de Vilanova, e Maria Helena Roxo Beltran (PUC-SP) relacionou a história da química à história da arte. Paulo Alves Porto (PUC-SP) encerrou os trabalhos com uma comunicação sobre o gás e a filosofia química de J.B. van Helmont, cuja vida e obra, convém lembrar, foram o tema do primeiro artigo histórico de Heinrich Rheinboldt, publicado em 1917.

Pós-graduação em Química

'A falta de definição de uma política transparente de C&T no Brasil é responsável pelo baixo aproveitamento de titulados em química, seja no ensino superior ou na indústria', denunciou o estudante Marcelo Christoff, da Associação Nacional de Estudantes de Pós-Graduação, na mesa-redonda em que se discutiu o modelo de pós-graduação em química no Brasil. Para ele, o sucateamento dos novos profissionais da área só se estancará com o estabelecimento de uma política séria na área de C&T. Além dessa crítica genérica, Christoff assestou sua artilharia em direção às agências de fomento à pesquisa, colocando-se contrariamente ao chamado 'corte linear' de bolsas para estudantes de pós-graduação, e reivindicou direitos sociais aos pós-graduandos, tais como remuneração regular, cobertura em acidentes de trabalho e auxílio maternidade. Ao fazer uma breve história da pós-graduação no país após 1964, Raimundo Braz Filho, do Comitê Assessor de Química do CNPq, tratou de divulgar números: há 34 cursos de mestrado em química no país e 17 de doutorado, estando matriculados respectivamente 1.115 e 545 alunos, de acordo com dados apurados no final de 1991. Timothy J. Brocksom, da Capes, discutiu um modelo de pós-graduação para o futuro, em que necessariamente o aluno deverá se apresentar ao curso a partir de linhas de pesquisa pré-determinadas. Ele considerou alta a média de idade de 32 anos com que um aluno adquire o título de doutor em química no Brasil e defendeu a idéia de que os projetos para mestrado precisam ser simplificados. Segundo Brocksom, é necessário que se desfaça, de uma vez por todas, a confusão que há entre dissertação de mestrado e tese de doutoramento. Na platéia, houve quem se manifestasse contrariamente à idéia de se simplificarem os cursos de mestrado, reduzindo de 30 para 24 meses o tempo exigido pelas financiadoras para a obtenção do título. O professor Fernando Galembeck manifestou sua preocupação quanto à situação da pós-graduação no país. Para o químico da Unicamp, o quadro é hoje muito delicado não só no Brasil, pois, com o fim da URSS, mão-de-obra de boa qualidade tornou-se disponível, passando a competir com profissionais dos mais diversos centros de pesquisa do mundo. Para fazer frente a essa situação, é preciso, segundo ele, um enorme esforço de pesquisadores, professores e alunos para reduzir a aleatoriedade dos programas de pós-graduação e dar sentido às suas atividades profissionais.

COBERTURA DE **HELOÍSA DE OLIVEIRA BERALDO** (DEPARTAMENTO DE QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS) e **ROBERTO BARROS DE CARVALHO** *(CIÊNCIA HOJE*, BELO HORIZONTE)

A MAIORIDADE DA SBBq



Reação em cadeia da polimerase, programa de computador para modelagem molecular, mecanismo molecular para o transporte de açúcar e glicosilação estão entre os principais temas apresentados nas conferências da XXI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular (SBBq), que reuniu em Caxambu (MG), de 16 a 19 de maio, cerca de 1000 participantes, desde estudantes de graduação a renomados pesquisadores. Na reunião foram proferidas seis conferências, seis simpósios, 12 mesas-redondas e mais de 700 trabalhos sob a forma de painéis.

Na conferência de abertura da reunião, o pesquisador norte-americano Henri A. Erlich, do Roche Molecular Systems, falou sobre o passado, o presente e o futuro da reação em cadeia da polimerase (PCR), técnica que permite a amplificação de uma seqüência de ácido nucléico sem a necessidade de cloná-la. Reconhecido internacionalmente por seus trabalhos em biologia molecular, Erlich é um dos pioneiros na técnica PCR, lançada em 1987.

Na conferência '*What If*: um programa de computador para modelagem molecular', o cientista Gerrit Vriend, do European Molecular Biology Laboratory (Ale-

manha), apresentou o '*What If*', um programa em Fortran 77 desenvolvido para auxiliar os pesquisadores na determinação da estrutura tridimensional de macromoléculas, principalmente proteínas, e no desenvolvimento de novas drogas. Segundo o conferencista, trata-se de um programa de fácil manuseio, até mesmo por principiantes, e suficientemente flexível para possibilitar a especialistas a realização de estudos sofisticados. O '*What If*' permite desenvolver todos os tipos de modelagem gráfica de alta qualidade, em uma, duas ou três dimensões.

Ao falar sobre um possível mecanismo molecular para o transporte de açúcar, o conferencista Adrian R. Walmsley, do The Krebs Institute (Inglaterra), apresentou resultados recentes indicando que nos eritrócitos humanos (glóbulos vermelhos) o transporte facilitado de glicose é mediado por uma proteína específica. Sabe-se que nos eritrócitos o transporte de glicose do plasma sangüíneo para o interior da célula é realizado por um processo de difusão facilitada. Entretanto, o mecanismo para essa difusão ainda não é conhecido. Há evidências de que esse processo seja realizado por uma proteína transmembranal cuja identidade é ainda um assunto controverso: tanto pode ser uma glicoproteína quanto uma lipoproteína.

Na conferência 'Papel da glicosilação nas interações celulares com a matriz extracelular', R. Collin Hughes, do National Institute for Medical Research (Inglaterra), apresentou evidências, obtidas recentemente, sobre os mecanismos moleculares da glicosilação nos fenômenos adesivos celulares. Nos organismos multicelulares, como se sabe, a maioria das células está em contato e interação com uma complexa malha de macromoléculas extracelulares, a matriz extracelular. Moléculas adesivas da matriz extracelular — como fibronectina, laminina, colágenos, lectinas endógenas de mamíferos, e interaginas, uma classe de receptores da matriz extracelular — são glicoproteínas.

O conferencista Michio Oishi, da Universidade de Tóquio, falou sobre as possíveis aplicações da clonagem diferencial do ADN genômico, que permitirá, entre outras coisas, o estudo e a identificação de possíveis causas de uma variedade de fenômenos médicos e biológicos associados com alterações no ADN.

Na conferência 'Estrutura e biologia molecular do vírus da rubéola', o cientista Darrel T. Liu, da Food and Drug Administration (EUA), apresentou resultados

Descobriu-se um processo simples de atenuação do vírus da rubéola, com a possibilidade de usá-lo como vacina.

mostrando que o ADN do vírus da rubéola foi totalmente mapeado, possibilitando a descoberta de que a deleção de algumas bases no ADN do vírus selvagem (patogênico) o torna atenuado (não-patogênico), sem perder suas propriedades antigênicas. Descobriu-se, dessa forma, um processo simples de atenuação do vírus da rubéola, com a possibilidade de usá-lo como vacina.

Durante a reunião 21 cientistas estrangeiros e dez brasileiros participaram de seis simpósios. No que enfocou o tema 'Patologia molecular humana', cinco pesquisadores apresentaram resultados relacionados a doenças moleculares humanas, como a patologia do receptor androgênico humano, as distrofias musculares, as hemoglobinopatias e coagulopatias e as doenças de armazenamento lisosomal. Resultados atuais e importantes foram apresentados por cinco pesquisadores no simpósio sobre transdução de sinal, processo pelo qual um sinal químico externo desencadeia uma resposta metabólica intracelular. No simpósio que abordou a biologia molecular dos canais iônicos, foram apresentados quatro trabalhos sobre vários aspectos da biologia molecular de algumas dessas proteínas que funcionam como transportadores específicos. Sabe-se que a membrana plasmática, que envolve as células, é altamente impermeável a muitas moléculas polares. Para transportar essas moléculas para o interior ou para fora da célula, as membranas plasmáticas se utilizam de muitas proteínas transportadoras específicas. Algumas delas funcionam através de mudanças conformacionais induzidas pela hidrólise do ATP ou por ligação com íons, atuando como verdadeiras 'bombas' para transportar o soluto ligado. Uma das mais importantes é a Na^+ K^+ ATPase da membrana plasmática de todas as células animais, que usa a energia da hidrólise do ATP para bombear Na^+ para fora e K^+ para dentro da célula.

Seis pesquisadores analisaram o resultado de trabalhos referentes ao seqüenciamento de proteínas em escala microanalítica no simpósio que enfocou a situação atual desses estudos nos laboratórios brasileiros. No simpósio sobre glicobiologia, foram apresentados seis trabalhos relacionados a alguns aspectos dos papéis biológicos dos proteoglicanos, proteínas ligadas por covalência a glicosaminoglicanos. Os glicosaminoglicanos — polissacárides de grande importância estrutural nos vertebrados — são polímeros de unidades de dissacárides nas quais um dos açúcares é N-acetilgalactosamina ou N-acetilglicosamina. No simpósio 'Modelagem molecular e engenharia de proteínas', seis pesquisadores apresentaram trabalhos sobre a determinação da estrutura tridimensional dessas macromoléculas.

Das 12 mesas-redondas desta reunião, participaram 50 cientistas brasileiros e sete estrangeiros, que abordaram, entre outros, os seguintes temas: expressão gênica em helmintos, metabolismo de microorganismos eucarióticos, proteínas de sementes, biologia molecular de vírus, química de carboidratos no Brasil, bioquímica do choque térmico, desenvolvimento de vacinas, biologia molecular da fixação do nitrogênio e neurociências e comportamento.

Dando continuidade ao programa de valorização do jovem cientista brasileiro, iniciado na XX Reunião da SBBq, foram apresentadas três mesas-redondas denominadas 'Jovens Cientistas', compostas por pós-doutorandos recentemente regressados ao país, doutores recém-formados e estudantes de pós-graduação prestes a se doutorarem. Entre os veteranos, os bioquímicos Eline Silva Prado (EPM), Francisco José Lara (USP) e Marcos Luiz dos Mares-Guia (UFMG) foram homenageados como pesquisadores brasileiros notáveis, seja por seus trabalhos na área, seja pela capacidade de formar pesquisadores e por sua liderança científica. No encerramento da reunião, o professor Carlos Ribeiro Diniz (UFMG) coordenou o simpósio "A maioridade da SBBq", em que vários bioquímicos que contribuíram para o desenvolvimento da Sociedade contaram a história de seus primeiros anos.

AMINTAS FABIANO DE SOUZA FIGUEIREDO
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA E IMUNOLOGIA,
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

TABELA 2. Dados observacionais

Descrição	Ritmo de variação observado (10^{-11} anos^{-1})
Paleorraios planetários: $\dot{R}$ / R	
Mercúrio	$0,0 \pm 0,012$
Lua	$0,0 \pm 0,015$
Marte	$0,0 \pm 0,03$
Aceleração secular lunar: $\dot{n}$ / n	
Trânsitos de Mercúrio	$-15,0 \pm 1,2$
Eclipses antigos	$-17,3 \pm 1,8$
Ritmos de crescimento	$-14,2 \pm 2,4$
Telemetragem *laser* lunar	$-13,7 \pm 1,0$
Modelos de marés	$-15,2 \pm 3,0$
Satélites artificiais	$14,4 \pm 1,7$
Aceleração secular terrestre: $\dot{\Omega}$ / Ω	
Eclipses antigos	$-24,3 \pm 2,0$
Equinócios antigos	$-23,6 \pm 2,3$
Eclipses lunares antigos	$-20,6 \pm 2,6$
Ritmos de crescimento	$-22,5 \pm 1,0$
Dados orbitais da sonda espacial	
Viking	
Constante de Newton: $\dot{G}_N$ / G_N	$0,0 \pm 1,2$
Fator de escala: $\dot{\beta}$	$0,0 \pm 2,4$
Pulsar binário	
Aceleração secular: $\dot{n}$ / n	$1,0 \pm 1,2$
Constantes de decaimento em radio-cronômetros de emissão : $\dot{\beta}$ $\dot{\lambda}$ / λ	
^{187}Re	$2,3 \pm 1,8$
^{40}K	$0,0 \pm 0,29$
^{87}Rb	$0,0 \pm 0,29$
Secções eficazes no reator nuclear natural de Oklo: $\dot{\sigma}$ / σ	
^{149}Sm	$0,0 \pm 69,0$
^{157}Gd	$0,0 \pm 123$
^{151}Eu	$0,0 \pm 630$
^{113}Cd	$0,0 \pm 280$
Experimento de Eötvös	
Parâmetro de Eötvös: η (Al, Pt)	$0,0 \pm 0,06$
Espectroscopia de quasares	
Linha de 21 cm do H	$0,0 \pm 0,002$
Linhas do Mg	$0,0 \pm 0,002$
Experimento de laboratório	
Atraso de relógios atômicos	$0,2 \pm 1,2$
Fatores g de e^+ y e^-	$0,0 \pm 0,06$
Massas de mésons K neutros	$0,0 \pm 3,3 \times 10^{-8}$

Conjunto de dados observacionais utilizados pelos autores para estudar a variabilidade das constantes fundamentais. Incluem-se dados geofísicos, astronômicos, paleontológicos e históricos, classificados segundo o fenômeno físico estudado. Indica-se apenas sumariamente o tipo de observação analisado e dá-se o valor numérico do ritmo de variação. Observe-se que quase todos os dados são resultados nulos (menores que o erro experimental). No caso das acelerações seculares, os dados assinalados não são nulos, porque contêm os efeitos dos movimentos das marés sobre a rotação da Terra e o movimento da Lua. Uma vez corrigidos pelos efeitos geofísicos, esses dados também darão resultados nulos.

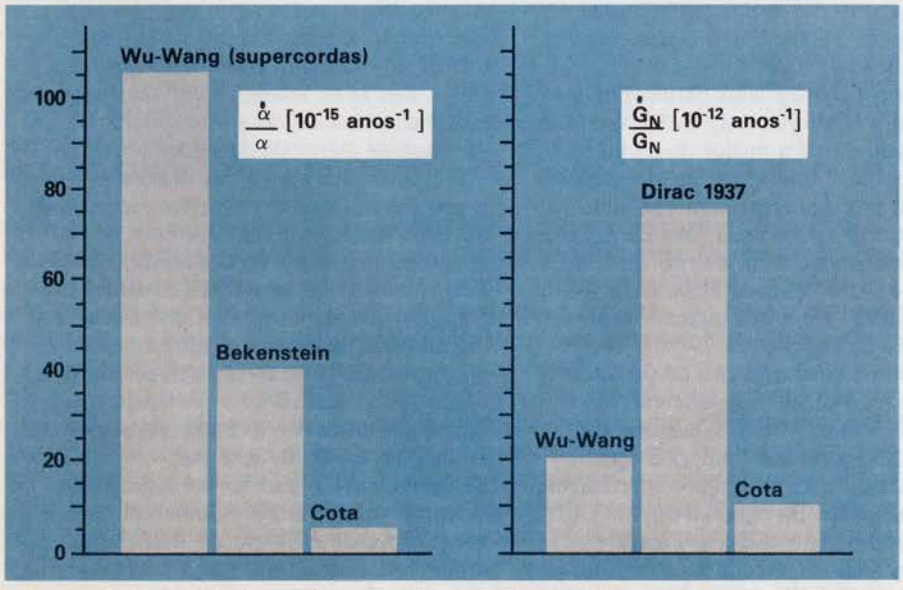


FIGURA 5. Teoria e experiência. Comparação entre as predições de algumas teorias em moda e os resultados do trabalho a que este artigo faz referência. As teorias propostas acabam sendo descartadas.

O conjunto de resultados que se apresentam é suficiente para excluir qualquer possibilidade de conspiração e, por conseguinte, qualquer variação nas constantes fundamentais. Mais ainda, o conjunto é *redundante:* se algum dos dados experimentais (ou a correspondente análise teórica) estivesse equivocado e tivesse que ser descartado, os dados restantes seriam suficientes para levar à mesma conclusão: as constantes fundamentais não variam.

Estes resultados têm conseqüências importantes para nossa concepção do universo. Em primeiro lugar, qualquer teoria que implique uma variação importante das constantes fundamentais, como a hipótese dos grandes números, fica descartada: o cosmo está estruturado *à la* Parmênides, sobre a base de um conjunto de leis invariáveis, que só dão a aparência de mudança (figura 5). As teorias de Kaluza-Klein ou de supercordas ficam severamente limitadas por esses resultados: somente aquelas variantes dessas teorias que admitam soluções com 'constantes universais' invariáveis podem descrever o universo real. O princípio antrópico poderia explicar esses resultados.

Em resumo, o problema das constantes fundamentais permanece em aberto do ponto de vista teórico, já que não sabemos ainda por que existem umas 20 delas, e não uma única fundamental. A evidência que resulta das observações experimentais favorece fortemente sua independência do tempo, embora não se possa descartar que novos experimentos ou observações possam modificar tal resultado. Esta evidência, entretanto, é importante para orientar a busca de alguma lei fundamental unificadora, que resuma o conjunto de equações matemáticas por meio das quais descrevemos hoje a natureza.

SUGESTÕES PARA LEITURA

BARROW J.D. & TIPLER, F.J., *The Antropic Cosmological Principle*, Oxford University Press, Oxford, 1988.

DIRAC, P.A.M., *Proc. Roy. Soc.*, A165, p. 198, 1938.

LAMBECK K., *The Earth's Variable Rotation*, Cambridge University Press, Cambridge, 1980.

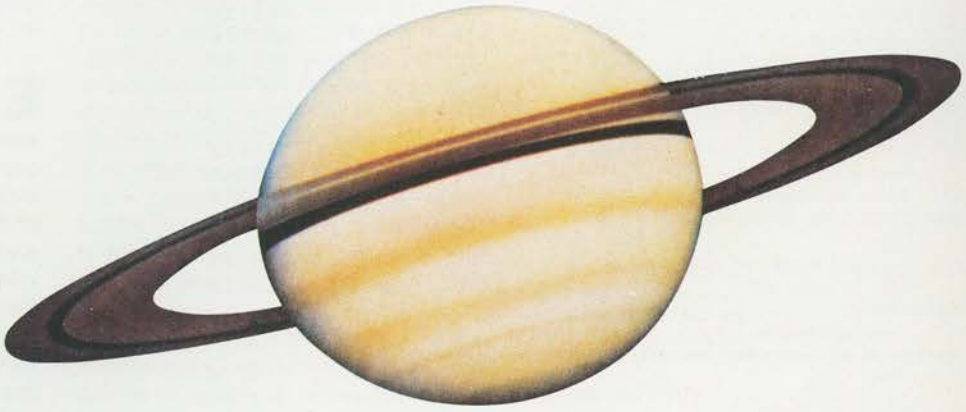
MÜLLER P.M. & STEPHENSON F.R., 'The Accelerations of the Earth and Moon from Early Astronomical Observations', in: G.D. Rosenberg & S.K. Runcorn (eds.), *Growth Rithms and the History of the Earth Rotation*, J. Wiley, Londres, 1975.

SHLYAKHTER A.I., *Nature*, nº 264, p. 340, 1976.

SISTERNA P. & VUCETICH H., *Phys. Rev.*, D41, p. 1.034, 1990.

• *Este artigo foi publicado originalmente em Ciencia Hoy nº 16, vol. 3. Traduzido para o português por Maria Ignez Duque Estrada.*

CIÊNCIA HOJE



Uma moça dorme dentro de um carro com uma revista no rosto para proteger seus olhos da luz. Uma cena comum no dia-a-dia, se não fosse pelo fato de que a viseira improvisada é o número um da *Ciência Hoje* (CH). A provável estudante era uma das milhares de pessoas que participavam, naquele ano de 1982, da 34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), em Campinas. Muitos dos cientistas não escondiam a surpresa pelo lançamento. O clima era otimista, do tipo "a ciência vai melhorar daqui para frente", afinal a idéia só vingou depois de um esforço de quase quatro anos, envolvendo muita discussão, brigas acirradas contra os opositores, o tradicional "joguinho de cintura" para driblar a burocracia e outras receitas caseiras.

Um dos entusiastas mais barulhentos na reunião foi Sérgio Ferreira, da Universidade de São Paulo. Sem a menor discrição, o farmacologista brandia a primeira edição da revista e a propagandeava em voz alta. "E nós não pagamos nada para ele", brinca Darcy Fontoura de Almeida, do Instituto de Biofísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e um dos quatro editores-fundadores da revista.

Das idéias à concretização do projeto, a *Ciência Hoje* teria ainda que enfrentar vários obstáculos. Muito da história da própria SBPC teria que mudar. E mesmo a pré-história da revista passou diretamente pela emancipação da regional do Rio de Janeiro, como conta Alberto Passos Guimarães Filho, físico do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas e outro editor-fundador (ver 'A pré-história hoje').

Rua Pereira da Silva

A primeira etapa foi cumprida. Daí para frente, foi o destino que juntou como vizinhos Roberto Lent e Alberto Passos na rua Pereira da Silva, uma das mais conhecidas do bairro de Laranjeiras, na zona sul do Rio de Janeiro. Foi num dos prédios dessa rua arborizada que o projeto da CH foi pela primeira vez para o papel. Lent não precisou caminhar mais do que algumas centenas de metros para chegar a Alberto Passos, que o apoiou no projeto de uma revista de divulgação científica.

Nessa primeira fase, Roberto Lent e Alberto Passos reforçaram o time convidando Renato Boschi, do Iuperj, e Fernando Lefèvre, então no Nutes, da UFRJ. Em 13 de setembro de 1978, acontece a primeira reunião do grupo, já com a presença de Darcy de Almeida.

O projeto que surgiu das discussões do grupo deveria passar pelo crivo rigoroso de um especialista. No envelope com o documento, o nome do destinatário era José Reis, pioneiro da divulgação científica no país. Em sua resposta, Reis alerta para as dificuldades, entre elas o público, o preço, a colaboração permanente dos cientistas, a concorrência desleal de capas apelativas de outras publicações e a distribuição. Quanto ao modelo editorial, José Reis desaconselhava o padrão norte-americano da *Scientific American*, indicando como mais adequado o da francesa *La Recherche*. As linhas editoriais da *Mosaic*, da *The Sciences* e da *New Scientist*, segundo ele, eram também interessantes.

FAZ IO ANOS

Mas Reis ia mais longe em seu diagnóstico. Dizia que a capacidade de concisão dos cientistas seria um problema a se enfrentar. Alertou ainda para os possíveis conflitos entre os jornalistas, que necessariamente teriam que reescrever os artigos, e os seus autores. Apesar das ressalvas, Reis se mostrou confiante e incentivou o projeto: "Acho muito boa a idéia de lançar uma revista que sirva de canal entre a comunidade científica brasileira e o grande público".

Condições Favoráveis

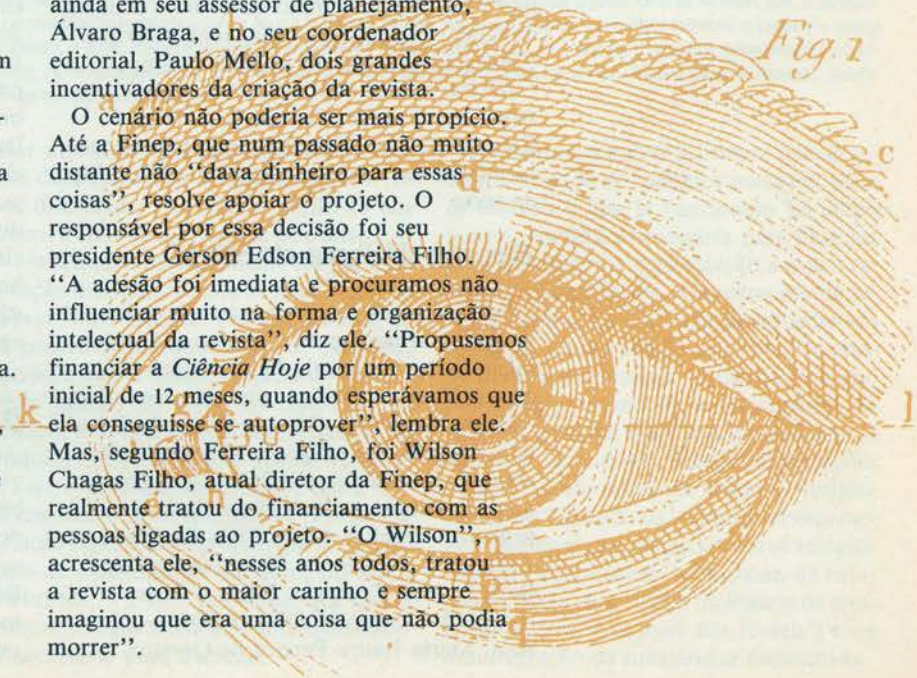
Mas foi só no início de *1982* que surgiram as condições ideais para levar a revista adiante. Segundo Carolina Bori, então vice-presidente da *SBPC*, a mudança de atitude dos cientistas e as condições favoráveis para se iniciarem os projetos de divulgação científica da SBPC só se deram no final da década de 70, quando o processo de abertura política contribuiu para a politização da comunidade científica. "Era uma comunidade fechadíssima, preocupada só com suas pesquisas", explica ela.

Crodowaldo Pavan, então presidente da SBPC, se mostrou disposto a apoiar a idéia, embora, assim como outros, temesse a possibilidade de fracasso do projeto. O que havia era uma "certo ceticismo", lembra ele, quanto à capacidade de resistência de um projeto como *Ciência Hoje*. Pavan atribui esse ceticismo à descrença na ajuda do governo e da iniciativa privada.

Ennio Candotti, do Instituto de Física da UFRJ, integrou-se ao grupo de editores-fundadores no final de sua gestão como secretário regional da SBPC/Rio. Dedicou seu tempo quase que integralmente ao que agora representava um desafio. Otávio Velho, do Museu Nacional da UFRJ, foi um dos pesquisadores que passou a colaborar ativamente com o projeto.

Para viabilizar a revista, Lynaldo Cavalcanti, então presidente do CNPq, autorizou a liberação de um auxílio diretamente aos quatro editores. "Como na época o CNPq era muito presidencialista, não enfrentei dificuldades para dar essa autorização", relembra. Cavalcanti identifica ainda em seu assessor de planejamento, Álvaro Braga, e no seu coordenador editorial, Paulo Mello, dois grandes incentivadores da criação da revista.

O cenário não poderia ser mais propício. Até a Finep, que num passado não muito distante não "dava dinheiro para essas coisas", resolve apoiar o projeto. O responsável por essa decisão foi seu presidente Gerson Edson Ferreira Filho. "A adesão foi imediata e procuramos não influenciar muito na forma e organização intelectual da revista", diz ele. "Propusemos financiar a *Ciência Hoje* por um período inicial de 12 meses, quando esperávamos que ela conseguisse se autoprover", lembra ele. Mas, segundo Ferreira Filho, foi Wilson Chagas Filho, atual diretor da Finep, que realmente tratou do financiamento com as pessoas ligadas ao projeto. "O Wilson", acrescenta ele, "nesses anos todos, tratou a revista com o maior carinho e sempre imaginou que era uma coisa que não podia morrer".



"Se um editor de física não entendesse o artigo de biologia, então alguma coisa estava errada". Essa era a filosofia do primeiro conselho editorial.

Pra Quando?

Roberto Lent, então no seu pós-doutoramento nos Estados Unidos, recebe a notícia do Brasil de que o projeto avançava. Sua missão: visitar algumas revistas de divulgação científica por lá e colher dados que ajudassem na elaboração da *Ciência Hoje*. "Quando eu dizia que queríamos fazer uma revista desse tipo no Brasil, os americanos achavam que era, no mínimo, para dez anos depois", brinca Lent. Na realidade, já era por volta de março e a *Ciência Hoje* deveria estar pronta em julho daquele mesmo ano.

Os quatro editores, agora com alguns recursos iniciais, trataram de montar a infra-estrutura. Ganharam do CBPF, através de seu então diretor Roberto Lobo, uma sala na "casa 27" do campus da Praia Vermelha da UFRJ, onde até hoje funciona a revista. Contrataram a secretária Zélia Freire Caldeira, a funcionária "número um", Argemiro Ferreira, George B. J. Duque Estrada e Sergio Flaksman, respectivamente jornalista responsável, editor de arte e editor de texto.

Terceiro Milagre da SBPC

Faltava agora eleger um conselho editorial de peso e atuante para a revista que seria inicialmente bimestral. Angelo Machado, membro desse primeiro conselho, recorda o trabalho do grupo. "Se um editor de física não entendesse o artigo de biologia, então alguma coisa estava errada". Além dos quatro editores, participavam ainda do primeiro conselho Alzira Alves de Abreu, Antonio Cesar Olinto, Henrique Lins de Barros, José Monserrat Filho — hoje diretor do *Jornal da Ciência Hoje* —, José Reis, Maria Isaura Pereira de Queiroz, Otavio Velho, Pedro Malan, Reinaldo F. N. Guimarães, Rui Cerqueira e Oswaldo Frota-Pessoa. Esse último avalia a revista no seu 10º aniversário: "Desde o começo, a *Ciência Hoje* foi imensamente elogiável, mas acho que ela deveria atingir também os alunos de 5ª série ao 3º colegial, público mais carente da informação científica", diz. "É nessa faixa", continua ele, "que se desperta o gosto pela ciência".

Frota-Pessoa aproveita ainda para propor uma CH para um público mais jovem. "Seria o terceiro milagre da SBPC", acrescenta. Carolina Bori concorda: "Acho importante que ela se volte para os professores de 1º e 2º graus, tentando subsidiá-los com novas informações e discussões", diz.

Tales Faria, jornalista da *Ciência Hoje* entre 1983 e 1984 e hoje repórter de política do jornal *Folha de S. Paulo*, acha que esse 10º aniversário deveria ser a oportunidade para a retomada do projeto original, que buscava substituir o hermetismo da linguagem científica por uma mais objetiva e clara para o leitor. "A revista se desvirtuou muito disso e foi se tornando cada vez mais difícil, dirigida aos pares dos autores", diz ele. Para ele a temática é muito boa, mas a linguagem precisa ser traduzida. "Um físico não entende o artigo de um biólogo e vice-versa", acrescenta.

O "Bruxo" Golbery

O número um de *Ciência Hoje* foi para as bancas com assuntos polêmicos. A matéria de capa foi a "Cubatão: uma tragédia ecológica", coordenada pelo jornalista Bernardo Kucinski. Trazia também um texto sobre o papel do futebol na sociedade, o canto dos índios, o vento solar e estelar.

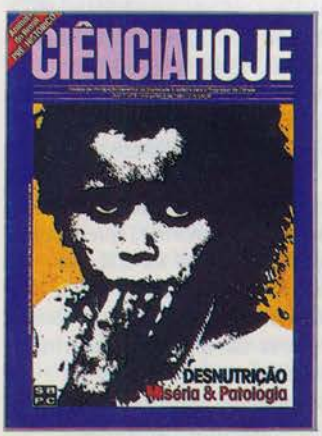
O tratamento editorial dado aos temas polêmicos dos primeiros números era, na verdade, o elemento apaziguador da tensão entre um projeto mais científico e outro de maior impacto político da revista. A opção pela temática polêmica acabou gerando uma circular reservada do ex-Serviço Nacional de Informações para que as empresas estatais não anunciassem na revista. Por ironia do destino, um dos primeiros assinantes da revista foi o 'bruxo' Golbery do Couto e Silva, um dos responsáveis pela linha ideológica na ditadura militar, que enviou cheque e carta pessoal solicitando uma assinatura.

Desde o início, os próprios editores resolveram que não haveria espaço para a propaganda de remédios e de cigarros. Mas a opção por temas com teor político restringiria ainda mais o número de anunciantes. Duas multinacionais deixariam de anunciar na revista por causa de uma foto 'ameaçadora' que mostrava trabalhadores em greve.

Caminhão de Galinhas

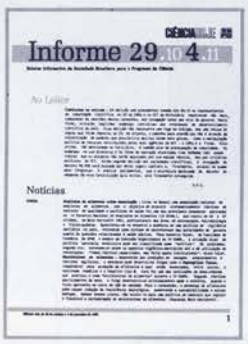
Mais obstáculos ainda apareceriam no caminho da revista. Pouco antes do fechamento do número um, faltava ainda um artigo prometido. A solução foi um dos próprios editores, Roberto Lent, escrever sobre sua pesquisa pessoal.

Outros problemas foram mais difíceis de vencer, mas rendem hoje boas histórias, lembradas com alta dose de risadas. Uma delas foi o caso do caminhão de galinhas que bateu no que transportava a primeira edição da CH. Desastre total: artigos científicos para um lado e penas para o outro. A carga de revistas se salvou, mas algumas galináceas se tornaram as primeiras vítimas da divulgação científica no país. O carregamento da edição seguinte não teria melhor destino: o 'burrinho' do caminhão quebrou e todo esforço para colocar a edição em dia nas bancas se esvaziou. 'Parecia que toda a fauna estava contra nós', conta Adalgisa Bahri, funcionária mais antiga da revista.



A opção pela temática polêmica acabou gerando uma circular reservada do então SNI para que as empresas estatais não anunciassem na revista.

As vendas em bancas superaram as expectativas: a tiragem de 15 mil exemplares do primeiro número precisou ser reeditada.



O Jornal da Ciência Hoje e o encarte infantil Ciência Hoje das Crianças, que se tornou independente e ganhou o Prêmio J. Reis deste ano, são dois filhotes da revista.

Sucesso Crescente

Durante a reunião da SBPC em que foi feito o lançamento, foram vendidas algumas centenas de assinaturas anuais. "Uma inconseqüência a toda prova, já que só tínhamos recursos para mais um número", lembra Darcy de Almeida.

Crescem as assinaturas e as vendas em banca e, paralelamente, o entusiasmo dos editores. O primeiro número da revista, com tiragem de 15 mil exemplares, precisou ser reeditado, porque as vendas nas bancas superaram as expectativas. O prestígio da revista cresce, a ponto de aparecer na história em quadrinhos da *Mônica*, de Maurício de Sousa.
Até mesmo o *Homem-Aranha*, super-herói da *Marvel*, não dispensava a *Ciência Hoje* como uma de suas leituras prediletas. A Fundação Roberto Marinho veicula comerciais de TV, em que aparecem Chico Buarque, Fernanda Montenegro, Dina Sfat, Lucélia Santos e Irene Ravache, anunciando a nova revista da SBPC.

Seis meses após o lançamento, a *Ciência Hoje* já tinha cerca de quatro mil assinantes, num período em que a SBPC tinha sete mil sócios e o Brasil, um total de 15 mil cientistas. Ainda no final de 1982, recém-lançada, a CH fatura uma menção honrosa do prêmio J. Reis, promovido pelo CNPq. No ano seguinte, é a vez de ela levar o prêmio propriamente dito.

Dois anos depois, a revista já tirava 55 mil exemplares. Um quarto de seu custo já vinha de anunciantes. Uma prestação de contas do governo federal, publicada na *Folha de S. Paulo*, apontava a *Ciência Hoje* em terceiro lugar no *ranking* de gastos do governo com anúncios. A revista da SBPC, com cerca de 15 milhões de cruzeiros, só perdia para a Manchete (55 milhões) e a *Veja* (21 milhões).

O número 10, uma edição temática sobre a Amazônia, chegou aos 30 mil exemplares vendidos nas bancas. Essa cifra só foi superada pelo número 26, com cerca de 35 mil. A partir do número 29, de março de 87, os editores resolverem mensalizar a publicação.

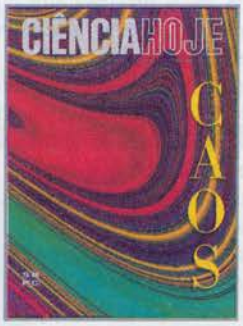
Pelo caminho, a CH ia deixando seus filhotes. Primeiro foi o *Informe*, que mais tarde daria origem ao *Jornal da Ciência Hoje*, e o encarte infantil, *Ciência Hoje das Crianças*, lançado no número 27 da revista e que atualmente, com um projeto editorial e gráfico bem-sucedidos, se tornou uma publicação independente, ganhando este ano o Prêmio J. Reis (categoria instituição).

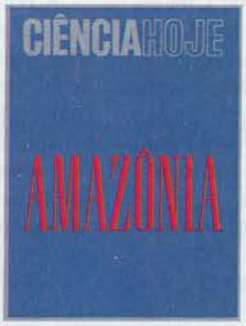
Crise

A *Ciência Hoje* também não se mostrou imune à crise que assolou o mercado editorial brasileiro como um todo. A década de 90 trouxe um decréscimo brutal de publicidade não só para ela, mas para todas as publicações, científicas ou não.

Mas o pior da crise estava por vir: os números 70 e 71, do início do ano passado, foram rodados em papel *off set*. A revista perdia um de suas principais características: o colorido das imagens. Saía em preto e branco, com o carimbo "Em Extinção" estampado na capa. A gravidade da crise reuniu os editores para debater e reavaliar o projeto editorial (ver mesa-redonda "A crise da *Ciência Hoje* em questão: a extinção da ameaça", CH, nº 70).

A reação da comunidade científica e dos leitores foi imediata: pilhas de cartas chegaram à redação manifestando apoio irrestrito e solidariedade à revista. Uma campanha de assinaturas foi deflagrada, o que contribuiu bastante para o restabelecimento do rombo de 50% no orçamento. O apoio da mídia também foi valioso: a notícia do perigo de extinção saiu em quase toda a grande imprensa das principais capitais brasileiras. Resultado: o número seguinte retomou a impressão em cores e o *deficit* foi aos poucos contornado.





Especiais

No primeiro semestre deste ano, já saíram as edições especiais sobre o *Caos* e o *Meio Ambiente*, a que se juntam outros números temáticos como *Amazônia, Nordeste, República* e *Águas da Amazônia*. Entre os grandes temas dos últimos anos estão *Agrotóxicos, Acidente Nuclear de Goiânia, Sangue, Inflação*. Além disso, foram publicados dois volumes especiais, *Amazônia e Eco-Brasil*, reunindo cerca de 50 artigos já publicados, com encartes vertidos para o inglês.

Durante seus dez anos, ela já foi adquirida pela Fundação de Amparo ao Estudante e várias secretarias de educação estaduais e municipais, em São Paulo, Rio de Janeiro, Pernambuco, Rio Grande do Sul e Espírito Santo. "A avaliação dos especialistas sempre reconheceu a importância didática das publicações da SBPC", afirma Álvaro Roberto Moraes, gerente de comercialização. "Estamos em negociação com outros estados", completa.

A secretaria de redação e o conselho de editores da revista esperam fechar o ano em *gran finale*: já estão preparando a edição temática sobre os *500 anos do descobrimento da América*, cujo lançamento coincidirá com uma exposição comemorativa dos dez anos. Devem participar da edição cientistas de todo o continente. Outros três números temáticos, *Paleoclima, Águas* e *Cérebro*, estão sendo estudados.

Nesses dez anos, a *Ciência Hoje* fez admiradores por todo o país. Um deles, que se declara o mais fiel de seus leitores, o biólogo Warwick Kerr, faz de cada revista uma companheira inseparável nas viagens que a vida de pesquisador lhe impõe. E para ele é motivo de orgulho que tenha encontrado herdeiros: todos seus 14 netos são assinantes da *Ciência Hoje das Crianças*. "A prova de maior sucesso desse projeto editorial", avalia Kerr, "foi ter gerado sua versão infantil, que em termos de qualidade é incomparável no país".

Reportagens: Carmen Weingrill (SP), Margareth Marmori (Brasília), Marise Muniz (Belo Horizonte) e Vera Rita Costa (SP).

A crise de 1990 foi superada, mas os nºs 70 e 71 saíram em P&B, com um "Em Extinção" na capa; a reação da comunidade científica e dos leitores foi imediata. Este ano, a CH já lançou Caos e Meio Ambiente, duas edições temáticas, e os volumes especiais Amazônia e Eco-Brasil, com encartes em inglês.

A Pré-História Hoje

Alberto Passos Guimarães Filho

ILUSTRAÇÃO MARIANO

Ao completar dez anos, *Ciência Hoje* já representa um patrimônio da comunidade científica brasileira e uma importante contribuição da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) à ciência e à cultura nacionais. Fora da comunidade, sua influência é também significativa. Avanços recentes, como a criação do *Jornal da Ciência Hoje* e da *Ciência Hoje das Crianças,* demonstram a vitalidade do projeto. Neste aniversário, é interessante lembrar onde e sob que condições nasceu essa idéia.

As condições que propiciaram o surgimento de *Ciência Hoje* se relacionam intimamente ao processo que fez da SBPC a maior sociedade científica do país e uma instituição que adquiriu ao longo de suas quatro décadas de existência um indiscutível prestígio na sociedade. O contingente crescente de pesquisadores brasileiros encontrou na SBPC acolhida para a apresentação de seus trabalhos e para o debate de suas questões específicas. Além disso, durante os governos militares, principalmente a partir de 1974, a comunidade científica acorre à SBPC para debater e se posicionar diante dos grandes problemas nacionais.

Naquele ano, a Assembléia da Reunião Anual da SBPC, realizada em Recife, aprova uma extensa carta enviada ao presidente da República, na qual são apresentadas propostas referentes ao ensino de ciências, à criação de parques nacionais, à defesa do meio ambiente e ao apoio à pesquisa básica. Mas são as reivindicações que tocam na distribuição da renda, na reincorporação dos pesquisadores afastados por motivos políticos, na defesa das liberdades individuais e na apuração das denúncias de torturas que tornam o documento explosivo, vindo a ser boicotado por todos os jornais de alcance nacional.

Na reunião seguinte da SBPC, realizada em 1975, em Belo Horizonte, o acordo nuclear Brasil-Alemanha é alvo de severas críticas: as denúncias apresentadas pela Sociedade Brasileira de Física e pela SBPC ocupam as manchetes dos jornais. Um ano depois, a SBPC reúne-se em Brasília e fica evidente o seu crescimento: o número de inscrições passa de três mil para 4.800, incluindo pesquisadores, estudantes e interessados em ciência.

A reunião de 1977, programada para Fortaleza, é ameaçada pelas pressões dos órgãos de informação e acaba sendo transferida, no último momento, para a PUC de São Paulo. A sociedade civil reage em solidariedade à SBPC e a reunião se realiza com o apoio de pessoas que oferecem acomodações, de artistas que recolhem fundos vendendo quadros e de um show de música popular. A 29ª Reunião Anual transforma-se em um importante ato de resistência democrática.

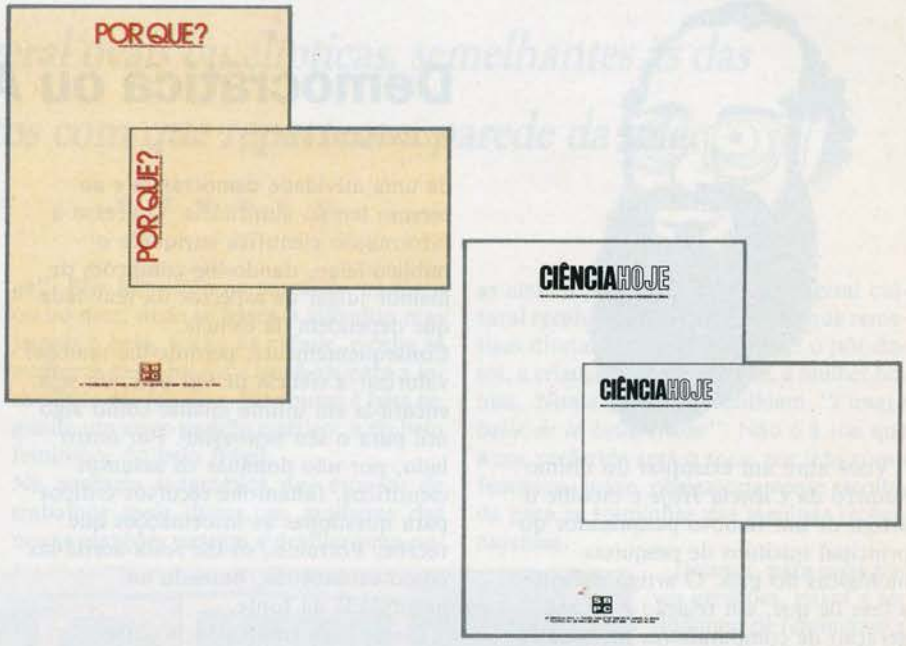
Com a aproximação do fim do autoritarismo, a sociedade brasileira passa a dispor, além da Ordem dos Advogados do Brasil, da Associação Brasileira de Imprensa e da SBPC, de vários outros canais para expressão de suas aspirações. Porém, ao mesmo tempo em que aumenta o número de associados e se torna mais conhecida nacionalmente, a SBPC inicia um profundo processo de transformação que continua até os nossos dias. Essa mudança, que é a base de sua vitalidade no período atual, está ligada ao fortalecimento da SBPC nas diversas regiões do país, o que permite sua presença constante em debates, conferências e atos, até então concentrados em um grande evento anual, com apenas uma semana de duração.

O primeiro exemplo de criação de uma regional da SBPC forte e participante surgiu no Rio de Janeiro, a partir da indicação de Roberto Lent para secretário regional. Esse trabalho se amplia muito nas duas gestões seguintes, dessa vez com Ennio Candotti como secretário regional.

A SBPC sempre teve entre as suas preocupações a divulgação científica. Alguns de seus fundadores mais ilustres contribuíram de modo significativo para a escassa biblioteca brasileira de divulgação. Entre eles, destaca-se José Reis, que por muito tempo foi diretor da revista *Ciência e Cultura* e que mantém até hoje uma coluna no jornal *Folha de S. Paulo*. Apesar da qualidade dos trabalhos de José Reis, de Oswaldo Frota-Pessoa e outros, já na década de 70 observava-se um descompasso entre os avanços na produção científica nacional e a limitada estante de divulgação científica. Também era indiscutível a baixa qualidade do noticiário científico veiculado pelos jornais e televisões.

Em 1978, Roberto Lent redige uma proposta para a criação de uma revista brasileira de divulgação científica, a partir de uma discussão que tivemos. Mesmo considerada por alguns meio fantasiosa, a proposta acaba despertando bastante interesse e um grupo se reúne pela primeira vez em setembro daquele ano para discuti-la. Desde as primeiras discussões, constata-se uma surpreendente convergência de opiniões sobre a filosofia que deveria orientar uma revista desse tipo: a necessidade de material científico sólido, a rejeição à mitificação da ciência e dos cientistas, o destaque do trabalho realizado no Brasil, a importância da comunicação direta entre o cientista e o público, entre outros. Depois de longas discussões, o nome *Ciência Hoje* é escolhido para o projeto.

Em fins de 1978, as discussões do grupo conduzem ao texto *Ciência Hoje — uma revista de difusão científica*, amplamente distribuído para a comunidade científica. O primeiro parágrafo anuncia a intenção do projeto: "Pretendemos realizar uma revista que sirva de canal de comunicação entre a comunidade científica brasileira e o grande público. Uma revista que mantenha uma qualidade científica elevada, garantida pelo julgamento de todos os artigos por especialistas, e que, ao mesmo tempo,



utilize uma linguagem simples e acessível."

A revista dependeria da rede de contatos construída pela SBPC dentro da comunidade científica, mas não seria dirigida por essa sociedade. Essa forma de relacionamento se justificava pelas dificuldades que as regionais tinham na ocasião para obter recursos da SBPC nacional e também pelo fato de que a diretoria via as iniciativas regionais como divisionistas ou separatistas.

O projeto é discutido com editoras do Rio, entre elas a Civilização Brasileira, que editava na época a revista *Encontros com a Civilização Brasileira*. Algumas mostram interesse, mas a viabilidade do projeto editorial ainda parece remota. Com vistas à solicitação de financiamento, o projeto é apresentado à Finep, mas a agência não tinha como política apoiar periódicos. O resultado é negativo.

Por quase três anos, o projeto praticamente não avança, até que, em maio de 1980, a diretoria da SBPC decide formar uma comissão para estudar a criação de uma revista de divulgação científica. José Goldemberg, então presidente da sociedade, convida Darcy Fontoura de Almeida, José Reis, Henrique Krieger e Alberto Passos Guimarães Filho para formar a comissão. O grupo se reestrutura e realiza reuniões no Rio de Janeiro. Novamente são estabelecidos contatos com editoras, especialmente com a Nova Fronteira, cujo editor, Sebastião Lacerda, demonstrara interesse no projeto. Um modelo da revista é montado, usando-se artigos já publicados.

No início de 1982, finalmente, surgem as condições necessárias à realização do projeto. O CNPq oferece apoio e Crodowaldo Pavan, então presidente da SBPC, se entusiasma com a idéia.

Uma equipe maior é formada para a realização do projeto. Uma solicitação formal é apresentada ao CNPq, com base no texto já elaborado em 1978, contendo a filosofia da revista e uma estimativa de custos. A comissão editorial daquele conselho recomenda a concessão de dez mil cruzeiros, suficientes para a publicação do número um. A meta é lançá-lo na Reunião Anual, em princípio de julho.

Nesse período, são feitos contatos com membros da comunidade científica de todo o Brasil para o envio de artigos destinados ao público de bancas e especialmente para a montagem do número um da revista — alguns desses artigos não vieram até hoje! De fato, essa era uma das preocupações mais constantes entre as pessoas consultadas: teria a comunidade disposição para produzir um fluxo regular de artigos de divulgação? Com a falta de tradição dessa atividade no Brasil, temia-se que a resposta fosse negativa. No entanto, os fatos vieram demonstrar que a dimensão da comunidade científica brasileira e a sua necessidade de se comunicar fora dos seus próprios limites são fatos novos que permitiam ousar com uma revista realizada exclusivamente no Brasil.

Em maio de 1982, já começa a ser montada uma pequena estrutura administrativa para gerir o projeto. É feito o primeiro contato de pessoal profissional para a equipe, mas a maior parte do trabalho é realizada com o entusiasmo de amadores. A revista seria dirigida por quatro editores, sendo indicados pela diretoria da SBPC Roberto Lent, Alberto Passos Guimarães Filho, Darcy Fontoura de Almeida e Ennio Candotti. É criado um conselho editorial com nomes de vários estados.

Realiza-se uma discussão final sobre formato, seções e até o nome da revista. Em uma surpreendente decisão, a equipe resolve que o nome "Por quê?" sintetiza melhor as indagações dos cientistas diante de seu objeto de pesquisa. Essa decisão, que não é unânime, felizmente reverte-se pouco tempo depois, quando se descobre que "Por quê?" é uma revista publicada em São Paulo, de linha ultraconservadora. A questão é rediscutida e inicia-se uma pesquisa sobre vários nomes no Registro de Pessoas Jurídicas, entre esses *Ciência Hoje*, que afinal se impõe.

A viabilidade econômica do projeto ainda é uma incógnita, porque os esforços para garantir recursos através da publicidade encontram sérias dificuldades. Esse quadro só irá se alterar ao final de quase um ano de atividade: somam-se à natural suspeita quanto à continuidade da revista as pressões do SNI e de membros do governo que fazem ameaças aos que apóiam o nascimento da revista da SBPC. O apoio que o CNPq e também a Finep vieram a proporcionar ao projeto é ainda mais meritório nesse contexto de pressões exercidas pelo governo militar.

Em 7 de julho de 1982, na abertura da Reunião Anual da SBPC, em Campinas, é lançado o primeiro número da revista, que nasce provando que a comunidade científica brasileira já havia atingido sua maioridade. Porém, como tudo mais no Brasil, a instabilidade era evidente; muitas assinaturas anuais de *Ciência Hoje* foram vendidas, embora na ocasião só existissem recursos para fazer apenas mais um número!

Democrática ou Autoritária?

Roberto Lent

Você abre um exemplar do último número da *Ciência Hoje* e escolhe o artigo de um famoso pesquisador do principal instituto de pesquisas biológicas do país. O artigo defende a tese de que, em relação à última geração de computadores fabricados no Japão, o cérebro humano é uma máquina imperfeita, porque seus neurônios não conseguem realizar as mais simples operações feitas pelos mais modernos circuitos integrados. A argumentação do pesquisador parece clara e as ilustrações bem-cuidadas permitem que você compreenda tudo. O autor é uma grande autoridade na área e a revista *Ciência Hoje,* um veículo respeitado pelo seu rigor editorial. Sendo assim, você considera que aprendeu mais uma coisa em sua vida.

O exemplo fictício ilustra a mais notável ambivalência da divulgação científica, com a qual lidamos desde os primeiros dias da *Ciência Hoje:* trata-se de uma atividade democrática e ao mesmo tempo autoritária. O acesso à informação científica enriquece o público leigo, dando-lhe condições de melhor julgar os aspectos da realidade que dependem da ciência. Conseqüentemente, permite-lhe também valorizar a ciência de seu país, ou seja, encará-la em última análise como algo útil para o seu bem-estar. Por outro lado, por não dominar os assuntos científicos, faltam-lhe recursos críticos para questionar as informações que recebe. Portanto, só lhe resta aceitá-las como verdadeiras, baseado na autoridade da fonte.

Como essa ambivalência sofre modificações de época, nem sempre são iguais os pesos de cada um dos lados da medalha. No caso da *Ciência Hoje*, consideramos que o lado democrático pesava mais. O país emergia lentamente de uma ditadura de 20 anos, sob condições econômicas e uma situação social à beira da explosão. Pareceu-nos que a criação de um canal de comunicação direta entre a comunidade científica e a opinião pública tornaria possível enraizar na sociedade a concepção de que a saída do poço depende em grande medida da ciência e da tecnologia e possibilitaria melhores condições de escolha e controle de uma política científica adequada para o país.

Conseguimos? Parcialmente. Embora a *Ciência Hoje* tenha atingido apenas um público seleto de profissionais universitários, ela influiu decisivamente, nesses seus dez anos de existência, no surgimento de outros veículos de divulgação científica. Existem hoje duas revistas comerciais de grande tiragem — destinadas ao público que a *Ciência Hoje* não alcança —, vários programas de rádio e de TV, além de seções de C&T em quase todos os grandes jornais diários do país. O Estado nacional criou estruturas de primeiro escalão para administrar a área de C&T e os estados criaram fundações de apoio à pesquisa. Recente levantamento de opinião revelou que as instituições científicas estão entre as cinco instituições brasileiras com maior credibilidade.

Bem, não resolvemos a ambivalência crucial da divulgação científica. Não a resolveremos nunca: ela é estrutural. Mas demos tanto peso ao lado democrático que esquecemos de atenuar o lado autoritário. Talvez seja a hora de repensarmos o projeto para dar-lhe uma orientação mais dialética. Assim, em 2002, você abrirá a *Ciência Hoje* outra vez e encontrará em suas páginas "a verdade" acompanhada de seu questionamento, isto é, a notícia e a antinotícia. Talvez, quem sabe, a sua própria opinião, leitor.

A Irmã Argentina

Ennio Candotti

Em 1985, a aproximação política entre o Brasil e a Argentina favorecia as iniciativas de cooperação científica. Nessa época, surgiu a Escola Brasil-Argentina de Informática e, pouco depois, a de Biotecnologia. No campo nuclear, velhas rivalidades eram superadas. A *Ciência Hoje* deveria participar desse movimento.

Em fins de 1986, viajei em companhia de Roberto Lent e Albertino Rodrigues para Buenos Aires. Nosso objetivo era encontrar um grupo de pesquisadores interessados em criar a *Ciencia Hoy*. Físicos argentinos residentes no Rio de Janeiro, como J.A. Mignaco e os irmãos Giambiagi, orientaram a missão que logo encontrou no *Laboratorio Tandar*, da *Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)*, o centro propulsor do projeto.

O primeiro número da *Ciencia Hoy* apareceu dois anos depois, em dezembro de 1988. Aos físicos juntaram-se químicos, biólogos, sociólogos, antropólogos e outros cientistas. O grupo formou então a *Asociación Ciencia Hoy*, responsável pela publicação. Carlos Abelledo e Gregorio Weinberg, respectivamente presidente e vice-presidente do *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

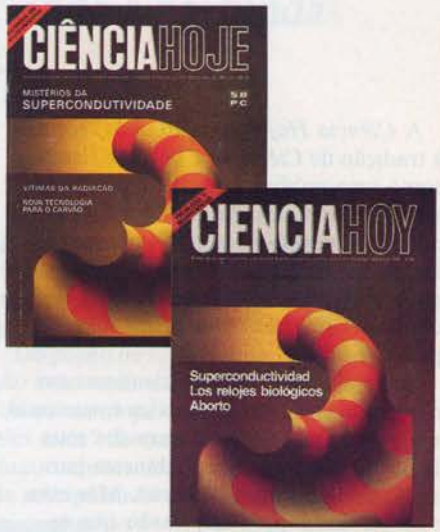
(Conicet), e Emma Perez Ferreira, presidente da *CNEA*, apoiaram com entusiasmo o projeto que, mais tarde, também receberia verbas da *Fundación Antorchas*.

Mudei-me, com minha família, para Buenos Aires, em abril de 1988, e durante um ano acompanhamos de perto o nascimento dos números um e dois da nova revista. A sede da redação, em *Corrientes y Pueirredón*, foi inaugurada em julho de 1988, com a presença de autoridades argentinas e a de Luiz Henrique da Silveira, então ministro brasileiro de Ciência e Tecnologia.

O primeiro conselho editorial de *Ciencia Hoy* era formado pela física Olga Dragún, pelo sociólogo Jorge Balán, pelo biofísico Patricio Garrahan (editores), Elvira Arrizurieta, Daniel Bes, Ennio Candotti, Elena Chiozza, Emilio de Ipola, Armando Haeberer, Jorge E.Hardoy, Juan A. Legisa, Alejandro C. Paladini, José P. Gollán, Fidel Schaposnik e Alberto Soriano, sendo Guillermo Boido o editor associado e Pablo Barragán, o editor de arte. Roberto Perazzo, um dos principais incentivadores do projeto, foi o primeiro presidente da *Asociación Ciencia Hoy*.

O formato, a edição e a diagramação da revista eram semelhantes aos da *Ciência Hoje*, com o objetivo de tornar mais fácil o intercâmbio de artigos e imagens e de minimizar o custo de produção. Em seu primeiro editorial lemos:

"Ciencia Hoy *es una revista editada por investigadores que se han formado, han trabajado y trabajan como integrantes del sistema de instituciones científicas argentinas. (...) En su tarea de difusión,* Ciencia Hoy *considerará la calidad intrínseca de la labor intelectual como principal criterio de seleción. Será, además, militantemente interdisciplinaria: todas las ramas del conocimiento tendrán cabida en sus páginas y promoverá la interacción entre las diversas áreas del quehacer de la ciencia. (...) Los editores sostienen que sólo es legítima aquella ciencia cuyos resultados inmediatos o mediatos redundem en beneficio del hombre concreto (es decir, la gente) como también de la Tierra y de sus especies. (...) Por eso* Ciencia Hoy *bregará para que se respete, dentro de las fluctuaciones propias de una democracia pluralista, la continuidad de la labor de los investigadores y la representación y participación de la comunidad científica en los organismos de planificación y ejecución de la cultura, a la que la ciencia medularmente pertenece.*"



O programa argentino era semelhante ao da *Ciência Hoje* e ainda o é, em julho de 1992, quando se publica o número 21 de *Ciencia Hoy*.

A Vitória do Otimismo

Darcy Fontoura de Almeida

No início dos anos 80, a idéia do lançamento de uma revista de divulgação da ciência foi recebida pela comunidade científica com reações diversas. Um grupo, certamente minoritário, manifestava otimismo e compreendia a necessidade e utilidade potencial da revista. De um lado, sentia-se a importância de fazer chegar ao público em geral os resultados das atividades dos centros de pesquisa instalados no país; de outro lado, percebia-se o papel político que um periódico científico poderia vir a assumir, ao se constituir um veículo de expressão do conjunto de cientistas brasileiros. Portanto, além de tradução dos trabalhos especializados, havia a idéia de que a comunidade científica teria muito a contribuir para a discussão sobre a organização e o desenvolvimento nacionais, em seus variados setores.

Os menos otimistas, que se manifestavam com ceticismo em relação ao projeto, relembravam experiências semelhantes que não frutificaram. As razões eram, primeiro, que nossa atividade científica não possuiria fôlego para sustentar uma revista mensal como a *Ciência Hoje* e, depois, que os autores potenciais não estariam *a priori* dispostos a colaborar, em função da perspectiva pessimista.

Fez-se a *Ciência Hoje*. A história desses dez anos nos ensinou muitas lições, mas gostaria de ressaltar aquelas que correspondem às visões iniciais do projeto. Não há dúvida de que a *Ciência Hoje* consquistou o espaço que lhe é próprio na imprensa nacional. Talvez ainda mais importante é o fato de que, com a *Ciência Hoje*, acabaram-se os mitos da inconsistência da produção científica nacional e da indisposição dos autores em trazer seus trabalhos para audiências mais amplas e menos seletivas que as habituais. Assim, o estoque de artigos sempre ultrapassa a capacidade de publicação da *Ciência Hoje* e os autores aparecem espontaneamente em números que nos tranqüilizam para o futuro.

Estas são revelações que nada têm de espetacular, mas cujas conseqüências causam um impacto que seria maior ainda se tivéssemos uma política nacional reconhecida para *C&T*, em que elas pudessem ser adequadamente inseridas e aproveitadas.

Séria e Duradoura

A *Ciência Hoje*, após 10 anos, segue a tradição de *Ciência e Cultura* e firma-se como uma publicação séria e duradoura. Ambas as revistas da SBPC confirmam que os cientistas brasileiros em sua maioria são essencialmente profissionais e o que desejam é tranqüilidade e condições mínimas para fazer suas pesquisas.

O envolvimento desses cientistas em movimentos de natureza cívica é ocasional e logo que podem regressam aos seus laboratórios e aos seus gabinetes para analisar pesquisas e publicar. Mas essa não é certamente a impressão que se tem ao participar de uma Reunião Anual da SBPC, com seus aspectos folclóricos, seu desfile de vaidades e até seu envolvimento político exagerado.

No entanto, ao ler *Ciência Hoje* constatamos que ela, como revista de divulgação científica, se firmou como a melhor demonstração que se poderia fazer da solidez e da seriedade da ciência brasileira. Mais, talvez, do que a *Ciência e Cultura,* que publicou durante tantos anos trabalhos científicos de qualidade discutível, excessivamente voltados para as ciências biológicas. Já a *Ciência Hoje* tem dosado as diversas áreas do saber e tem conseguido colaboradores brasileiros com enorme conhecimento e competência.

A *Ciência e Cultura* jamais conseguiu competir com a *Science*. Pelo contrário. Sempre me deu impressão de ser mesmo uma revista científica de um país do Terceiro Mundo, com uma ciência do Terceiro Mundo — como se isso existisse.

Já a *Ciência Hoje* compete com a *Scientific American*, não copiando aquela magnífica revista, mas tratando de assuntos mais ligados à realidade brasileira, sem baixar o nível. Ao ler a *Ciência e Cultura*, tinha freqüentemente a impressão de ler resumos de testes de mestrado. Ao ler a *Ciência Hoje*, tenho a impressão de ler trabalhos de nível superior ao de doutorado, pela amplitude dos temas, pela profundidade e até pela originalidade da análise.

A existência de uma revista como a *Ciência Hoje* é que nos anima em relação à ciência brasileira. Lamentavelmente, essa ciência não conseguiu, por motivos que não cabe aqui discutir, ser um elemento propulsor do desenvolvimento industrial brasileiro.

A ciência brasileira conseguiu, porém, formar em todas as áreas uma elite de pesquisadores capaz de entender o que se passa no mundo e de fazer avançar esse conhecimento em temas que nos tocam de perto. A *Ciência Hoje* reflete esse sucesso que poucos países em desenvolvimento alcançaram.

JOSÉ GOLDEMBERG
MINISTRO DA EDUCAÇÃO E EX-PRESIDENTE DA SBPC

UFSCar Universidade Federal de São Carlos

PARABENIZAMOS A CIÊNCIA HOJE PELOS DEZ ANOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

O CONHECIMENTO COMO COMPROMISSO
17 cursos de graduação
21 cursos de pós-graduação

UFSCar - Universidade Federal de São Carlos
Rodovia Washington Luiz, Km 235 - São Carlos - SP - Fone (0162) 74-8116 - Fax (0162) 71-2081

A Responsabilidade de Divulgar Ciência

Bastaria o título de prêmio Nobel de Química de 1981 em seu currículo para tornar o dia-a-dia de Roald Hoffmann cheio de afazeres. Mas esse químico norte-americano ainda acha tempo para escrever poesias e estudar arte. E tem mais: é um praticante incansável da divulgação científica. "Gosto de ver o brilho nos olhos das pessoas quando elas entendem alguma coisa", diz. Hoffmann é o narrador do *The World of Chemistry* (traduzido como *O Mundo das Moléculas*), série em 26 capítulos para a TV, cuja a tradução e os direitos para o Brasil estão sendo negociados pela Associação Brasileira de Química (ABQ).

Na sua última visita ao Brasil, promovida pela ABQ e pela Sociedade Norte-americana de Química, Hoffmann — que dividiu o Nobel com o japonês Kenichi Fukui — participou do último encontro de física da matéria condensada, em Caxambu (MG), fez palestras técnicas e discutiu a relação entre arte e ciência. Ele falou à *Ciência Hoje* sobre a divulgação científica.

— Por que um prêmio Nobel passou a se interessar por divulgação científica?

— Há diversas razões. Uma delas é que eu gosto de ver o brilho nos olhos das pessoas quando elas entendem alguma coisa. Gosto de ensinar. Acabei de dar um curso para cerca de 900 estudantes. Essa é a razão pessoal. Uma outra vem do senso de responsabilidade. Acho que os cientistas têm a responsabilidade de ensinar ciência às pessoas. A razão principal para fazer isso não é atrair mais pessoas para a química, por exemplo, mas informar o público geral. Quando as pessoas adquirem algum conhecimento científico, podem compreender melhor as decisões, o que é fundamental numa sociedade democrática. Caso contrário, poderão se tornar vítimas de demagogos e especialistas.

— Então, o senhor acha que os cientistas têm obrigação de divulgar ciência?

— Certamente. Eles têm essa responsabilidade tanto no Brasil quanto em qualquer outro país. Aqui eu vi muitas pessoas interessadas em discutir essa questão e a sua revista [*Ciência Hoje*] é um bom exemplo de pessoas levando a divulgação a sério, mas para isso entendo que dinheiro e apoio são necessários.

— Qual a importância da divulgação científica para um país do Terceiro Mundo como o Brasil?

— Acho que o Brasil precisa de uma base científica forte para superar sua situação de país do Terceiro Mundo. É impossível importar tecnologia. Ela precisa ser desenvolvida aqui. É um processo lento e doloroso. Requer apoio e dinheiro do governo para as ciências básicas e para a educação. O Brasil tem muita riqueza natural e seria uma vergonha para um país como esse continuar para sempre só como um produtor desse ou daquele mineral. O Brasil precisa aprender como transformar essa matéria em produtos acabados e não só embarcá-la para um lugar qualquer e recebê-la de volta na forma de videocassetes É preciso aprender como fazê-los. O caso dos aviões feitos no Brasil é um exemplo de que isso pode ser feito em várias outras áreas.

— Qual a melhor maneira de divulgar ciência? Há alguma fórmula especial para os países desenvolvidos ou ...

— Não. Não há uma fórmula melhor para a divulgação científica. Acho que se devem adaptar técnicas. Eu mesmo faço isso. Fiz um programa para televisão com 26,5 horas de duração. Acho que a televisão é muito importante, mas não há uma estratégia única. Gosto de discutir essa questão com meus amigos das áreas de artes e humanidades. Penso que nessa questão não há grandes diferenças entre os países desenvolvidos e os subdesenvolvidos. Nós também temos problemas com o entendimento da ciência por parte das pessoas.

— Na sua opinião, quais são as melhores revistas de divulgação científica?

— A revista britânica *New Scientist* faz um bom trabalho. Tem reportagens científicas e outras que se dirigem ao público em geral. A Discovery [EUA] popularizou demais a ciência e a *Scientific American* [EUA] se tornou um pouco difícil para ler, mas é notável que tenha uma circulação de aproximadamente um milhão de exemplares. A francesa *La Recherche* não é ruim. Acho que a *Ciência Hoje* trabalha muito bem. Admiro especialmente a edição para as crianças. Acho que é uma experiência muito interessante, que ninguém tentou fazer antes.

— Qual é a contribuição da arte para a divulgação científica?

— Nos programas que fizemos para a TV, usamos animação feita por computação. Um cientista sentado na frente de uma tela de computador, com certeza, será capaz de entender a imagem de uma molécula se movimentando, mas escolherá, talvez, as cores erradas na hora de pintá-la. Ele fará com que as cores se choquem ou cometerá outro erro tão primário quanto esse. Para essa tarefa, precisamos de pessoas especializadas. A arte tem um papel fundamental na educação. Atualmente, a animação por computador, do tipo que usamos em nossa série ou do tipo que vemos em filmes como *Guerra nas Estrelas* e *Exterminador do Futuro 2*, é feita pela união de arte e tecnologia.

— É possivel para um cientista ser um bom artista e vice-versa?

— É uma assimetria interessante. Acho que alguns poucos cientistas se dedicam também à arte. Eu mesmo tento fazer poesia e conheço outros, não muitos, que são pintores ou compositores. Para fazer ciência, é preciso um treinamento que requer muito tempo. Eu não posso citar bons exemplos de artistas profissionais que tenham se voltado para a ciência, com exceção de Goethe, que fez algumas contribuições científicas, apesar de relativamente pequenas.

CÁSSIO LEITE VIEIRA
CIÊNCIA HOJE, RIO

AZIZ NACIB AB'SÁBER
O Xeque da Geografia

Entrevista concedida a Carmen Weingrill e Vera Rita Costa (*Ciência Hoje*)

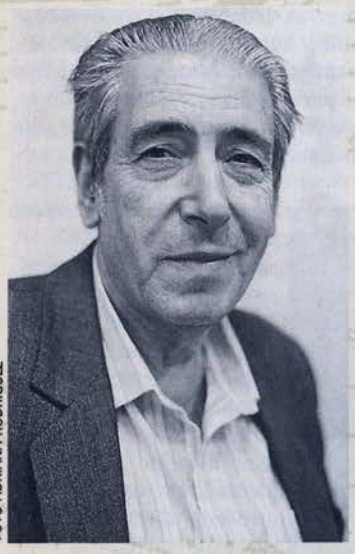


FOTO ADRIANA RODRIGUEZ

"Aziz filho de Nacib; Nacib da família Ab'Sáber": foi assim, com esse estranho nome composto, que o escrivão do cartório da bucólica São Luís do Paraitinga, no alto vale do Paraíba, em São Paulo, registraria em seus livros a chegada ao mundo, no dia 24 de outubro de 1924, do menino que mais tarde ficaria conhecido como Aziz Ab'Sáber, o mais respeitado geomorfologista nascido em solo brasileiro, filho de um pequeno comerciante libanês e de dona Juventina, uma brasileira de ascendência portuguesa oriunda do sertão florestal. "Nasci no entremeio de um mar de morros", escreveu Aziz num poema da adolescência, em que já prenunciava a ciência que abraçaria e o estilo que costuma incendiar seu discurso. Em tom poético e fartamente descritivo, ele discorre sobre o espaço físico brasileiro como se fizesse referência às linhas da própria mão. Foi pelas frestas de um jacá de bambu, onde certa vez se acomodou com os irmãos para descer a serra em lombo de burro, na direção do mar paulista, que Aziz Ab Sáber começou a admirar a riquíssima e variada paisagem brasileira. A família deixava Paraitinga para buscar melhor sorte lá pelas bandas de Caçapava. A vida era muito difícil, mas o pequeno Aziz daria conta de trocar o comércio, opção natural para um Ab Sáber, por uma vaga no curso de Geografia e História da Universidade de São Paulo. A partir daí, começaria a construir uma carreira universitária sólida e brilhante. Aos poucos, Aziz, que, nos tempos de estudante, raramente tinha condições financeiras de viajar, foi conhecendo – e bem – os diferentes domínios da natureza brasileira: o cerrado, o Nordeste seco, o planalto das araucárias, a mata amazônica. Isso deu a ele uma visão tão absolutamente integrada do país, que lhe permite falar de sua terra e de sua gente como quem fala de coisas e pessoas muito íntimas. "Quando me dei por gente", conta Aziz a respeito de sua infância, "meu ambiente de vida era uma casa de esquina defronte ao mercadão da rua Nova, de onde se ouvia o vozerio das gentes de todas as roças que vinham vender seu produto e comprar mercadorias." O tempo passou, a casa dos Ab'Sáber em São Luís do Paraitinga desapareceu, mas o filho de Nacib continua a ouvir o vozerio das gentes do Brasil, só que dessa vez reivindicando uma nação mais justa, pela qual ele também jamais deixou de clamar.

— Como é que sua família veio parar no Brasil?

— Meu pai era libanês e veio jovem para o Brasil buscar meu avô, um pequeno comerciante que estava morando em São Luís do Paraitinga (SP). Eles retornaram ao Líbano e, anos depois, em razão das lutas religiosas agressivas que já havia por lá e a conselho de minha avó, meu pai voltou para o Brasil. Aqui ele se casou com uma brasileira do sertão florestal, não do sertão seco. Minha mãe era muito ciumenta e nunca permitiu que se falasse árabe em casa. Portanto, apesar de eu ter um nome parecido com o de um xeque, não sei falar árabe.

— Onde fez seus primeiros estudos?

— Quando o terceiro dos três primeiros filhos completou seis anos, meu pai mudou-se para Caçapava (SP), uma cidade com mais infra-estrutura. Lá ele tinha uma lojinha e continuou fazendo o que a família sabia fazer. Nesse período, pela primeira vez, recebi uma educação formal. Indo para Caçapava, meu pai nos deu chance de seguir uma carreira. Fiz o curso primário no Grupo Escolar Rui Barbosa e aprendi a conviver com a competição. Pela primeira vez senti que as pessoas poderiam ser muito agressivas. Por ter um nome obviamente árabe, eu era chamado de 'turquinho'. Antes de entrar para a escola, não havia tomado conhecimento desse tipo de coisa. Fiz o curso secundário no Ginásio Estadual de Caçapava. Aliás, todas as etapas de minha educação foram realizadas em escola pública.

— Seu pai tinha formação escolar?

— Não. Ele era de uma família que morava numa região de tradição agrícola, a leste de Beirute, onde toda a família se dedicava a atividades rurais. Meu pai foi o primeiro a se desgarrar, indo morar em Beirute. Ele tinha espírito aventureiro e gostava de viajar. Foi a Jerusalém sozinho quando moço e, depois, com apenas 15 anos, veio para o Brasil. Não teve condições de estudar. Mas, curioso, ele tinha uma característica que, penso, herdei dele: a vontade de conhecer mundos.

— Mas ele se preocupava com a educação dos filhos, não?

— O sonho dele é que os filhos pudessem estudar na França, um ambiente cultural com o qual seus primos tinham convivido. Quando ele veio para o Brasil, o navio parou em Gênova, na Itália, e não em Marselha. Isso foi uma decepção para ele, que queria conhecer um pedaço do solo francês. Meu pai sempre conviveu com a idéia de que eu, o mais velho, iria estudar na França.

— Quando é que o senhor decidiu ir para a universidade?

— Foi durante o curso secundário, influenciado por professores formados na primeira fase da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP. Alguns deles foram dar aula em Caçapava e eu pude sentir a diferença entre a formação desses professores e a dos mais velhos. Percebi a importância de uma boa formação, sobretudo na pessoa de um professor de história que estimo até hoje. Ele se chamava Hilton Friedericci, e ensinava uma história muito ligada à geografia humana, relacionada ao ambiente onde se desenvolviam os processos históricos. Em compensação, os professores de física, química e matemática não tinham boa formação ou não tinham didática. Os professores de história natural eram melhores. Gostava de física, apesar de considerar minha formação muito ruim. Parti então para o que eu gostava mais: história e geografia.

— Com quantos anos o senhor entrou na faculdade?

FOTO CEDIDA POR AZIZ AB'SÁBER

Mesmo sem saber dirigir na época (1949), Aziz posa de motorista durante uma de suas excursões.

— Naquele tempo estava havendo uma mudança no ensino secundário. Eu havia feito apenas até o quinto ano, mas podia prestar o exame direto, sem fazer o Colégio Universitário, uma espécie de ponte entre o secundário e a universidade. Eu não tinha condições de enfrentar um exame cujos concorrentes tinham mais dois anos de estudos no Colégio Universitário, onde muitos professores eram da própria universidade ou ex-alunos recém-formados. Mas eu passei, acho que por causa de desenho, e com isso ganhei dois anos. Entrei na faculdade com 18 anos. Os exames eram muito difíceis. Para história e geografia, exigiam-se conhecimentos de história antiga e medieval, história contemporânea, história do Brasil, geografia do Brasil, geografia humana, geografia física, elementos de sociologia e desenho. Me saí mais ou menos bem em algumas dessas matérias. Não tinha conhecimento suficiente para ir bem em todas. Eu não viajava, estava circunscrito à área do Vale do Paraíba. Conhecia apenas Caçapava, Guaratinguetá e São Paulo. Fiz também uma viagem a Santos, quando vi o mar pela segunda vez. A primeira foi quando nos mudamos de São Luís do Paraitinga para Caçapava. Meu pai arrumou para descermos até Ubatuba, em despedida a São Luís. Era um período diferente. A serra, se descia a cavalo. Os meninos iam em jacás. Como eu era mais pesado do que meus dois irmãos, meu pai compensava a diferença de pesos com uma pedra. E chuva em cima até o fim da viagem! A estradinha era no meio da mata, um resto de estrada colonial em que se ia do planalto até o mar.

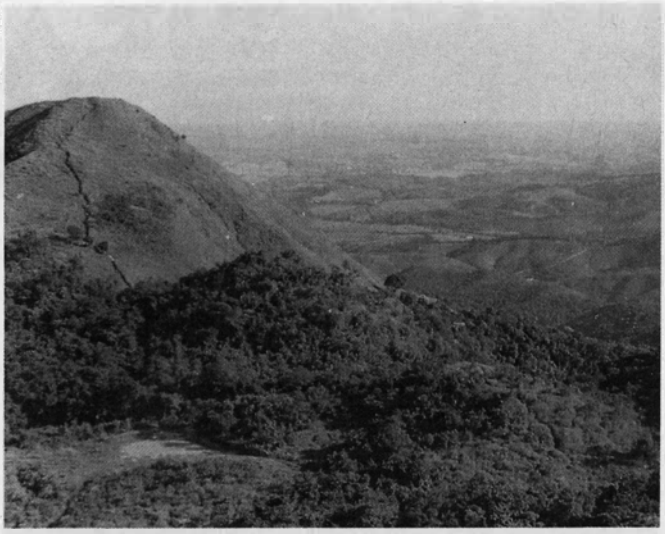
— O senhor disse ter passado no exame por causa de desenho. O senhor tem habilidade nessa área?

— Tenho. Ainda faço maquetes de relevo, blocos, diagramas. Mas não sou desenhista, sou apenas um esboçador de desenhos.

— Parece que estudar é a coisa que o senhor sempre mais gostou de fazer, não?

— Sim, eu não tinha outro objetivo na vida. Vim para São Paulo em 1940, sem ter feito o serviço militar. Mas tive que fazê-lo logo depois da preparação para os exames e entrei numa fase dura

FOTO AZIZ AB'SÁBER



O pico do Jaraguá (1.135 m), tema do primeiro trabalho científico de Aziz Ab'Sáber. O pico, que fica nos arredores da cidade de São Paulo, representa uma grande lente de quartzitos resistentes encaixada em xistos argilosos. A foto, feita por Ab'Sáber, é de 1950.

de treinamento. Pouco depois, em 41, tive uma infecção muito complicada. Se a minha família não tivesse vindo para São Paulo, eu teria morrido. Meus pais haviam perdido praticamente tudo antes de se mudarem, e o começo da vida da gente aqui foi um drama. Sou um sobrevivente desse tempo. Eu estava no primeiro ano da faculdade e fazia os primeiros meses do exército. Meu pessoal se instalou num bairro proletário, o Tatuapé, o único que meu pai conhecia. Foi um período muito difícil.

— Não lhe parecia contraditório dedicar-se aos estudos quando havia tantas dificuldades financeiras na família?

— Tive muitos problemas psicológicos por causa disso. Mas me dedicava profundamente aos estudos, pois sabia que a solução de muitos problemas da família dependia de mim. Eu adorava a universidade. Os primeiros cursos que fiz foram de altíssimo nível. Na área de humanas, estavam aqui os professores da missão francesa: Jean Gagé, de história, Pierre Monbeig, de geografia, entre outros. Brasileiro, havia o professor Aroldo de Azevedo, com quem mantive permanente contato. Cheguei a ser seu assistente e fiz toda minha carreira na disciplina de geografia do Brasil. Mas confesso que naquela época eu gostava mais de história. Ficava deslumbrado com as aulas de Jean Gagé. Ele era um medievalista famoso na Europa que veio para o Brasil como chefe da missão francesa em ciências humanas, substituindo Fernand Braudel. Braudel ficou pouco tempo; não tive a honra de acompanhar seus cursos. Só mais tarde é que assisti a algumas de suas conferências.

— Mas foi à geografia que o senhor se dedicou. Qual a razão dessa escolha?

— O preço dos livros de história e das assinaturas das revistas especializadas era um empecilho. Nas primeiras excursões ao campo, descobri que na geografia eu podia ler a paisagem e não precisava de livros. E também não havia bibliografia para os trabalhos que deveríamos fazer. Bastava ter saúde e boa vontade. Comecei então a ir ao campo e a fazer pequenas viagens. Como eu não tinha máquina fotográfica, aprendi a desenhar as paisagens que via.

— Foi como estudante que o senhor começou a produzir cientificamente?

— O primeiro trabalho de campo que fiz, sem orientação, foi sobre a geomorfologia da região do Jaraguá e arredores. Partindo de trem da Estação da Luz, em São Paulo, descrevi as colinas até chegar a Taipas e depois subir ao pico do Jaraguá. Descobri que havia outra coisa, além da história, que eu gostava de fazer e que era muito esportiva: viajar em trem de subúrbio, que naquela época era muito barato. Foi assim que minha carreira científica começou. Ainda como aluno, já fazia pesquisas e, por isso mesmo, acabei ficando um pouco marcado.

— Como assim?

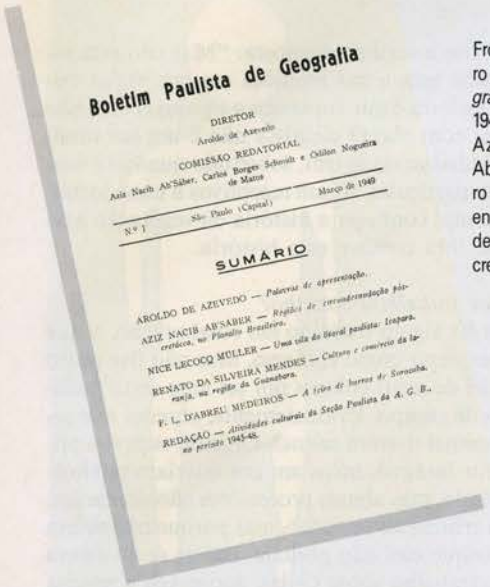
— Naquele tempo, nem todos os professores eram pesquisadores natos. Quando iam ao campo, era para fazer uma *mise-en-scène*, pois não tinham muita capacidade de observação. Estudava-se a geografia da paisagem: a geometria das formas e a utilização humana do espaço. Ainda não se tinha qualquer senso ecológico. Em minhas excursões procurei examinar as paisagens como um todo, mas logo me especializei em geomorfologia. Um tanto precocemente, hoje reconheço.

— Quais foram suas primeiras atividades depois de formado?

— Entre 1944 — quando obtive o título de bacharel e me licenciei em geografia e história — e 1965, tentei conhecer o Brasil, pois não tinha dinheiro para viagens mais longas e não havia auxílio de nenhum tipo. Tive a sorte de me filiar à Associação dos Geógrafos Brasileiros, que se reunia uma vez por ano em pontos diversos do Brasil. A sociedade não se reunia em capitais, só em pequenas cidades e, durante essas reuniões, a gente aproveitava para fazer pesquisa de campo nos arredores. A sociedade foi fundamental na minha vida, porque, além de ter me permitido conhecer o Brasil, ainda me possibilitou publicar, em seu boletim, pequenas notas sobre as áreas que percorria.

— A sociedade custeava suas despesas?

— Custeava, porque eu era um aluno sem recursos. Muito cedo me tornei membro da diretoria e, quando o *Boletim Paulista de Geografia* foi criado, o professor Aroldo me convidou para participar de seu conselho editorial. Assim, pude compensar a falta de dinheiro. Eu não costumava freqüentar as rodas dos bares e restaurantes porque não podia dividir as despesas. Mas tive muita sorte com meus colegas. Um dia, o Miguel Costa Júnior sugeriu que fizéssemos um *pool* entre nós para conhecer um lugar distante. Com pouco dinheiro e com a ajuda da Fundação Brasil Central, fomos — o professor Pasquale Petrone, o Miguel Costa Júnior e eu — a Uberlândia. Lá, descobrimos um cidadão que estava levando mercadorias para a cidade de Aragarças (GO). O núcleo de Aragarças estava sendo construído pela Fundação Brasil Central na margem direita do rio Araguaia, em frente a uma cidadezinha muito pobre, que era Barra do Garças. Essa viagem foi fundamental na minha carreira, porque eu saí de uma região de morros, onde havia passado a infância e fui parar no Brasil Central, com chapadões intermináveis, cerrados e florestas de galeria. Pela primeira vez eu senti a diferença entre os domínios morfoclimáticos do Brasil. Comecei então a ler os trabalhos de viajantes como Saint-Hillaire e fiquei muito fixado no Brasil Central. Escrevi um longo trabalho sobre o sudoeste de Goiás, junto com o Miguel Costa Júnior. O trabalho, 'Contribuição para o estudo do sudoeste de Goiás', está publicado nos anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros.



Boletim Paulista de Geografia

DIRETOR
Aroldo de Azevedo

COMISSÃO REDATORIAL
Aziz Nacib Ab'Sáber, Carlos Borges Schmidt e Orlando Nogueira de Matos

Nº 1 — São Paulo (Capital) — Março de 1949

SUMÁRIO

AROLDO DE AZEVEDO — *Palavras de apresentação.*
AZIZ NACIB AB'SÁBER — *Regiões de circundesnudação pós-cretácea, no Planalto Brasileiro.*
NICE LECOCQ MÜLLER — *Uma vila do litoral paulista: Iraporanga.*
RENATO DA SILVEIRA MENDES — *Cultura e comércio da laranja, na região de Guaratinguetá.*
F. L. D'ABREU MEDEIROS — *A ilha de barras de Sorocaba.*
REDAÇÃO — *Atividades culturais da Seção Paulista da A. G. B., no período 1945-48.*

Frontispício do primeiro número do *Boletim Paulista de Geografia*, lançado em março de 1949 sob direção de Aroldo de Azevedo. Nessa edição, Ab'Sáber publicou seu primeiro trabalho com repercussão entre os geógrafos: 'Regiões de circundesnudação pós-cretácea no planalto brasileiro'.

— Este foi seu primeiro trabalho?

— Foi o meu primeiro trabalho de fôlego. Antes eu havia escrito sobre a geomorfologia do Jaraguá e suas vizinhanças. Todo o meu trabalho posterior decorreu dessa viagem ao Brasil Central e de uma outra que fiz mais tarde, pela Associação, ao Nordeste. Nessa segunda viagem, quando desci de Campina Grande (PB), após transpor o Planalto da Borborema, para a região de Patos (PB), vi pela primeira vez uma serra seca, cheia de cristas elaboradas em estruturas quartzíticas mergulhantes. A partir da ponta dessa serra, entrei pela primeira vez no alto sertão, que é baixo, ondulado, com caatingas extensivas, rios intermitentes e uns morrotes bizarros, do tipo dos pães-de-açúcar, porém designados *inselbergs* pelos condicionantes semi-áridos do seu entorno. Compreendi imediatamente que estava diante do terceiro domínio da natureza brasileira. Durante muitos anos me dediquei a entender até onde iam aquelas depressões interplanálticas com montanhas e caatingas, solos de regiões secas, homens e sociedade sertaneja projetados pelo mundo da caatinga. A esse respeito, publiquei em *Ciência Hoje* o artigo 'Os sertões — a originalidade da terra', um dos primeiros trabalhos de conjunto sobre a região dos sertões (ver *Ciência Hoje* nº 18).

— Quantos anos o senhor tinha quando fez esta primeira viagem?

— A viagem para o sudoeste de Goiás foi em 1946, quando eu tinha 22 anos. A viagem ao Nordeste aconteceu mais tarde, em 1951 ou 1952. Na primeira fase de minha carreira, procurei entender a compartimentalização topográfica do Brasil. Já havia percebido três domínios integrados de natureza — o que hoje chamaríamos de domínios morfoclimáticos e fitogeográficos — e três domínios de geografia humana, com relações homem-ambiente muito rústicas e sofridas. Meu objetivo era entender a topografia geral do país, pois os mapas daquele tempo nada diziam. Falava-se do Espigão Mestre e a gente não sabia se se tratava de uma crista ou de um platô divisor. Adiante dessa região, que fica entre o Vale do São Francisco e a atual região de Brasília, havia o desconhecido. Sabia-se menos ainda sobre o espaço que se estendia entre essa região e a periferia da Amazônia. Eu me dedicava dia e noite a entender como era a compartimentação topográfica geral do Brasil, esse complexo sistema que envolve partes altas (montanhas, platôs) e rebaixamentos (depressões interplanálticas e sistemas de colinas e terraços). Essa foi a minha primeira preocupação, que deu substância à minha forma de perceber os espaços físicos e ecológicos.

— O senhor tinha idéia de onde iria chegar com seus estudos?

— Em 1956, estabeleci um roteiro de estudo de geomorfologia. Propus-me inicialmente a entender a compartimentalização e as formas que assumem os compartimentos, aquilo que se vê. Como geógrafo, eu tinha que ter olhos. E isso me foi ensinado, desde a primeira hora, pelos mestres franceses. Portanto, procurei desenvolver essa percepção, pois sem isso é impossível ser geógrafo. A partir de 1956 — por influência dos grandes geomorfologistas e geólogos do quaternário que vieram ao Brasil participar do XVIII Congresso Internacional de Geografia, realizado no Rio de Janeiro —, comecei a me interessar pela estrutura superficial da paisagem, ou seja, passei a interpretá-la como documento do passado recente, da história física e ecológica da Terra. Foi aí que me aproximei da ecologia e da geoecologia. Passei a me interessar sobretudo pela fisiologia da paisagem, por aquilo que depende do clima. Queria ter uma noção dinâmica da fisiologia da paisagem, que integrasse todos os seus componentes: águas caindo, rochas se decompondo, solos se formando, enfim uma cadeia sutil de eventos. Fixei um tripé de estudos: compartimentalização e formas; estrutura superficial da paisagem; e dinâmica ou fisiologia da paisagem.

FOTO AZIZ AB'SÁBER

Participantes do XVII Congresso Internacional de Geografia, realizado no Rio de Janeiro em agosto de 1956. Entre os congressistas — no alto de um edifício em Recife, durante excursão ao Nordeste —, identificam-se: Mário Lacerda de Mello (ao centro, de óculos), o russo Davitaia (à esquerda de Lacerda), o francês Jean Dresh (o mais alto, atrás, à direita) e Hilton Sette (à esquerda de Dresh).

— Como o senhor chegou à teoria dos refúgios?

— Essa história começou quando entrei em contato com os grandes geógrafos alemães, belgas, franceses, poloneses e russos que vieram ao Congresso Internacional de Geografia realizado aqui no Brasil em 1956. De repente chegou ao Brasil um avião cheio de geógrafos, autores dos livros que eu lia. Foi uma festa! Eles não entendiam por que até durante o jantar eu procurava estar por perto deles. Aquela reunião me marcou. Até então eu não tinha tido oportunidade de ir à Europa e ver de perto o trabalho de geomorfologistas com formação muito superior à minha. Em 1957, quando Jean Tricart, um grande geógrafo de campo, voltou ao Brasil, eu o assessorei numa excursão a Salto, Jundiaí, Sorocaba e Campinas. Um dia paramos perto de um barranco onde havia uma ocorrência de *stone lines* (linhas de pedra)

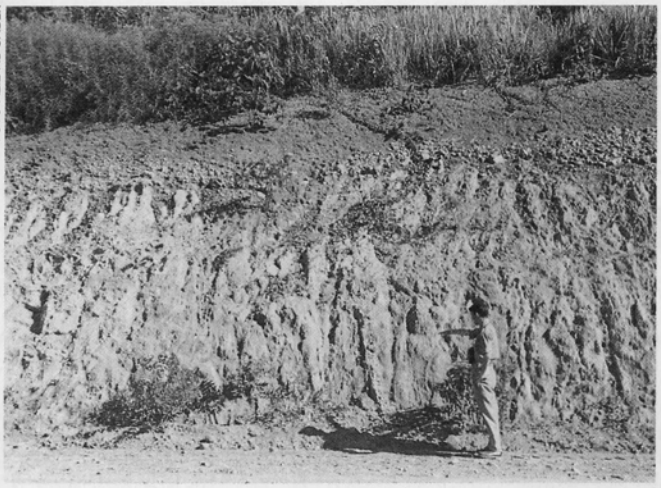


FOTO AZIZ AB'SÁBER

Stone lines (linhas de pedra) entre São Paulo e Itu (SP).

sobre terrenos mais antigos e, logo abaixo, terrenos cristalinos. Até então as linhas de pedra eram um enigma para nós brasileiros. Eu sabia da existência de bibliografia sobre aquelas linhas e sabia também que o que se dizia sobre elas não estava correto. Mas ninguém sabia explicá-las de outra forma com exatidão. O Tricart me disse então que aquelas linhas de pedra — que haviam dado tanto trabalho aos geógrafos, cada um interpretando-as a seu modo — na realidade deviam ser um remanescente de um chão pedregoso do passado. Poderia ser algo parecido — embora não se pudesse afirmar com certeza — com certas formações de pedras típicas do Nordeste brasileiro. Aquela área em que estávamos deveria, no passado, ter sido um chão pedregoso com caatingas ou cerrados, segundo a interpretação arguta de Tricart. Não precisou que ele dissesse mais nada: fiquei encantado com o que me dizia e me dediquei daí para frente a estudar as linhas de pedra.

— Que relação há entre essas linhas e a teoria dos refúgios?

— Já havia visto linhas de pedra dezenas de vezes no sul do país, mas não tinha condições de interpretá-las. Com o estímulo de Tricart, fixei-me na idéia de que as regiões com muitas linhas de pedra próximas umas das outras já teriam tido uma fisionomia semelhante à do Nordeste seco atual: com chão pedregoso e com áreas de solo sem pedras mas igualmente secas. Cheguei a fazer um mapa marcando todas as ocorrências de linhas de pedra. Depois estabeleci os corredores que deveriam ter sido secos e comparei com as informações sobre a existência de brejos no Nordeste. Concluí que todas as áreas onde ocorria chão pedregoso tinham sido na verdade caatingas — e não cerrados ou cerradinhos — e que as matas recuaram para ambientes iguais aos dos brejos do Nordeste. Por aproximações sucessivas, cheguei à conclusão de que muitas áreas tiveram caatingas extensivas e as matas ficaram reduzidas a pequenas manchas em alguns pontos, que chamei inicialmente de 'redutos'. Mais tarde outros adotaram a expressão 'refúgio'. Por causa dessa conclusão, sou considerado um dos autores da chamada teoria dos refúgios. O 'jogo' que imaginei foi o seguinte: no momento em que as caatingas se expandiram, as florestas recuaram, mas não desapareceram, porque senão não teriam voltado. Esta foi a minha maior intuição.

— Essa hipótese causou alguma reação imediata?

— Lancei essa idéia numa conferência, durante a reunião da Associação dos Geógrafos em Alagoas, e depois em duas teses, uma de 1965 e outra de 1968. Mas, antes que eu publicasse minhas hipóteses, muita gente as copiou. Cheguei a tirar satisfação com uma pessoa e obtive a seguinte resposta: "Mas não está escrito!" Mas essa pessoa estava nas reuniões em que expus minhas idéias... Minha desforra é que copiaram a tipologia mas não souberam o que fazer com ela. O cientista não é um ser totalmente destituído de vaidades; ele as tem, sobretudo quando é roubado. Os biólogos, em particular, foram receptivos a essas idéias. Para eles era fundamental conhecer a história da vegetação brasileira e eu, em parte, lhes contava essa história.

— O senhor sempre trabalhou sozinho?

— Sim. Raramente fiz algum trabalho em colaboração, o que muita gente pode interpretar como egoísmo. Mas não tive outro jeito. Eu me diferenciei de meus colegas por ter uma certa facilidade para o trabalho de campo. Evidentemente, aqueles que seguiam uma carreira normal tiveram ciúmes. Quando escrevi o primeiro trabalho sobre o Jaraguá, meus amigos queriam publicá-lo numa revista de grêmio, mas alguns professores não aceitaram. Não porque tivessem críticas ao trabalho, mas porque não estava na 'ordem do dia', porque eles não podiam avaliar se eu estava certo ou não. Com o trabalho sobre Goiás, aconteceu a mesma coisa: com base nas observações que havia feito, cheguei à conclusão de que a bacia do Paraná era um belo exemplo de *cuestas* concêntricas de frente externa, como era exemplificado no livro de Emmanuel De Martonne. Fiz então um longo trabalho de interpretação e o apresentei em Goiânia. Os geógrafos que conheciam a região sabiam que eu tinha razão, mas, ainda assim, resolveram contestar. Veja que maldade com quem está iniciando! Eu tinha apenas 22 anos, era jovem, caipira e provinciano. Alguns diziam que eu tinha excesso de imaginação. Sofri profundamente com essas críticas. Uma publicação naquele momento da minha vida era muito importante, e eu quase caí das nuvens quando o professor Aroldo de Azevedo disse que publicaria o meu trabalho. Ele o publicou na íntegra, com a bibliografia que usei para realizá-lo e que apresentava um visão diferente sobre a formação de bacias. Quando o trabalho saiu, o professor Aroldo recebeu uma carta do México que dizia: "Gostei muito do trabalho deste cidadão de nome complicado. Representa um esforço de leitura e de aplicação de conhecimentos como eu ainda não havia visto." Aí é que meus amigos mais próximos se deram conta de que as reações maldosas eram de pessoas enciumadas. A vida inteira essas pessoas ficaram reclamando do que eu fazia, e quase tudo o que fiz foi aceito com muita indiferença por elas.

— A que o senhor atribui essa atitude?

— Todos competiam para emergir. Alguns até já tinham emergido por força de seu próprio vigor intelectual, outros por seus padrinhos.

— Como foi que o senhor entrou para o quadro de docentes da universidade?

— Quando eu estava para terminar a pós-graduação, meu amigo Miguel Costa Júnior foi até o professor Kennech Kaster, que ensinava geologia histórica, e me fez um elogio que eu não merecia. O Kaster disse que já havia reparado em mim e pediu que eu fosse falar com ele. Quando soube disso, sumi. Ia na aula e saía antes de terminar só para não falar com ele. Eu não tinha jeito, como ainda não tenho, para pedir as coisas. Um dia na aula, ele botou a mão no meu ombro e disse para procurá-lo depois do exame. Aí não houve como fugir. Ele propôs que eu fosse contratado como assistente sênior. Mas, como não havia vaga, fui contratado como funcionário. Os outros eram uma espécie de pro-

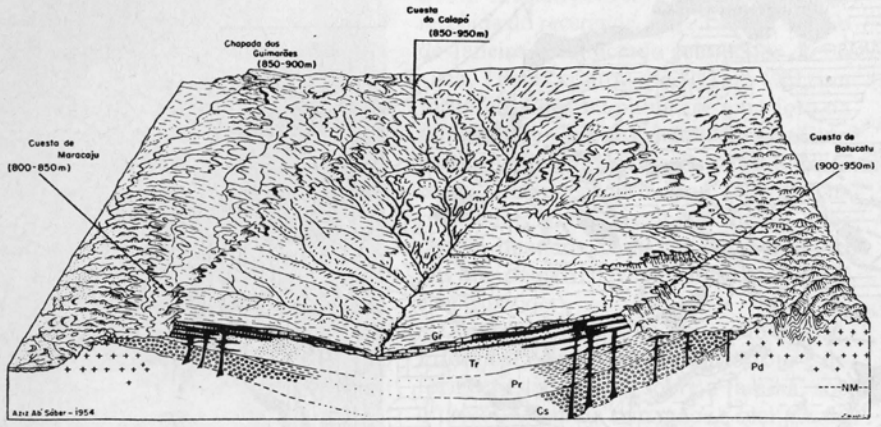


Diagrama da bacia do alto Paraná, feito por Aziz Ab'Sáber em 1954 para ilustrar seu artigo 'A geomorfologia do estado de São Paulo', publicado em *Aspectos geográficos da terra bandeirante* pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Conselho Nacional de Geografia, Rio de Janeiro, 1954. Vê-se a conformação de *cuestas* concêntricas de *front* externo, esculpidas na periferia da grande bacia gonduânica pelos fenômenos de circundesnudação pós-cretáceos.

fessores associados. Como a situação em casa era difícil e eu não conseguia aulas no curso secundário, resolvi aceitar. Depois que fui 'nomeado' na universidade, passei a tomar conta da biblioteca e a assistir às aulas do professor Kaster. O ambiente era extremamente competitivo. Havia os sem-caráter, que felizmente não fizeram carreira. O começo foi muito difícil, mas, apesar das dificuldades, a universidade tem suas compensações. Passei a ser 'prático de laboratório' até fazer o doutorado e a livre-docência. Só depois de me tornar livre-docente é que deixei de ser funcionário. Como professor independente, não tive muito tempo para orientar teses e formar um grupo de trabalho. Não tive orientador, pois naquela época prevalecia o sistema de especialização. Nos anos de 1959 e 1960 estive em Porto Alegre dando aulas. Foram os dois únicos anos em que fiquei fora da USP e até nesse período tive problemas. Mas, enquanto estive lá, conheci melhor o planalto das araucárias e pude aprimorar meus estudos sobre os domínios fitogeográficos do Brasil.

— O senhor esteve também em São José do Rio Preto, não?

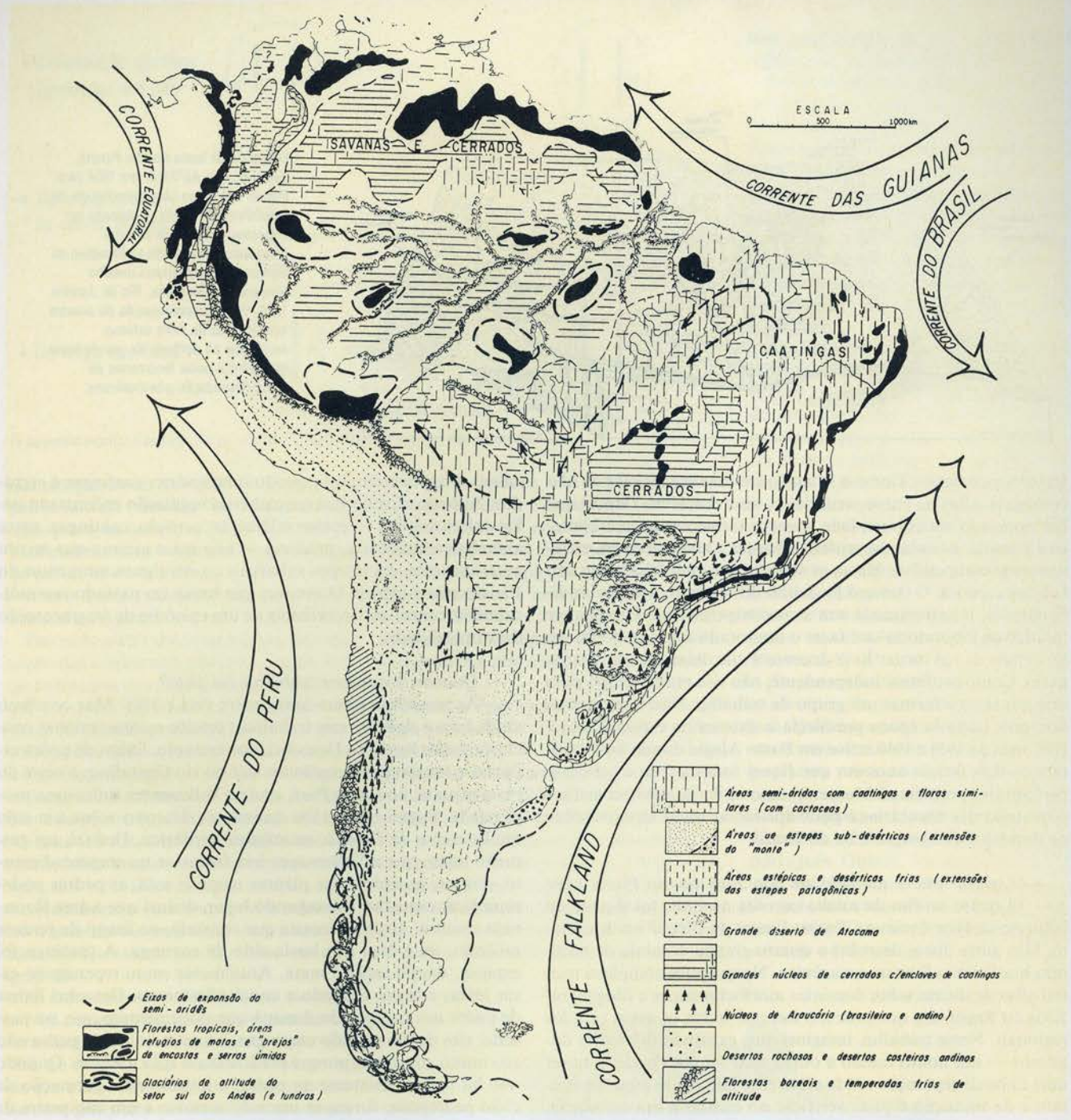
— Já quase no fim da minha carreira na USP, fui diretor do Instituto de Biociências e Ciências Exatas da UNESP em Rio Preto. Mas antes disso, descobri o quarto grande domínio da natureza brasileira: a floresta amazônica. Nessa época completei meu trabalho de síntese sobre domínios morfoclimáticos e fitogeográficos do Brasil, em que procurei integrar todos os meus estudos regionais. Nesse trabalho, imaginei que, existindo diferentes domínios — um muito úmido e outro seco —, não poderia haver uma linha de separação nítida entre eles. Estudei as áreas de contato e de transição e pude verificar no campo a sua existência. Foi o melhor trabalho que fiz. Entre duas áreas A e B há combinações de espécies, com predomínio daquelas que conseguem assimilar melhor a área de tensão ecológica. No caso do contato entre três áreas A, B e C, existem componentes comuns às três, predominando também as espécies mais capazes de sobreviver. Mas, nesse caso, já começa a se esboçar algo que não é nem A nem B nem C. Forma-se uma nova região, um 'tampão', entre A, B e C.

— O senhor pode dar um exemplo?

— A floresta de babaçu, entre a Amazônia e o Nordeste seco, ou a mata do cipó, entre a caatinga e a 'mata fria', na Bahia. Esse foi meu principal trabalho, o que me lançou perante a comunidade biogeográfica. Até então os biólogos não tinham uma boa noção de espaços geológicos aplicada ao Brasil como um todo. Depois cruzei esses dados com os que tinha obtido sobre as ocorrências de linhas de pedra e encontrei evidências de que algumas dessas áreas tiveram, no período quaternário, caatingas e cerrados. Aí pude afirmar que o quadro da vegetação encontrado pelos colonizadores — matas atlânticas, cerrado, caatingas, mata amazônica, araucária, pradaria — não era o mesmo que existiu anteriormente, em tempos subatuais ou em alguns momentos do Pleistoceno superior. O arranjo que havia no passado era radicalmente outro, em decorrência de um episódio de fragmentação da tropicalidade.

— Quando é que esse trabalho foi feito?

— As pesquisas foram feitas entre 1958 e 1968. Mas continuo ainda hoje a elaborar esse trabalho e preciso escrever minhas conclusões mais recentes. Descobri, por exemplo, linhas de pedra espessas e contínuas na região do vale do rio Cristalino, a oeste do rio Araguaia, no sul do Pará, onde a Volkswagen tinha uma propriedade. Fiquei estarrecido quando as descobri sobre um solo muito raso e de floresta amazônica periférica. Deduzi, em primeiro lugar, que a Volkswagen iria fracassar no empreendimento, porque, quando fosse plantar naquele solo, as pedras poderiam ficar expostas. Em segundo lugar, deduzi que a área florestada resultou de uma floresta que recobriu, ao longo de poucos milênios, uma área que havia sido de caatinga. A caatinga foi expulsa, dando lugar à mata. Atualmente estou repensando essas idéias e tenho chegado a conclusões novas. Descobri linhas de pedra nos campos do Amapá que documentam que, no passado, eles devem ter sido caatingas, e que as linhas de pedra não são muito contínuas porque predomina o solo arenoso. Quando não há matriz resistente na pedra, é impossível a formação de chão pedregoso; forma-se um solo arenoso e um campestre de caatinga, que no Nordeste é chamado de 'arisco', palavra que deriva da forma portuguesa antiga 'areusco'. São faces diferentes da caatinga. Os campos de Boa Vista, por exemplo, foram areuscos no passado. Ainda estou elaborando o significado do pedregal do vale do rio Cristalino em relação ao recuo das matas amazônicas para os refúgios. A idéia que estou tendo é de que havia caatinga na região de Brasília e nessa área do Araguaia; cerrados e algumas manchas centrais de matas, ao longo da faixa equatorial. Os refúgios periféricos estariam nas frentes úmidas de chapadões, na borda dos platôs e nas vertentes médias dos Andes, até onde as brisas úmidas atlânticas pudessem alcançar. A conclusão me parece bastante verossímil. Se no sul do Pará — entre a serra de Gradaús e os chapadões do Maranhão, a leste do rio Tocantins —, há cargas de material detrítico, constituído por linhas de pedra muito superficiais, é fácil deduzir que essa região foi mais seca no passado recente, aproximadamente entre 20 mil e 13 mil anos. E, se isso é verdade, os fragmentos de mata ama-



FONTE: *BOLETIM DO INSTITUTO DE GEOGRAFIA DA USP*, SÃO PAULO, 1977.

Domínios naturais da América do Sul há 13.000-18.000 anos: ilustração publicada no boletim nº 3 do Instituto de Geografia da USP, em 1977. O mapa sintetiza os conhecimentos acumulados por Ab'Sáber sobre as diversas regiões brasileiras e suas prováveis configurações no passado.

zônica, que estavam muito recuados ou refugiados nas encostas úmidas, mais tarde serviriam como bancos genéticos para a reconstrução do grande contínuo florestal amazônico.

— *Qual a importância imediata dessas conclusões?*

— Do ponto de vista ambiental, isso mostra que o quadro encontrado pelos colonizadores, formado nos últimos 12 mil anos, se deu a partir dos refúgios. Foi a biodiversidade dos refúgios que fez com que — na medida em que o clima foi se tornando mais úmido na Amazônia e no Brasil tropical atlântico — as ilhas de umidade fossem se emendando e se aglutinando no espaço total da Amazônia e ao longo da faixa atlântica brasileira. Por isso defendo a implantação de grandes reservas de biodiversidade não só para o futuro da vida no território brasileiro, mas também para preservar a biodiversidade em nível mundial. Isso por consciência própria, sem atendimento a pressões internacionais. Acho que é a partir dessa consciência que vão surgir novas propostas para a preservação da biodiversidade na Amazônia. O conhecimento das linhas de pedra por sua vez tem importância para prevenir impactos relacionados à escarificação ou sulcagem dos solos onde ocorrem.

— *O que há de peculiar no seu trabalho de geógrafo?*

— Na realidade, fui um grande viajante e um aprendiz de geógrafo. No início viajava para conhecer um pouco de tudo e, depois, já como geógrafo, para detalhar o conhecimento. No começo queria ter uma macrovisão do Brasil, mas, ao perceber que parte do passado recente estava na estrutura superficial da pai-

sagem, tive que descer e olhar para os barrancos, atuando como geólogo de superfície. Eu ficava encantado, em 1956, ao ver os geógrafos estrangeiros interessando-se apenas pelos documentos dos solos superpostos vistos nos barrancos. Nessa época, geografia para mim era olhar a organização geral da paisagem e a projeção dos homens. Olhar barrancos era tarefa de geólogos. A integração que fiz — olhar o barranco e o espaço total — foi muito saudável e até mais útil para uma visão integrada do mundo físico e ecológico do que aquilo que aprendi com meus mestres eventuais.

— Como foram suas relações com pesquisadores de outras áreas?

— Meu relacionamento com a comunidade científica foi amplo. Os biólogos e os fitogeógrafos se interessaram muito pelas minhas idéias. Por outro lado, pude usufruir de seus conhecimentos biológicos para recauchutar minha geografia física, redirecionando-a para uma biogeografia válida. A melhor colaboração que tive veio do zoólogo Paulo Emílio Vanzolini, em 1970. Ele descobria espécies novas e subconjuntos diferentes de espécies no universo espacial amazônico, o mesmo que Juergen Haffer estava realizando em 1969 com agrupamentos regionais diferenciados de pássaros. Quando falei sobre áreas que haviam sido secas no passado, referindo-me especificamente ao Amapá, ele percebeu a importância dessas idéias para a zoogeografia. Chamou-lhe a atenção sobretudo minha interpretação dos brejos como redutos de tropicalidade no domínio da caatinga, observação convergente que não é só minha. Se realmente houve refúgios distantes entre si durante o tempo em que a vegetação estava recuada, pode ter havido evolução genética distinta ou diferencial. Teria havido tempo suficiente para a subespeciação. O 'relógio da evolução' tem funcionado diferentemente em áreas de refúgio muito separadas entre si. Quando os refúgios começaram a se expandir e se uniram, passou a haver convivência de associações faunísticas distintas, pois o que existia em um quadrante não existia necessariamente em outro. Essas conclusões são o ponto máximo da colaboração entre o meu trabalho e o de outros pesquisadores, principalmente botânicos e zoólogos. Desde então não mais deixei de colaborar com os biólogos, entre os quais Luiz Edmundo Magalhães, Antônio Lamberti, Afrânio Fernandes, Maria Angélica Figueiredo e Benedito Vasconcelos Mendes.

— Como a questão social entrou na sua vida?

— No início da minha carreira, não tive oportunidade de me dedicar à geografia humana, pois muito precocemente me tornei um profissional de geografia física. Mas sempre fiz observações de geografia humana, necessárias para entender a organização real da paisagem e as modificações que lhe eram impostas pelo homem. Numa viagem que fiz quando jovem, percebi que os cerrados se intercalavam com remanescentes de cerradões e que aqueles eram frutos da degradação que o homem impunha ao cerradão. Em outros lugares de solos muito ruins, havia cerradinhos ralos no meio de capins nativos e árvores pequenas e esparsas. É óbvio que aquilo não era uma obra humana, mas da própria natureza. Com o tempo, passei então a me fixar nas conseqüências da atividade humana sobre a paisagem. Hoje, trabalho exatamente nessa linha, com mais experiência.

— Como vê as modificações impostas pelo homem na Amazônia?

— A Amazônia como um todo ainda está relativamente preservada. Mas a parte periférica, próxima ao cerrado, foi muito facilmente devastada. As pessoas saíam do cerrado e iam penetrando mato adentro, devassando florestas e fazendo experiências empíricas em solos pobres. Descobriam minérios e dominavam o espaço por processos cartoriais: muitos compravam pequenas áreas e as registravam como grandes propriedades. Foi o caos! Se examinarmos uma imagem de satélite de uma área crítica da Amazônia ocidental, veremos todos os tipos de supressão de florestas, com enormes conseqüências negativas para a biodiversidade regional. Examinei uma dessas imagens e fiz uma análise dos diferentes caminhos da devastação. Há uma estrada estadual ligando Belém, Marabá e Carajás, ao longo da qual há um processo contínuo de destruição. Numa distância de dois a cinco quilômetros além das margens dessa estrada não se vê qualquer sinal de floresta. Há também a ferrovia Carajás-São Luís — de 890 quilômetros, construída no governo Sarney —, em que se destruiu quase tudo entre cinco e 20 quilômetros, de ambos os lados da ferrovia. O governo permitiu que ocorressem barbaridades ecológicas durante sua construção, até mesmo o apossamento selvagem do espaço. Esta é a maior predação já feita na face da Terra, em tempo tão curto. O problema era ocupar a Amazônia de qualquer jeito. Outro fator de destruição são as estradas oblíquas e transversais, que conduzem à colonização em forma de 'espinhelas de peixe', a partir de todos os tipos de caminhos. Elas resultam da venda de pequenos lotes para indivíduos que vivem em qualquer parte do país e pensam que vão fazer uma aventura formidável na Amazônia. Essas 'espinhelas' são tantas que aquilo que era uma treliça no meio da mata se transforma em restos devassados de mata. Então é mentira se alguém diz que nessa área há 50% de matas preservadas, pois já ocorreu uma interconexão da devastação, prejudicando sobretudo as populações animais, para as quais já não existem nichos ecológicos. Os outros fatores de degradação estão relacionados com os rios e igarapés. Ao longo do Braço Grande e Alto Capim, vê-se a devastação nas duas margens. Os mais pobres fizeram o mesmo ao longo dos igarapés: devastaram, venderam árvores, tentaram sobreviver. As imagens de satélite também revelam alguns 'linhões' que dão acesso a grandes propriedades agropecuárias ilhadas no coração da floresta.

— E quando surgiu sua preocupação com as populações nordestinas?

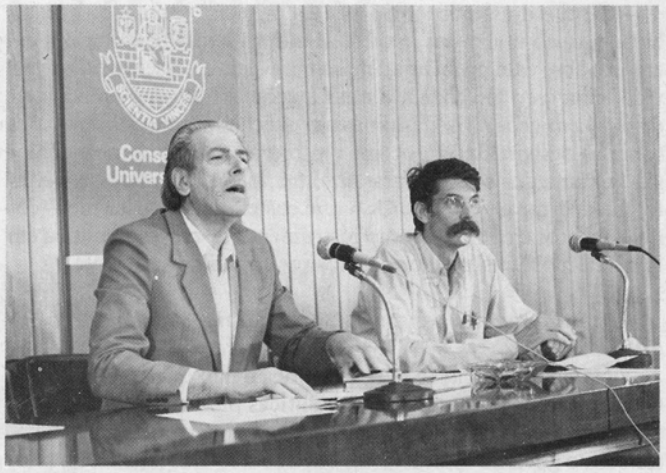


FOTO OSWALDO JOSÉ DOS SANTOS (AGÊNCIA USP)

Aziz Ab'Sáber e Philip Fearnside durante conferência sobre a destruição da Amazônia, realizada na USP em 25 de novembro 1988.

— Senti o drama dos sertões já na primeira viagem que fiz ao Nordeste, no início dos anos 50. Embora tenha demorado a escrever sobre esse problema, ele sempre esteve presente na minha vida. Como eu me dedicava mais à geomorfologia e estava interessado em geografia da natureza, guardei minhas observações sobre as desigualdades sociais, a projeção da pobreza e a ecologia humana dos sertões para o momento em que pudesse, de fato, me dedicar a elas. Confesso que custei muito a usar meus conhecimentos científicos como instrumento de pressão política em favor de posturas melhores para o meu país e sua gente.

— O senhor nunca pensou em se candidatar a algum cargo político?

— Não tenho vocação para a política e não quero ser político. Quero apenas colaborar com as políticas públicas e com os políticos que merecem meu respeito. Depois que comecei a colaborar com o governo 'paralelo' do Partido dos Trabalhadores, muita gente me confunde com uma espécie de candidato a político. De modo geral não gosto dos políticos brasileiros, independentemente do partido a que pertençam. Mas dou meu aval para as exceções e incluo, entre elas, Luís Inácio da Silva, o Lula, uma das inteligências mais rústicas e criativas do país. Sou um fiel servidor do governo 'paralelo', particularmente assessorando o Lula. Mas minha participação política limita-se a fazer diagnósticos de situações e listar boas propostas para o redirecionamento das políticas públicas.

— Que rumo o senhor acha que devem tomar as políticas públicas?

— O regional e o setorial, integrados ao nacional, devem ser valorizados. Se não houver uma administração mais direta, não haverá solução para um país de dimensões continentais como o Brasil. A idéia que tenho do espaço brasileiro me faz pensar na necessidade de um bom método de abordagem e de muitas estratégias. Não adianta ter noção de espaço se não houver um conjunto de estratégias que viabilizem o que se julga correto. Mas para isso é preciso o apoio de todos os grupos. Com o projeto Floram, desenvolvido no Instituto de Estudos Avançados da USP, tenho tido oportunidade de pensar nesse tipo de estratégia.

— O que é o projeto Floram e como o empresariado o tem recebido?

— Trata-se de um projeto de reflorestamento diferencial para o Brasil, no sentido de que cada área requer um tipo específico de reflorestamento. O Nordeste seco, por exemplo, não pode ser uma área para produzir grandes massas de eucalipto para papel ou celulose, pois não tem condições climáticas nem hídricas para isso. De início, retirei do projeto a Amazônia, o Pantanal, o Nordeste seco e todas as áreas de solos agrícolas rentáveis do país, admitindo a possibilidade de um aproveitamento parcial de espaços agrários subaproveitados de áreas em geral mais desenvolvidas. A Amazônia ficou de fora porque não tem sentido fazer reflorestamento numa região onde é preciso conservar o máximo de floresta em pé e descobrir modelos auto-sustentáveis para sua economia. Ainda assim, grandes áreas devastadas de sua periferia, como a faixa Carajás-São Luís, foram incluídas no projeto. O projeto Floram me deu acesso a áreas que estavam mais ou menos bloqueadas para debates. Os empresários não vinham à universidade porque a consideravam um antro da esquerda festiva e temiam que, ao revelar seus projetos, nós os combatêssemos. Através do projeto Floram, eles passaram a ter informações que

FOTO IEA/USP

Da esquerda para a direita, Aziz Ab'Sáber, José Goldemberg, Roberto Leal Lobo, Jacques Marcovitch, Werner Zulauf e Leopoldo Rodes, na apresentação oficial do projeto Floram, em 30 de outubro de 1991. Ab'Sáber, Goldemberg e Rodes são os autores do projeto.

desconheciam e a receber conselhos impensados. Os contatos têm sido muito úteis para associar desenvolvimento com proteção ecológica. Muitos empresários aprenderam a respeitar a universidade e a aceitar, em tese, nossas propostas.

— Como vê a atividade do cientista num país como o Brasil?

— Já ouvi dos artistas que eles vivem um grande drama porque o produto de seu trabalho é endereçado à burguesia, que não se preocupa com cultura e compra quadros apostando na sua valorização com o tempo. Com o cientista é pior! Para quem trabalha o cientista? Seu cliente é o país, a sociedade. Mas num país subdesenvolvido e num contexto de governos muito ruins que se sucedem, como é o caso brasileiro, os cientistas não têm como colocar no mercado o produto da sua atividade: as idéias, as descobertas, as propostas. Acho dramática a situação dos cientistas no Brasil. Julgo que o grande problema da ciência é que ela tem que ser permanentemente ética. Acho ainda que é fundamental para a ciência que as disciplinas não sejam aplicadas isoladamente. Não posso fazer uma proposta para a Amazônia com base apenas na geomorfologia da região. Qualquer conjunto de propostas para a região tem que se basear no conhecimento de toda a realidade: fatos físicos, ecológicos e sociais. Fatos e contingências políticas.

— O senhor é otimista em relação à questão ambiental no Brasil?

— Diante do quadro de devastação da Amazônia, não sou muito otimista. Há lideranças nos governos estaduais e empresários de postura imperial que defendem o modelo de ocupação dominante: devastação, multiplicação de estradas para valorização de suas glebas, expulsão de sem-terras, sem falar no fomento ao garimpo visando lucros e propiciando o contrabando de ouro e cassiterita. Alguns acham que se as florestas dos outros países já foram destruídas, por que não podemos fazer o que quisermos com a nossa? Pretende-se a total liberdade para qualquer tipo de supressão de florestas. Por outro lado, governadores e seus prepostos dão o seu aval à filosofia da devastação. Uma tristeza nacional! E no Acre até os juízes tentam absolver os assassinos de Chico Mendes. Nessas circunstâncias, cumpre-nos apenas lutar por boas idéias e propostas, ainda que não se possa acreditar em quase ninguém. ■

NOSSA INDÚSTRIA

AJUDA A ENCHER ESSE MUNDO

DE COR E BELEZA SEM POLUIR.

ISSO É USAR BEM A CIÊNCIA HOJE.

Todas as imagens que você está vendo nesta revista passaram pelas máquinas da Quimigráfica/ Brascolor. Usando a técnica mais avançada desse mundo. É bom poder ajudar a fazer um planeta mais bonito, colorido e inteligente. E o que é melhor, sem poluir nada.

QUIMIGRÁFICA
BRASCOLOR
STÚDIO GRÁFICO LTDA.

Rua Sinimbú, nº 485 - São Cristóvão - CEP: 20.910 - Rio de Janeiro - RJ.
Tel.: 284-4522 - Plantão: 284-4912 - Telex: 21 23653 - Fax: 264-4396.

salles

ANTICORPOS ANTI-HIV: HÁ INTENCIONALIDADE?

Nelson M. Vaz

Departamento de Bioquímica e Imunologia, Universidade Federal de Minas Gerais

A relação íntima entre o HIV, conhecido como o vírus da AIDS, e a manifestação da doença foi frontalmente questionada há alguns anos pelo pesquisador alemão Peter Duesberg, professor de biologia molecular da Universidade da Califórnia, em Berkeley (EUA). À época tachado de lunático por muitos de seus colegas, Duesberg volta à cena, dessa vez menos acossado pelas pechas que foi obrigado a suportar. Já não são raros hoje os cientistas preocupados em rever não só as causas, mas também a epidemiologia e as formas de tratamento da mais terrível patologia do final deste século. O imunologista Nelson M. Vaz, que engrossa as fileiras desse ainda reduzido mas já respeitado círculo de pesquisadores, aborda aqui o papel do imunologista diante do seu objeto de investigação. Embora pareça não ter ligação direta com a controvérsia suscitada por Duesberg, o problema para o qual Vaz chama a atenção é fundamental para a sua interpretação. Seu ponto de vista é sem dúvida polêmico, mas certamente lançará uma interrogação intrigante, que convém ser levada em conta não só no ambiente acadêmico, mas também no freqüentemente pouco flexível mundo da clínica médica.

A epidemia de AIDS colocou em xeque muitos conceitos importantes da medicina, tanto em sua face clínica, quanto em sua face experimental. Na clínica, tornou-se evidente que os métodos atuais são impotentes para controlar quer a infecção viral, quer as infecções oportunistas que derivam da imunodeficiência. Na face experimental, surgiram calorosas controvérsias sobre a etiologia e a epidemiologia da AIDS, chegando-se a questionar se o HIV é suficiente ou mesmo necessário para provocar a doença.

Os recentes resultados obtidos no Canadá pelos imunologistas T.A. Kion e G.F. Hoffman — publicados em 1991 no volume *253*:1.138-40 da revista *Science* sob o título '*Anti-HIV and anti-anti-MHC antibodies in alloimune and autoimmune mice*' — levantam uma série de novas questões. Eles mostraram que anticorpos anti-HIV podem aparecer no soro de camundongos normais, livres do HIV, que receberam transplantes de células de outros camundongos normais, também livres do HIV. Algumas dessas questões são de caráter básico, científico, e dizem respeito à própria especificidade dos processos imunológicos. Outras são de caráter médico e social, pois dizem respeito à confiabilidade, não exatamente de resultados de testes diagnósticos, mas do raciocínio em que tais testes se apóiam. Limito-me aqui a comentar a especificidade das reações imunológicas.

Tenho sugerido reiteradamente aos colegas da Sociedade Brasileira de Imunologia algo que sempre repito aos alunos: a única coisa específica da imunologia são os objetivos dos imunologistas. Evidentemente, meus colegas ouvem isso como uma piada. Alunos mais atentos e que podem me ouvir mais longamente encaram meu ponto de vista com seriedade. Na verdade, trata-se de uma questão complicada, cheia de ramificações, com conseqüências sobre o que achamos que o mundo é. Para algumas pessoas, no entanto, o esforço para compreendê-la parece valer a pena. A complicação não está em que o argumento seja muito abstrato. Ao contrário, ele se torna óbvio depois de aceito. Em resumo, a questão é a que se segue.

A imunologia, como outros ramos do conhecimento científico, está cheia de metáforas, muitas vezes utilizadas como recursos pedagógicos. Isto é do conhecimento geral. No caso particular da imunologia, porém, há uma metáfora central, que praticamente criou a imunologia, e em redor da qual a imunologia até hoje gravita: o conceito de que o sistema imune protege o organismo através de respostas imunes específicas. Há aqui dois equívocos graves que gostaria de abordar separadamente.

O primeiro é a idéia de que possa existir alguma intencionalidade no sistema imune. O conjunto de células e moléculas especiais que se interconecta e constitui o sistema imune não pode ter e não tem planos e intenções de proteger o corpo contra seus invasores, simplesmente porque planos e intenções não fazem parte das atividades de células e moléculas, mesmo que estas células sejam neurônios e estejam organizadas em um sistema nervoso complexo como o de um ser humano. Mas esta é uma outra história. A defesa resulta de um conjunto automático de interações celulares que se processam de forma absolutamente cega ao significado do que está se passando com o organismo. Afirmar o contrário seria adotar uma forma velada de animismo, ainda que vestida em uma linguagem moderna e científica.

O segundo equívoco é supor que os fenômenos imunológicos (antígenos), desencadeados pelo contato com materiais estranhos ao organismo, como vírus e bactérias, são específicos, isto é, dizem respeito apenas às estruturas que desencadeiam tais fenômenos. É verdade que adoecer com sarampo ou ser vacinado contra o sarampo não nos torna mais resistentes à poliomielite ou ao tétano. É também verdade que os anticorpos (imunoglobulinas) podem ser usados como reagentes extremamente específicos, capazes de discriminar minúsculas diferenças moleculares. Como me atrevo, então, a afirmar, como afirmo, que os anticorpos não são específicos?

O que afirmo é que há uma enorme diferença entre anticorpos participando de interações no interior do organismo e anticorpos usados como reagentes em uma experiência científica ou em um diagnóstico laboratorial. Não estou defendendo a idéia de que haja algo transcendente no organismo, que torne os anticorpos diferentes.

Muito ao contrário. Estou enfatizando que, em um caso, os anticorpos estão sendo utilizados como se fossem reagentes e, no outro, os anticorpos são considerados componentes do organismo, são moléculas que participam dos processos que constituem o organismo. O que tem acontecido, desde as origens da imunologia, é que os resultados específicos obtidos quando os anticorpos são usados como reagentes levaram os imunologistas a supor que, no organismo, onde são encontrados e operam naturalmente, os anticorpos também operam especificamente, isto é, como se fossem reagentes.

A biologia contemporânea está muito enfraquecida pela sua associação com a bioquímica contemporânea. Foram os métodos bioquímicos que possibilitaram todo esse progresso conseguido na caracterização dos componentes e subcomponentes do organismo. Mas os métodos analíticos e os raciocínios causais, tão úteis na química, se prestam muito mal a recompor um organismo a partir de seus componentes. O conceito de organismo foi perdido na busca de sua composição química. Assim sendo, eu não estranharia se meus colegas bioquímicos não aceitassem que anticorpos no organismo e anticorpos no tubo de ensaio devam ser diferentes.

In vitro, quando os anticorpos são usados como reagentes, o que importa é que eles são usados com uma deliberação específica, para fazer um diagnóstico ou obter uma resposta experimental. *In vivo*, quando os anticorpos participam das interações que constituem o organismo, eles não estão sendo usados por ninguém, não há uma deliberação específica em usá-los, o organismo não tem intenções. O corpo não pensa, não delibera, não discrimina. Somos nós, como observadores operando na linguagem, que fazemos isso.

Podemos decidir, afinal, se os anticorpos são ou não capazes de discriminar finamente as estruturas bioquímicas com as quais reagem? O correto é afirmar que, utilizados como reagentes, os anticorpos permitem a nós, observadores, discriminar finamente as estruturas bioquímicas.

Por que insistir neste ponto, que parece um detalhe? Porque não é um detalhe: é a fresta para um novo paradigma, para toda uma nova maneira de encarar o fenômeno biológico. Na constituição do organismo, os anticorpos não são reagentes específicos, não são 'usados' especificamente. Eles são componentes dé um gigantesco conjunto celular, o organismo, cujo bem-estar depende das interações de que os anticorpos participam. Essas interações precisam auxiliar o organismo a manter sua congruência com as circunstâncias que atravessa a cada momento. Mas não há intencionalidade nisso.

Voltando ao parágrafo inicial, o trabalho de Kion e Hoffman sugere que os anticorpos anti-HIV devem seu aparecimento à mera transferência de células linfóides entre dois camundongos normais de raças diferentes. Anticorpos anti-HIV surgem também no soro de camundongos espontaneamente sujeitos a doenças auto-imunes, nas quais algo vai mal com o sistema imune. Isso implica que os anticorpos que detectamos como anti-HIV surgem, ou melhor, aumentam de concentração quando há distúrbios nas interações celulares que, fisiologicamente, constituem o sistema imune dos camundongos e que eles reagem com o HIV porque esse vírus tem semelhanças estruturais com componentes celulares (especificamente produtos de classe II do MHC) importantes nessas interações (ver 'MHC: ponto de referência da individualidade imunológica').

Atualmente dá-se uma grande importância à presença de anticorpos anti-HIV no soro, pois isso equivale a uma sentença imediata de cruel e injusta discriminação social e a uma sentença protelada de morte. A triagem inicial é usualmente feita pelo teste ELISA (*Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay*), que reconhecidamente produz 'falsos positivos', confundindo anticorpos anti-HIV com outros anticorpos eventualmente presentes no soro. Os casos em dúvida são, portanto, submetidos a um teste mais sofisticado, o *Western Blot*, onde se averigua com segurança se os anticorpos reagem ou não com componentes do HIV. O que os resultados de Hoffman e colaboradores estão agora a sugerir é que reagir com o HIV não significa, necessariamente, que esses anticorpos tiveram sua formação desencadeada por uma infecção pelo HIV. O diagnóstico indubitável de infecção pelo HIV permanece possível, por exemplo, através de técnicas envolvendo o isolamento viral ou o isolamento de material nucléico de origem viral, que pode ser obtido por técnicas modernas de amplificação como a *Polymerase Chain Reaction* (PCR).

E daí? Os trabalhos de Kion e Hoffman, assim como os de outros grupos de pesquisa, sugerem que a infecção pelo HIV pode desencadear distúrbios na operação do sistema imune exatamente porque o vírus tem semelhanças estruturais com produtos da classe II do MHC e não porque destrua diretamente os linfócitos T que infecta. Se isso for verdade, todo o panorama da patogenia da AIDS muda e, com ele, muda o raciocínio terapêutico. Vale a pena pensar nisso.

MHC: PONTO DE REFERÊNCIA DA INDIVIDUALIDADE IMUNOLÓGICA

O MHC (*Major Histocompatibility Complex*), ou complexo principal de compatibilidade histológica, é um complexo de genes responsável pela produção de proteínas de membrana muito importantes na atividade dos linfócitos. Dois tipos de proteínas (produtos de classe I e II do MHC) funcionam como pontos de ancoragem linfocitária em outras células. Através dos produtos de classe I, os linfócitos T interagem com todas as células do corpo; através dos produtos de classe II, os linfócitos T auxiliares ($CD4^+$) interagem com células 'apresentadoras' (linfócitos B, macrófagos, células dendríticas), são capazes de ativá-las e, em alguns casos, ser ativados por elas.

O HIV tem estruturas similares a produtos de classe II do MHC. Por isso a troca de linfócitos entre linhagens de camundongos ou os distúrbios auto-imunes, como nas experiências de Kion e Hoffman, geram anticorpos que reagem com produtos do HIV. No artigo '*An idiotypic network model of AIDS immunopathogenesis*' — publicado em 1991 na revista americana *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *88*:3.060 —, Hoffman e colaboradores defendem, assim como pesquisadores de outros grupos, a idéia de que anticorpos anti-HIV e anti-anti-MHC confundem as referências que os linfócitos utilizam para operar, o que contribuiria para gerar a imunodeficiência na AIDS. Imagens internas de produtos do MHC e seus encaixes, as moléculas de CD4, causariam algo semelhante ao que está acontecendo no Iraque, onde os americanos estão distribuindo dinheiro falso para confundir ainda mais a já combalida economia do país.

ROCK EM PORTUGUÊS?

Em uma passagem das *Memórias* de Giacomo Casanova, o famoso aventureiro relata uma conversa com um erudito, que lhe contou que existem, no dialeto napolitano, traduções da *Bíblia* e da *Odisséia*, de Homero, e que ambas "fazem rir". A natureza do dialeto napolitano, de acordo com essa interpretação, não permitiria tratar de assunto nenhum, por mais sério que fosse, sem provocar o riso.

Se isso é verdade, trata-se sem dúvida de uma limitação curiosa, e bastante incômoda para aqueles (numerosos no tempo de Casanova) incapazes de falar qualquer outra língua. Mas será que tais coisas acontecem? Haverá línguas especialmente apropriadas a produzir certos efeitos, ou mais adaptadas à transmissão de certos conteúdos do que outras? O caso mencionado por Casanova, evidentemente, é muito extremo. Em formas mais brandas, porém, idéias semelhantes são defendidas mesmo hoje. Em notícia publicada há pouco tempo, um cantor queixou-se de que o português era uma língua pouco própria para o *rock*. É possível acrescentar a essa observação a estranheza que certamente provocaria um samba em alemão, uma modinha em japonês etc. Parece, portanto, que alguns fatos sustentam, até certo ponto, aquelas afirmações. A questão mais importante, contudo, é se a interpretação desses fatos é correta. Ou seja: os fatos observados são conseqüência da qualidade e dos defeitos das diversas línguas ou, antes, produto de preconceitos e hábitos excessivamente enraizados?

A questão se estende a áreas tradicionalmente consideradas mais 'objetivas': também recentemente, uma comissão encarregada de planejar uma revista científica defendeu a adoção do inglês como língua da publicação porque este "seria mais preciso e adequado" do que o português à expressão de conceitos científicos. Por trás dessas convicções certamente existe um complexo de fatos, hábitos e simples preconceitos que seria útil destrinchar, colocando a questão em termos mais claros.

As línguas são, de certo ponto de vista, totalmente equivalentes quanto ao que podem expressar, e o fazem com igual facilidade. Mas dois fatores dificultam a aplicação de algumas línguas a certos assuntos: um, objetivo, é a deficiência de vocabulário; outro, mais subjetivo, está na existência de preconceitos adquiridos. Assim, as idéias acima resumidas não são totalmente desprovidas de base, mas as presumíveis deficiências são sempre sanáveis, desde que haja motivação para fazê-lo.

Em primeiro lugar, é preciso distinguir claramente os méritos de uma língua dos méritos (culturais, científicos e literários) daquilo que ela serve para expressar. Se a literatura francesa, por exemplo, é particularmente importante, isso não quer dizer que a língua francesa seja superior às outras para a expressão literária. O desenvolvimento de uma literatura decorre de fatores históricos independentes da estrutura da língua. A qualidade da literatura francesa diz algo dos méritos da cultura dos povos de língua francesa, não de presumíveis méritos da própria língua. Victor Hugo poderia ter sido tão importante quanto foi mesmo se falasse outra língua, desde que pertencesse a uma cultura equivalente — em grau de adiantamento, riqueza de tradição cultural etc. — à cultura francesa de seu tempo.

Da mesma forma, a maior fonte de trabalhos científicos da atualidade provém de instituições sediadas nos Estados Unidos, e isso faz do inglês a língua científica internacional. Se os fatores históricos que produziram a superioridade científica americana se tivessem verificado na Holanda, por exemplo, o holandês estaria servindo ao mundo tão bem quanto o inglês. Não há no inglês traços estruturais intrínsecos que o façam superior ao holandês como língua adequada à expressão de conceitos científicos.

Um fato que corrobora essa posição é o seguinte: não se conhece caso em que o desenvolvimento da superioridade literária ou científica de um povo possa ser claramente atribuído à qualidade da língua desse povo. Ao contrário, as grandes literaturas e os grandes movimentos científicos surgem nas grandes nações — as mais ricas, as mais livres de restrições ao livre pensamento e também as mais poderosas política e militarmente. O desenvolvimento dos diversos aspectos materiais e culturais de uma nação se dá mais ou menos harmoniosamente: a ciência e a arte são também produtos da riqueza e da estabilidade de uma sociedade.

Isso não impede que surjam associações entre as línguas e as situações em que são encontradas com maior freqüência. Assim, a existência (e portanto a leitura) de uma grande literatura em francês ou em italiano, bem como o uso do napolitano — por exemplo — quase que exclusivamente para as necessidades da lida diária, podem tornar estranha, mesmo ridícula, a leitura de um obra literária em napolitano. E, em função da presença maciça do *rock* cantado em inglês, um *rock* em português pode parecer chocante. Como a grande maioria dos artigos de genética é escrita (e lida) em inglês, é naturalmente mais difícil escrever (e mesmo ler) artigos de genética em português. Essas associações criam problemas que são — não se pode negar — bastante reais. O que se deve negar é que tais problemas sejam causados pela estrutura das línguas em questão. É tão possível escrever poesia em napolitano quanto artigos científicos (e mesmo *rock*) em português:

só hábitos inveterados se opõem a isso. É verdade que hábitos são forças poderosas, e, portanto, a dificuldade a que aludiu o cantor não é nada ilusória. Apenas sua interpretação é incorreta.

Assim, os preconceitos resultam numa 'especialização' das línguas: algumas seriam melhores para a poesia, outras para a ciência, e ainda outras apenas para os contatos materiais do dia-a-dia. Esses preconceitos são de todas as épocas: Lucrécio, no século I a.C., já reclamava da inadequação do latim, frente ao grego, para tratar de filosofia. O imperador Carlos V, no século XVI, era de opinião de que se devia falar espanhol nas preces, italiano com a amada, francês com os amigos, alemão com os soldados, húngaro com os cavalos e russo com o diabo. Carlos V era falante

nativo do flamengo e, ao lhe perguntarem com quem se deveria usar esta língua, deu uma resposta evasiva.

Desta forma, os preconceitos contribuem para que nem todas as línguas sejam aplicadas a qualquer uso possível. Mas não haverá algo mais nessa especialização? Mesmo vencendo eventuais preconceitos, não deve ser nada fácil traduzir um manual de matemática em xavante. Não será um problema ligado à própria língua?

Para responder, é preciso, inicialmente, distinguir duas grandes áreas dentro de uma língua: a gramática e o vocabulário (ou léxico). Gramática é o conjunto de regras que determina como as idéias devem ser expressas em uma língua. São regras de pronúncia (ou de ortografia), formação de palavras, estruturação de frases e atribuição de significado a essas estruturas. A gramática é a parte da língua que todos os falantes dominam de maneira bastante uniforme: não é comum encontrar construções

ILUSTRAÇÃO LUIS BALTAR

sintáticas, nem sons da língua, que sejam conhecidos apenas de alguns falantes.

Léxico, por sua vez, é uma longa lista de palavras que complementa a gramática na tarefa comum de elaborar as frases da língua. Essa lista se encontra, mais ou menos completa, nos dicionários. Evidentemente, a lista não é a mesma na cabeça de todos os falantes: ao contrário do que sucede com a gramática, o vocabulário mental de cada um é diferente, sendo muito fácil encontrar palavras que somente algumas pessoas conhecem. Além disso, durante a vida aprendem-se e esquecem-se muitas palavras, ao passo que o conhecimento da gramática é fixo.

Para que se possa exprimir alguma coisa em determinada língua, é preciso não apenas que a gramática dessa língua tenha as estruturas necessárias, mas ainda que tenha as palavras necessárias. O que se observa é que todas as línguas têm as estruturas necessárias à expressão de qualquer idéia, mas nem sempre as palavras necessárias existem no léxico. A dificuldade de traduzir o livro de matemática em xavante não está em alguma deficiência inerente à gramática dessa língua, mas no fato de que não há palavras para traduzir pentágono, equação, divisibilidade etc. Como o povo xavante, em sua cultura, jamais necessitou exprimir essas noções, também não criou as palavras adequadas a elas.

O oposto também pode ser verdadeiro: talvez algumas palavras em xavante não tenham correspondência satisfatória em português. Tudo depende dos interesses dos falantes e de suas necessidades de comunicação. Um povo que vive na selva possui um rico vocabulário para descrever aspectos do seu ambiente dos quais as pessoas criadas em outra cultura não têm qualquer notícia. Assim, provavelmente existem conceitos xavantes que dificilmente terão uma tradução conveniente em português. A diferença, evidentemente, é que o modo de vida externo é o que está se impondo ao povo xavante, e não o contrário; daí a tendência a considerar o xavante — e não o português — uma língua de vocabulário deficiente.

Em conseqüência, não há dúvida de que o maior perigo que correm as línguas, hoje em dia, é o de não desenvolverem vocabulário técnico e científico suficiente para acompanhar a corrida tecnológica. Se a defasagem se tornar muito grande, os próprios falantes acabarão optando por utilizar uma língua estrangeira ao tratar de assuntos científicos e técnicos. É importante, no entanto, notar que as línguas têm, em princípio, recursos para enriquecer rapidamente o vocabulário. Cada língua tem um tipo de recurso preferido e o aplica com facilidade. Algumas, como por exemplo o inglês, são muito tolerantes quanto à entrada de palavras estrangeiras (empréstimos), de maneira que completam as lacunas simplesmente utilizando os termos originais. Outras línguas, como o alemão, dão preferência a formações vernáculas, como ao unir *fern* (que significa *longe*) com *sehen* (o verbo *ver*) para criar *fernsehen* (*televisão*). E existem as que recorrem a formações eruditas: as línguas românicas, entre elas o português, traduzem os termos estrangeiros de preferência através de formações greco-latinas, como quando se traduz o alemão *umlaut* por *metafonia*, ou o inglês *raising* por *alçamento*. Em certas áreas, como a computação, o português também tem sido muito receptivo a empréstimos. Esta, evidentemente, é a solução mais fácil e cômoda; mas o empréstimo, se levado a extremos, tem a desvantagem de desfigurar o texto com um excesso de termos de aspecto estrangeiro: *software, holding, off-road, station, wagon* etc.

O acúmulo de empréstimos que se verifica atualmente em textos de economia, administração e informática (sem falar de certos textos de lingüística, onde a culpa é maior) pode ser antiestética. Mas é preciso reconhecer que talvez esse seja o menor dos males: o maior perigo está em não acompanhar de modo algum o desenvolvimento do léxico internacional. É isso o que acaba reduzindo uma língua às dimensões do napolitano ou do xavante: um dialeto de interesse local, inadequado às necessidades gerais da vida moderna.

Do ponto de vista do vocabulário, portanto, faz sentido comparar as línguas, distinguindo as mais adequadas das menos adequadas à expressão de certas áreas do conhecimento. Levando em conta as limitações do desenvolvimento dos países de língua portuguesa, esta tem se saído bastante bem na tentativa de seguir o passo da ciência e da tecnologia modernas. Apesar de algumas dúvidas (como no caso da revista científica), o português é a única língua de cultura no Brasil. Não se pode dizer o mesmo de outros países, como a Holanda ou a Suécia, por exemplo, onde as publicações científicas se fazem predominantemente em inglês.

Em 1794, a Academia de Berlim ofereceu um prêmio ao melhor trabalho que tratasse da comparação das diversas línguas da Europa, para verificar qual a mais perfeita. Um crítico posterior comentou azedamente que era difícil decidir quem era o maior idiota, o que propôs a questão ou o que tentou respondê-la. Não é preciso ser tão radical: em termos do desenvolvimento do vocabulário especializado, comparar a qualidade das línguas faz algum sentido. E, sobretudo, chama a atenção para um aspecto importante da vida da língua portuguesa, para uma das condições de sua sobrevivência como idioma de cultura no mundo atual.

MÁRIO A. PERINI
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

O ENIGMÁTICO JACARÉ DA AMAZÔNIA

Em 1981 encontramos pela primeira vez, num pequeno córrego da floresta amazônica, o curioso *Paleosuchus trigonatus*, popularmente chamado de jacaré-coroa, uma espécie ainda muito pouco conhecida (figura 1). A literatura sobre sua biologia era confusa e às vezes contraditória, não havendo parâmetros ou medidas que diferenciassem a ecologia do jacaré-coroa de seu congênere *P. palpebrosus*, o jacaré-paguá. O único ponto de consenso entre as publicações era o fato de a espécie ser normalmente encontrada em água corrente.

Começamos então a procurar o jacaré-coroa nesse ambiente e capturamos vários indivíduos em riachos, rios e até em represas hidrelétricas. Curiosamente, todos eram machos adultos ou filhotes. Onde estavam as fêmeas adultas da população? Decidimos investigar a área de um sítio em uma floresta próxima a Manaus, onde já havia sido encontrado um filhote num tanque de criação. Ficamos surpresos com o tamanho do riacho que alimentava o tanque: tinha apenas um metro de largura e poucos centímetros de profundidade, ainda menor que o riacho em que havíamos encontrado nosso primeiro jacaré-coroa.

Embora não acreditássemos que uma fêmea adulta pudesse viver em águas tão rasas, subimos o riacho, que desaparecia freqüentemente sob as raízes maiores, até encontrar um ninho camuflado na base de uma árvore, coberto por membranas de ovos eclodidos, à distância semelhantes a pétalas de uma orquídea branca. A fêmea havia construído seu ninho à beira de um riacho com água insuficiente para cobrir seu próprio dorso.

Prosseguimos nossas buscas nos anos seguintes, percorrendo centenas de quilômetros ao longo de pequenos riachos da floresta amazônica, e encontramos dezenas de ninhos, muitos deles estranhamente construídos ao lado de cupinzeiros (figura 2). Na maioria das vezes, os ovos estavam expostos a temperaturas mais altas do que as registradas no resto do ninho, em razão do calor metabólico gerado pelos cupins.

Em ambiente sombreado como o chão da floresta amazônica, o Sol, que em ambientes abertos propicia o aquecimento dos ovos de jacarés, pouco contribui para aquecer os ninhos de *P. trigonatus*. O jacaré-coroa recorre então a outras fontes de energia para manter seus ovos em temperatura adequada ao desenvolvimento dos embriões, que morrem se permanecerem muito tempo em temperaturas inferiores a 27°C. Além dos cupinzeiros, o calor metabólico dos próprios ovos, a decomposição da matéria orgânica e o isolamento do chão frio garantem o aquecimento do ninho.

A fêmea do jacaré-coroa precisa construir um ninho que funcione como incubadora durante os cem dias necessários ao desenvolvimento dos embriões. Nesse período, é comum as raízes das árvores vizinhas invadirem o ninho, encapsulando os ovos. Muitas vezes os cupins prolongam suas casas, cobrindo os ovos de *P. trigonatus* com uma massa compacta. É, pois, para libertar os filhotes dessas prisões que, ao final do período de incubação, a fêmea retorna ao ninho (figura 3).

Ao longo de nossa busca, encontramos muitos ninhos, capturamos e marcamos muitos filhotes. Mas era muito raro encontrar animais adultos. Sabíamos que eles viviam nos riachos (figura 4), mas não conseguíamos detectá-los, mesmo nos levantamentos noturnos, feitos com o auxílio de lanternas de cabeça. Decidimos então mergulhar nas cavernas sob as margens e nas partes mais fundas dos riachos, usando máscaras e lanternas de mergulho. Seguindo os rastros deixados na areia, chegamos a uma caverna de 1,20 m de profundidade e finalmente avistamos um exemplar adulto do jacaré-coroa (figura 5). A partir daí, capturar jacarés mergulhando em suas tocas tornou-se uma rotina. Numa área de aproximadamente quatro quilômetros na Reserva Florestal Adolfo Ducke, a 25 km de Manaus, marcamos todos os adultos encontrados.

Mais tarde, quando passamos a adotar radiotransmissores acoplados aos animais, descobrimos que eles ficam fora do riacho de 40% a 80% do tempo, entocados sob árvores caídas ou dentro de troncos ocos. Observamos que eles usam essas tocas terrestres repetidamente, muitas delas distantes até 40 m da água.

Depois de marcar a maioria dos indivíduos capturados, passamos ao estudo da biologia e da dinâmica populacional da espécie. A cada captura, retirávamos o conteúdo estomacal dos jacarés através de lavagem gástrica. A dieta de *P. trigonatus* mostrou-se diferente da observada em outros crocodilianos já estudados, que têm padrão alimentar bem definido ao longo de seu desenvolvimento: os indivíduos menores comem artrópodos em geral; quando atingem um metro de comprimento, passam a comer moluscos ou peixes com mais freqüência; e só crocodilianos que alcançam mais de três metros introduzem mamíferos em sua dieta. O jacaré-coroa, ao contrário, desde pequeno alimenta-se de vertebrados terrestres e, quando adulto, passa a comer mamíferos, apesar de ser bem menor que um subadulto das outras espécies. Em várias ocasiões, registramos esses animais se alimentando de presas grandes, como o porco-espinho.

Nesses estudos, observamos que os filho-

FOTOS W. E. MAGNUSSON

FIGURA 1. O *Paleosuchus trigonatus* é conhecido como jacaré-coroa por apresentar, quando recém-nascido, uma mancha dourada na cabeça

tes marcados se dispersavam rapidamente, alcançando distâncias de até 50 m, duas semanas após eclodir e deixar o ninho. Em 21 dias, distanciavam-se em média 200 m, atingindo um quilômetro por volta de 40 dias. A partir daí, ultrapassavam a área de estudo. Comportamento semelhante foi observado entre os subadultos marcados, que em poucos dias se afastavam vários quilômetros da área de estudo, quase sempre ultrapassando-a. Entre os adultos, entretanto, a taxa média de dispersão registrada não ultrapassou um quilômetro do ponto de sua primeira captura, mesmo depois de um intervalo de oito anos.

Para construir um modelo de crescimento para a espécie, usamos as taxas registradas entre as capturas. Embora faltem dados para definir melhor a forma de crescimento dos subadultos, já que poucos permaneceram na área um tempo suficiente entre as recapturas, o modelo tem precisão suficiente para estimar o tempo mínimo necessário para atingirem os tamanhos conhecidos. Na área de estudo, constatamos que todos os adultos pararam de crescer ou que seu crescimento era pelo menos menor que a margem de erro de nossas medidas.

O modelo de crescimento indica que as fêmeas levaram mais de uma década e os machos duas décadas para atingir seus tamanhos atuais. Presume-se que gastem a maior parte de seu tempo até esses tamanhos na fase de dispersão. Embora nossa equipe não disponha de dados para medi-la diretamente, estima-se que esses animais possam chegar a milhares de quilômetros de onde eclodiram. Não há, porém, como calcular com precisão suas idades atuais.

Nesses oito anos de estudo, foi possível conhecer muitos aspectos curiosos sobre o comportamento do jacaré-coroa. O detalhe mais surpreendente diz respeito à estimativa da biomassa da espécie, quase totalmente desconhecida pela ciência e pelo povo amazônico. Constatamos que os adultos ocorrem em altas densidades ao longo das centenas de riachos da Amazônia. Foi possível observar que um macho adulto, mesmo tendo uma área de vida que engloba as áreas de vida de várias fêmeas, ocupa pouco mais de dois quilômetros ao longo do eixo do riacho. Estimamos que a biomassa da espécie na área de estudo situa-se entre 38 e 60 kg/km para machos e fêmeas, três vezes maior que a estimada para o gato maracajá, mamífero carnívoro de dieta e tamanho semelhantes aos do jacaré-coroa. O *P. trigonatus* tem uma biomassa de seis a dez vezes maior que a calculada para todos os mamíferos carnívoros do Parque Nacional de Manu, na Amazônia peruana, e é quatro vezes maior que os mamíferos carnívoros do Parque Nacional de Guatapo, no Panamá, de acordo com dados apresentados em 1979 pela equipe do zoólogo norte-americano John Eisenberg.

FIGURA 2. Muitas vezes o jacaré-coroa constrói seus ninhos na base de cupinzeiros, para que o calor metabólico dos cupins aqueça seus ovos.

FIGURA 3. Durante a incubação, raízes de árvores e cupins envolvem os ovos do jacaré-coroa, prendendo-os. É preciso que um adulto escave o ninho para libertar os filhotes quando estes estão prestes a eclodir.

FIGURA 4. Pequeno riacho no interior da floresta amazônica: hábitat natural do jacaré-coroa.

FIGURA 5. *P. trigonatus* escondido numa caverna, debaixo d'água.

ALBERTINA LIMA e
WILLIAM E. MAGNUSSON
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA,
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA DA AMAZÔNIA

TRABALHO EM RITMO PERTURBADOR

Nunca antes, em toda a sua história, o homem utilizou de forma tão intensiva e extensiva os seus conhecimentos e os recursos naturais à sua disposição como no mundo contemporâneo. Se por um lado tornou acessível um sem-número de bens e serviços à sociedade moderna, com essa dinâmica o homem atual feriu harmonias até então presentes, quer em relação a todos os seres vivos, através da degradação ambiental, quer em relação a si próprio, através dos novos horários exigidos pela organização do trabalho.

O homem, como os demais seres vivos, é sensível ao estímulo claro-escuro (ver 'O tempo e a vida', em *Ciência Hoje* nº 29). Milhares de anos foram necessários para adaptar a atividade humana às condições diurnas e o seu repouso às condições noturnas, estabelecendo um ritmo harmonioso. Subitamente, em apenas algumas décadas, transformações sociais levaram ao crescimento do número de setores de atividades — nas áreas industrial e de serviços, principalmente — que não podem limitar seu funcionamento ao período diurno, obrigando os indivíduos ligados a tais atividades a desviarem-se das condições ideais estabelecidas pela evolução. Calcula-se que entre 15 e 30% dos trabalhadores nos países industrializados estejam hoje sujeitos a horários não-usuais de trabalho, e que este índice atinja entre 5 e 15% nos países em vias de industrialização. Avaliar as possíveis conseqüências dessa quebra do ritmo biológico na vida, na saúde e no desempenho desses trabalhadores exige a compreensão do papel da adaptação temporal na sobrevivência das espécies.

Sob um dado equilíbrio, os recursos bióticos e abióticos mantêm-se inalterados graças aos comportamentos mutuamente compatíveis dos seres vivos, resultado da adaptação e da especialização. As condições do meio, entretanto, estão regularmente em mudança — a troca do dia pela noite, a sucessão das estações do ano, as súbitas alterações do clima etc. Assim, a garantia de sobrevivência de uma espécie implica a rápida adequação de seu comportamento às condições reinantes. As grandes alterações fisiológicas, por vezes necessárias, viabilizam-se através da antecipação dessas condições recorrentes. Assim, todas as espécies adaptadas — portanto, as que sobreviveram — foram capazes de incorporar os periodismos das variações ambientais, traduzindo-as na forma de ritmos biológicos observáveis, de caráter endógeno. Os estímulos externos tornaram-se meros sincronizadores (conhecidos cientificamente como *zeitgebers*), que ajustam o 'relógio biológico' de cada indivíduo. E esse relógio interno, por sua vez, determina o comportamento de cada ser vivo ao longo do dia, mês e ano (ver 'Ritmos da vida', em *Ciência Hoje* nº 58).

No homem, a perfeita sincronia do ritmo dia-noite decorre da ação simultânea ou sucessiva de um conjunto de sincronizadores coerentes entre si. Atividades como trabalho, repouso, refeições e convívio social, bem como as variações ambientais ou a hora do dia, apresentam, isoladamente, fraca ação sincronizadora. Entretanto, a necessária coerência entre eles é suprimida no trabalho em turnos, quando as tarefas são organizadas em horários não-usuais. No caso, as atividades realizadas durante o trabalho noturno, permanente ou em rodízio, entram em conflito com os demais sincronizadores do 'mundo diurno', e com isso o indivíduo sem ajuste adequado dos seus ritmos biológicos pode entrar em desordem temporal, com graves conseqüências para a sua saúde e sua capacidade de trabalho (figura 1).

Pesquisas pioneiras realizadas na Alemanha, na década de 1970, mostraram que, mesmo sob condições de isolamento par-

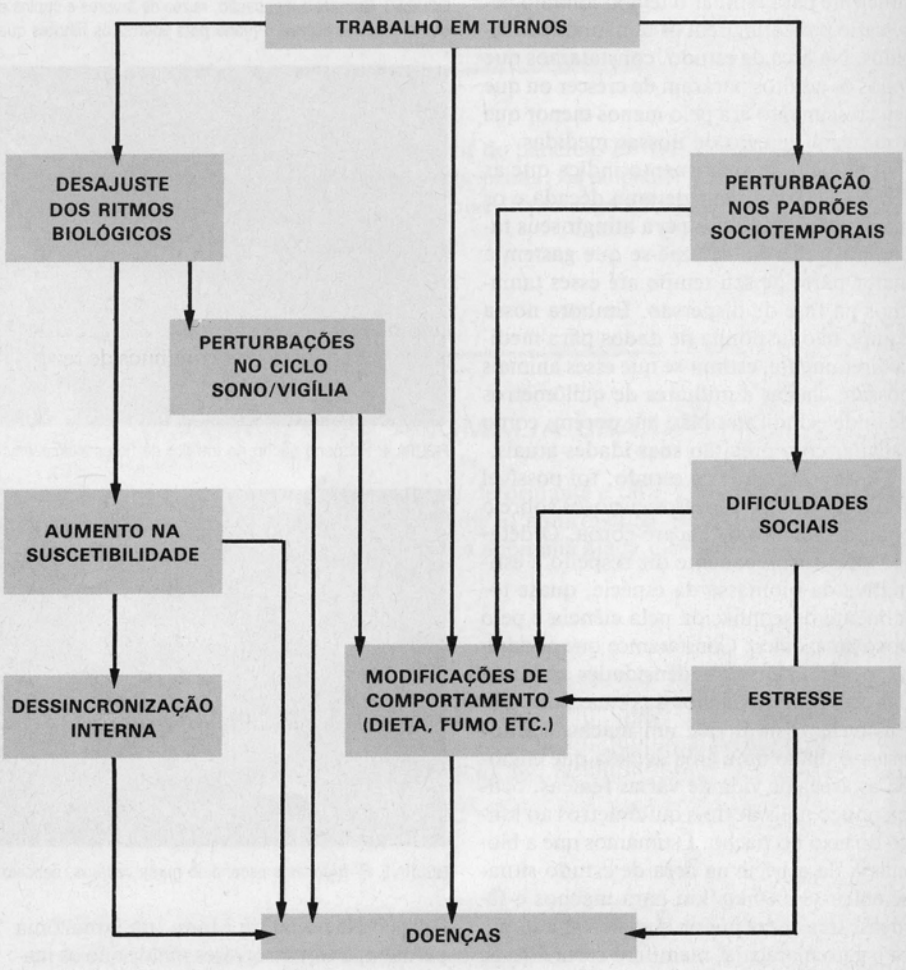


FIGURA 1. O trabalho em turnos provoca sérios distúrbios nos ritmos biológicos e nos padrões sociotemporais e de comportamento dos indivíduos. A combinação de desajustes cria condições desfavoráveis, capazes de iniciar um processo de doença.

cial controlado em laboratórios, trabalhadores experientes não são capazes de sincronizar o ritmo da variação de sua temperatura corporal antes da sétima noite consecutiva de trabalho noturno. Na prática, entretanto, uma completa sincronização jamais ocorre, em virtude dos conflitos gerados pelos inúmeros estímulos diferenciais de caráter social do mundo diurno.

Trabalhos efetuados em vários países revelaram ainda que os distúrbios do sono são freqüentes, representando uma das queixas mais importantes relacionadas com a tolerância ao trabalho noturno. Demonstrou-se também que as alterações no sono acabam por perturbar outros ritmos fisiológicos importantes, como, por exemplo, o das secreções hormonais. Conseqüentemente, ficam prejudicados os níveis de vigilância, humor, disposição e outros durante o período de trabalho.

Outros problemas de saúde têm sido observados. É consenso que uma parcela de trabalhadores em turnos ou em tarefas noturnas apresenta maior suscetibilidade ao desenvolvimento de patologias. Perturbações gastrointestinais e problemas cardiovasculares têm sido referidos como causas severas de afastamento nesses grupos de atividade.

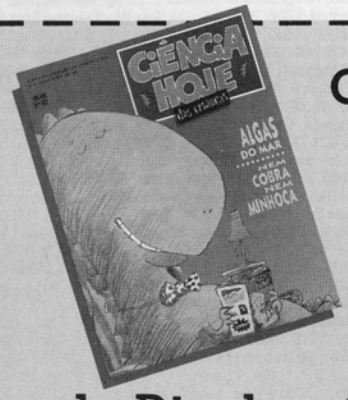
Algumas pesquisas desenvolvidas no Brasil — pela Universidade de São Paulo, através do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública, do Departamento de Medicina Preventiva da Faculdade de Medicina e do Instituto de Ciências Biomédicas (Grupo Multidisciplinar de Desenvolvimento e Ritmos Biológicos) — mostraram que as dificuldades enfrentadas pelos trabalhadores brasileiros estudados (motoristas de caminhão, metroviários, petroleiros, petroquímicos e trabalhadores da construção civil) refletem em parte as identificadas em populações de outros países. Entretanto, as particulares condições brasileiras, em especial aquelas que determinam o nível socioeconômico e a qualidade de vida, devem influenciar no maior desgaste sofrido por esses trabalhadores. Embora a legislação brasileira em vigor desde outubro de 1988 preveja a redução da jornada de trabalho diário ou semanal para trabalhadores que cumprem turnos contínuos de revezamento, são poucas as categorias profissionais realmente beneficiadas.

Os pesquisadores dedicados a essa questão ainda se deparam com vários desafios. Entre eles estão o desenvolvimento de métodos padronizados para comparação de resultados entre populações e a compreensão mais detalhada da influência das diferenças individuais e das estratégias de comportamento no processo de adaptação (ou não-adaptação) ao trabalho em turnos ou noturno.

ILUSTRAÇÃO LUIS BALTAR

FRIDA MARINA FISCHER
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

RENATO ROCHA LIEBER
FACULDADE DE ENGENHARIA DE GUARATINGUETÁ, UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA



CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS

Prêmio José Reis de Divulgação Científica - 1991

Tiveram menção honrosa, ainda na categoria 'instituição', o 'Caderno Vida', do jornal *Zero Hora*, de Porto Alegre, e a editoria de c&t da Agência Brasil. Na categoria 'jornalismo científico' foi premiada Érika Franziska Herd Werneck, com menção honrosa para Roberto Barros de Carvalho (*Ciência Hoje*), Alicia Ivanissevich (*Ciência Hoje*, agora no *Jornal do Brasil*), Marcelo Leite, atual editor de ciência do jornal *Folha de S. Paulo*, e Moacyr Costa Ferreira.

CIÊNCIAHOJE

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. Fax: (021) 541-5342.

Editores: Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq, Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica/UFRJ), Ennio Candotti (Instituto de Física/UFRJ), Roberto Lent (Instituto de Biofísica/UFRJ).

Editores Convidados: Ildeu de Castro Moreira (Instituto de Física/UFRJ), Luiz Drude de Lacerda (Instituto de Química/UFF), Yonne Leite e Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRJ).

Conselho Editorial: Alzira de Abreu (Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil/FGV), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG). Carlos Morel (Fundação Oswaldo Cruz), José C. Maia (Instituto de Química/USP), Luiz Bevilacqua (Coppe/UFRJ), Otávio Velho (Museu Nacional/UFRJ), Reinaldo Guimarães (Sub-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa/UERJ), Sonia de Campos Dietrich (Instituto de Botânica/SP).

Diretor: José Monserrat Filho.

Secretaria de Redação: Cilene Vieira (editora associada); Soraya Araújo (secretária); Maria Ignez Duque Estrada (editora de texto); Regina C. Ferreira (coord. de revisão); Cássio Leite Vieira (jornalismo); Luisa Massarani (repórter); Micheline Nussenzveig (setor internacional).

Edição de Arte: Christiane Abbade, Claudia Fleury da R. Borges e Ana Claudia Ribeiro (programação visual); Selma Azevedo e Carlos Henrique V. dos Santos (desenho e arte-final).

Administração: Adalgisa M. S. Bahri (gerente interino), Neuza Maria de Oliveira Soares, Neuza Luisa de S. Soares, Ailton Borges da Silva, Marly Onorato, Guilherme Frederico da Silva, Ernesto P. Pereira, Adherbal C. Ferreira, Antonio H. Cantisano.

Assinatura, Circulação e Expedição: Adalgisa M. S. Bahri (gerente), Maria Lucia da G. Pereira, Moisés V. dos Santos, Luciene dos Santos Azevedo, Pedro Paulo de Souza, Daniel Vieira dos Santos, Delson Freitas, Orlando J. dos Santos Numes, Jorge Noé Lopes Carmo, Márcia Cristina Gonçalves da Silva, Manoel Antonio Grozima Aguiar; tel.: (021) 270-0548.

Departamento Comercial: Álvaro Roberto S. Moraes (gerente); Irani F. Araújo (secretária); Francisco Rodrigues Neto.

Colaboraram neste número: Ricardo Menandro (edição de texto); Marcelo Augusto, Aírton Rodrigues de Oliveira, Leila Pimenta e Vilma Homero (revisão); Luiz Fernando P. Dias (análise de sistemas); Luiz Baltar (arte-final), João de Souza Leite e Victor Burton (direção de arte).

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração/UFRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas/USP), B. Boris Vargaftig (Instituto Pasteur/França), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica/UFRJ), Carlos M. Morel (Fundação Oswaldo Cruz), Carolina Bori (Instituto de Psicologia/USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia/Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito/USP), Darcy Ribeiro (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia/EMP), Fernando Gallembeck (Instituto de Química/Unicamp), Francisco Weffort (Faculdade de Filosofia/USP), Gilberto Velho (Museu Nacional/UFRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia/Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José Antônio Freitas Pacheco (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), José Goldenberg (Instituto de Física/USP), José Reis (SBPC), José R. do Valle (Departamento de Farmacologia/EPM), José Lourenço (Instituto de Geociências/UFPA), Leopoldo Nachbin (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq), Luis de Castro Martins (Laboratório Nacional de Computação Científica/CNPq), Maurício Mattos Peixoto (Academia Brasileira de Ciências), Miguel Covian (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP), H. Moysés Nussenzveig (Departamento de Física/PUC-RJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética/UFRJ), Oscar Sala (Instituto de Física/USP), Oswaldo Porchat Pereira (Centro de Lógica/Unicamp), Otávio E. A. 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 S. Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica/UFPB), Warwick E. Kerr (Univ. Fed. de Uberlândia/MG).

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado, Roberto Barros de Carvalho, Marise Muniz — Depto. de Zoologia, Instituto de Ciência Biológica/UFMG, C. Postal 2486, CEP 31160, Belo Horizonte, MG, tel.: (031) 443-5346, fax (061) 224-7147

Sucursal Brasília: Margareth Marmori, Rosemar Bertelli (secretária) e Ana Beatriz Magno (estagiária), ICC, Ala Sul, bloco A, sobreloja sala 213, Campus Universitário, UnB, C.P. 04323, CEP 70919, Brasília, DF, tel.: (061) 273-4780; fax (061) 224-7147.

Sucursal Recife: Luiz Antonio Marcuschi, Angela Weber — Av. Luís Freire s/nº, CCN, Área II, Cidade Universitária, CEP 50739, Recife, PE, tel.: (081) 271-2211, r. 2468/2469.

Sucursal São Paulo: José Carlos C. Maia, Vera Rita Costa, Carmen Lúcia Visconti Weingrill, Gláucio C. Lobão — Av. Professor Luciano Gualberto, 374, Prédio da Antiga Reitoria, Cidade Universitaria, USP, CEP 05508, São Paulo, SP, tel.: (021) 814-6656 ou 813-3222, r. 2713.

Correspondentes: Porto Alegre: Gilberto Carvalho Ferraz — Travessa Luiz Englert s/nº, prédio 20, sala 09, Campus Central/UFRS, CEP 90040, Porto Alegre, RS, tel.: (0512) 27-5529. **Curitiba:** Glaci Zancan — Dep. de Bioquímica, Universidade Federal do Paraná, Campus Universitário Jardim das Américas, CEP 81504, Curitiba, PR, tel.: (041) 266-3633 ramal 184. **Maceió:** Marize Primola Pedrosa — Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Alagoas, Praça Afrânio Jorge, s/n, CEP 57000, Maceió, AL, tel.: (082) 223-5613 ramal 082. **Campina Grande:** Mário de Souza Araújo Filho — Deptº de Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Paraíba, Rua Nilda de Queiróz Neves, 130, CEP 58100, Campina Grande, PB, tel.: (083) 321-0005. **Florianópolis:** Thereza Cristina M. de Lima Nogueira — Coordenadoria Especial de Farmacologia, CCB, Universidade Federal de Santa Catarina, Rua Ferreira Lima, 26, Centro, CEP 88015, Florianópolis, SC, tel.: (0482) 22-4164 e 31-9491.

Correspondente em Buenos Aires: Revista *Ciencia Hoy*, Corrientes 2835, Cuerpo A, 5º A, 1193, Capital Federal, tels.: (00541) 961-1824, 962-1330. Neste endereço pode-se adquirir *Ciência Hoje* (preço sujeito a confirmação). Na sede de *Ciência Hoje*, pode-se adquirir ou assinar *Ciencia Hoy* (preço sujeito a confirmação).

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

ISS-0101-8515. Distribuição em bancas: Fernando Chinaglia Distribuidora S.A., Rio de Janeiro (exclusiva em todo o território nacional). **Composição:** Renart Fotolito, Fotocomposição e Editora Ltda. **Fotolito:** Brascolor Estúdio Gráfico Ltda. **Impressão:** Bloch Editores S.A.

Para sua publicação, *Ciência Hoje* conta com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC).

Programa de Apoio a Publicações Científicas — SCT/PR — CNPq — FINEP

Publicidade: São Paulo: Bartolomeu Mastrocchirico, tel.: (011) 263-2521, fax: (011) 62.0702; **Rio de Janeiro:** Álvaro Roberto S. Moraes, tel.: (021) 295-4846 fax: (021) 541-5342, **Brasília:** Deusa Ribeiro, tel.: (061) 321-5009.

IVC INSTITUTO VERIFICADOR DE CIRCULAÇÃO

SBPC

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

Desde sua fundação organiza e promove reuniões anuais, com a participação de cerca de 70 sociedades e associações científicas das diversas áreas do conhecimento, onde professores e estudantes discutem seus programas de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são debatidos com participação franqueada ao público em geral. Através de suas secretarias regionais promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano. Mantém ainda quatro projetos nacionais de publicação; a revista *Ciência e Cultura* (1948-) e a revista *Ciência Hoje* (1982-), que se destinam a públicos diferenciados, o *Jornal da Ciência Hoje* (1986-) e a revista *Ciência Hoje das Crianças* (1990-).

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

Sede nacional: Rua Costa Carvalho, 222 — CEP 0529. São Paulo, SP Caixa Postal 11008 — CEP 05499, São Paulo, SP. Tels.: (011) 211-0933, 211-5008. Telex: (11) 81681 SBCH. Fax: (011) 212-1376.

Regionais: AC - Depto. de Economia/UFAC, C. Postal 128, CEP 69900, Rio Branco, AC, tel.: (068) 226-1422, r. 134 (Reginaldo Fernando F. de Castela); **AL** - Depto. de Biologia/UFAL, Praça Afrânio Jorge s/nº, Prado, CEP 57010, Maceió, AL, tel.: (082) 223-5613, r. 08 (Fábio José C. Branco Costa); **AM** - Depto. de Ciências Agronômicas/INPA, Alameda Cosme Ferreira, 1756, CEP 69083, Manaus, AM, tel.: (092) 236-9733 (Hiroshi Noda); **BA** - Instituto de Física/UFBA, Campus da Federação, CEP 40210, Salvador, BA, tels.: 247-2714, 247-0646 (Dionicarlos Soares de Vasconcelos); **CE** - Depto. de Ciências Sociais e Filosofia/UFCE, Av. da Universidade, 2762, Benfica, CEP 60020, Fortaleza, CE, tel.: (085) 243-8047 (Maria Sulamita de A. Vieira); **DF** - Depto. de Antropologia/UnB, Campus Universitário, CEP 70910, Brasília, DF, tel.: 273-3264 (Gustavo Lins Ribeiro); **GO** - Instituto de Ciências Biológicas/UFGO, Campus Universitário, CEP 74000, Goiânia, GO, tel.: (062) 205-1000, r. 152 (Joaquim Tomé de Sousa); **MA** - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação/UFMA, Largo dos Amores, 66, CEP 65000, São Luís, MA, tels.: (098) 232-3370, 232-3807 (Othon de Carvalho Bastos); **MG** - Depto. de Física/UFMG, Av. Antonio Carlos, 6627, CEP 31270, Belo Horizonte, MG, tel.: (031) 441-9466, r. 219/225 (Márcio Quintão Moreno); **Viçosa** (seccional) - Depto. de Biologia Geral/UFV, CEP 36570, Viçosa, MG, tel.: (031) 899-2512 (Lucio Antonio O. Campos); **MT** - Depto. de Geologia/UFMT, Av. Fernando Correa s/nº, CEP 78000, Cuiabá, MT, tel.: (065) 315-8751 (José Domingues de Godoi Filho); **MS** - Depto. de Química/UFMS, Cidade Universitária, CEP 79100, Campo Grande, MS, tel.: (067) 387-3311, r. 346 (Dario Xavier Pires); **PA** - Depto. de Geofísica/UFPA, C. Postal 1611, CEP 66001, Belém, PA, tels.: (091) 229-5438 ou 229-1811, r. 26 (Jacira Felipe Beltrão); **PB** - Depto. de Física/UFPB, C. Postal 5008, CEP 58051, João Pessoa, PB, tel.: (083) 224-7200, r. 2435 (Mauro Kyotoko); **PE** - Depto. de Economia/UFPE, Av. Luís Freire s/nº, Área II, Cidade Universitária, CEP 50000, Recife, PE, tel.: (081) 271-2211, r. 6844 (Divaldo de Almeida Sampaio); **PI** - Depto. Biomédico/UFPI, Campus Universitário, CEP 64000, Teresina, PI, tels.: (086) 232-3913, 232-1729 (Manoel Chaves Filho); **PR** - Depto. de Biologia Geral/UE de Londrina, C. Postal 6001, CEP 86051, Londrina, PR, tel.: (0432) 27-5151, r. 247/477 (Ana Odete Santos Vieira); **Curitiba** (seccional) - Depto. de Planejamento e Administração Escolar/UFPR, Rua Gal. Carneiro, 460, CEP 80001, Curitiba, PR, tels.: (041) 222-7870 ou 264-2522, r. 277/292 (Evaldo Antonio M. Ferreira); **Maringá** (seccional) - Depto. de Análises Clínicas/UE de Maringá, Av. Colombo, 3690, CEP 87020, Maringá, PR, tel.: (0442) 26-2727, r. 215/313 (Rafael Campos Bezerra); **RJ** - Depto. de Engenharia Mecânica/PUC, Rua Marquês de São Vicente, 225, CEP 22453, Rio de Janeiro, RJ, tels.: (021) 259-5197, 529-9578 (Eloi Fernandez y Fernandez); **RN** - Depto. de Informática e Matemática Aplicada/UFRN, C. Postal 1527, CEP 58072, Natal, RN, tel.: (084) 231-1266, r. 257 (Pedro Fernandes Maia); **RO** - Depto. de Ciências Biomédicas/UFRO, CEP 78900, Porto Velho, RO (Elizabeth Antonia L. de M. Martinez); **RS** - Campus Central/UFRGS, Prédio 20, Sala 9A, Travessa Luiz Englert s/nº, CEP 90040, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 227-5529 (Gilberto Carvalho Ferraz); **Pelotas** (seccional) - Depto. de Zoologia e Genética/UFPel, Campus Universitário, CEP 96001, Pelotas, RS, tel.: (053) 221-2033 (Maria da Graça M. Roth); **Rio Grande** (seccional) - Depto. de Oceanografia, Universidade do Rio Grande, Caixa Postal 474, CEP 96200, Rio Grande, RS, tel.: (0532) 32-8711 r. 11 (Luiz Paulo Rodrigues Cunha); **Santa Maria** (seccional) - CPG Extensão Rural/UFSM, Campus Universitário, CEP 97100, Santa Maria, RS, tel.: (055) 226-1616, r. 235/2165 (Gustavo Martin Quesada); **SC** - Coordenadoria Especial de Farmacologia/UFSC, Rua Ferreira Lima, 26, Centro, CEP 88015, Florianópolis, SC, tels.: 22-4164, 33-9491 (Thereza Cristina M. de L. Nogueira); **SE** - Depto. de Serviço Social/UFSE, Campus Universitário, CEP 49000, Aracaju, SE, tel.: 224-1331, r. 347 (Maria Helena S. Cruz); **SP** (subárea I) - Depto. Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP, C. Postal 8105, CEP 01051, São Paulo, SP, tel.: (011) 211-5008 ou 210-2122, r. 593 (José Pereira de Queiroz Neto); **SP** (subárea II - Depto. de Genética/ESALQ, C. Postal 83, CEP 13400, Piracicaba, SP, tels.: (0194) 22-3087 ou 33-0011, r. 2251 (Aline Aparecida Pizzirani Kleiner); **SP** (subárea II, seccional Botucatu) - Depto. de Genética, Instituto de Biociências/UNESP, Campus Universitário, CEP 18610, Botucatu, SP, tel.: (0149) 22-0555, r. 229 (Romeu Cardoso Guimarães); **SP** (subárea III) - Depto. de Tecnologia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Rodovia Carlos Tonani, km 05, CEP 14870, Jaboticabal, SP, tel.: (0163) 22-4000, r. 254/255 (Márcia Justino R. Mutton).

Grevy • Conti

INCENTIVAR E FINANCIAR OS ESTUDOS DOS DEFEITOS É UMA DAS MAIORES QUALIDADES DA FINEP

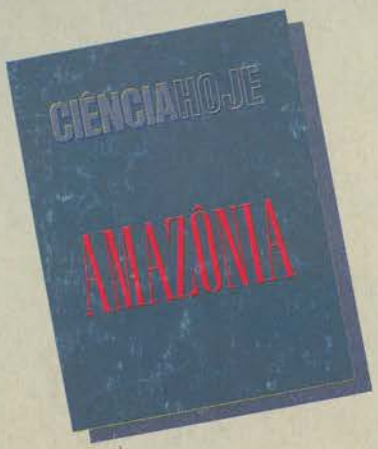
Nos 25 anos da **FINEP**, a qualidade de vida sempre foi fundamental. Não adianta um produto apenas bonito se ele não possui qualidade. Uma vacina ser aplicada se não for eficaz. Ou um ônibus, limpo, confortável e seguro, sem horário certo para circular. A qualidade de processos, produtos e serviços é parte importante para a sobrevivência de todas as empresas. Para atingi-la, a **FINEP** financia a implantação de sistemas de qualidade total, treinamento e educação, aquisição de "software" e desenvolvimento de banco de dados, necessários à gestão de processos de trabalho. É uma nova cultura que se implanta no Brasil a caminho da modernidade. É preciso dotar as empresas de novas técnicas e métodos capazes de elevar a qualidade e a produtividade na criação de bens e serviços, com padrão internacional para o consumidor brasileiro. E a **FINEP**, além de contribuir com instrumentos para a sobrevivência da empresa, focaliza a ação no elemento essencial de sua atuação: o Homem.

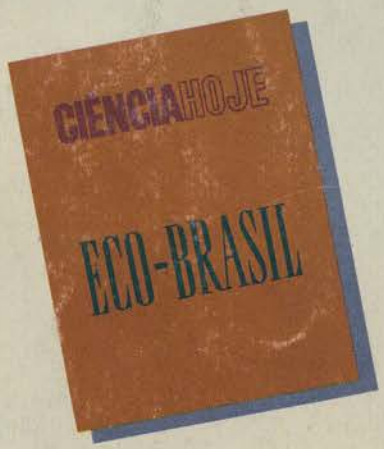
Para a **FINEP**, apoiar e financiar a qualidade é uma de suas maiores qualidades.

FINEP
FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS

Governo do Brasil

Mais FINEP





AMAZÔNIA

- A Pesquisa Tutelada
- Anatomia da Madeira
- Cenários da Amazônia
- Chuvas e Constelações: Calendário
- Econômico dos Índios Desâna
- INPA: Resistir foi Preciso
- Literatura Oral Indígena: O Exemplo Desâna
- Maneje com Cuidado: Frágil
- O Drama dos Yanomami
- O Gigante das Águas Doces
- O Pincel Mágico de Margaret Mee
- Orquídeas: Entrada e Dispersão na Amazônia
- Perdendo Rondônia
- Política Indigenista e Assistência à Saúde
- Pupunha: Uma Árvore Domesticada
- Queimada: O Corte que Atrai
- Reflorestamento Indígena
- Rondônia: Estradas que Levam à Devastação
- Seleção Predatória
- Um Desafio para o Futuro
- Um Pigmento nas Águas Negras
- Uma Reserva Biológica para o Maranhão
- Violaceína: A Descoberta de um Antibiótico
- Xamanismo e Medicina: O 'Caso Ruschi' Reavaliado

ECO - BRASIL

- Os Sertões: a Originalidade da Terra
- A Chuva que Não Queremos
- A Floresta e as Águas
- A Coleção de Insetos de Fritz Plaumann
- A Natureza das Restingas
- Soja: Proteína para Milhões
- Ambiente, Represas e Barragens
- Da Floresta ao Cerrado, da Restinga aos Manguezais
- Eutrofização Artificial: a Doença dos Lagos
- Enos e o Clima no Brasil
- Cactáceas: os Segredos da Sobrevivência
- Abrótea: o Nosso Bacalhau
- Em Busca das Raízes
- Parque das Emas
- Ararinha-azul: a um Passo da Extinção
- Paepalanthus, Cupins e Aranhas
- A História do Velho Brasil
- Rhopornis Ardesiaca, a Ave que se Esconde
- Serpentes na Selva de Pedra
- As Tartarugas da Trindade
- Feromônios no Controle de Pragas
- Adaptação Bioquímica em Peixes da Amazônia
- O Cerrado e a Ecologia do Fogo
- Restauração da Floresta em Pastagens Degradadas
- Nas Pegadas do Homem Americano

Agora você pode ter reunidos alguns dos mais importantes artigos publicados pela *Ciência Hoje* sobre o meio ambiente. São 48 artigos, todos eles escritos por renomados pesquisadores. Dois volumes, cada um deles com 160 páginas coloridas em papel couché. Você pode adquirir esse acervo único em condições especiais. Receba os exemplares em sua casa. Aproveite para presentear quem você gosta. Não perca essa chance.

Cada volume custa Cr$ 40.000,00; os dois custam Cr$ 70.000,00. Preços válidos até 30/07/92.

Envie hoje mesmo seu pedido, acompanhado de cheque ou vale postal nominal à: CIÊNCIA HOJE Av. Venceslau Brás, 71 - fundos / casa 27 22290 Rio de Janeiro RJ Tel.: (021) 295-4846 Fax: (021) 541-5342